

(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2012-143088

(P2012-143088A)

(43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02K 1/27 (2006.01)	H02K 1/27 501A	5H622
	H02K 1/27 501M	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-177 (P2011-177)	(71) 出願人	000101352
(22) 出願日	平成23年1月4日 (2011.1.4)		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	立石 祐介
			静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株
			式会社内
		(72) 発明者	小出 圭祐
			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)	5H622 AA02 AA03 CA02 CA07 CA10
			CB01 PP10

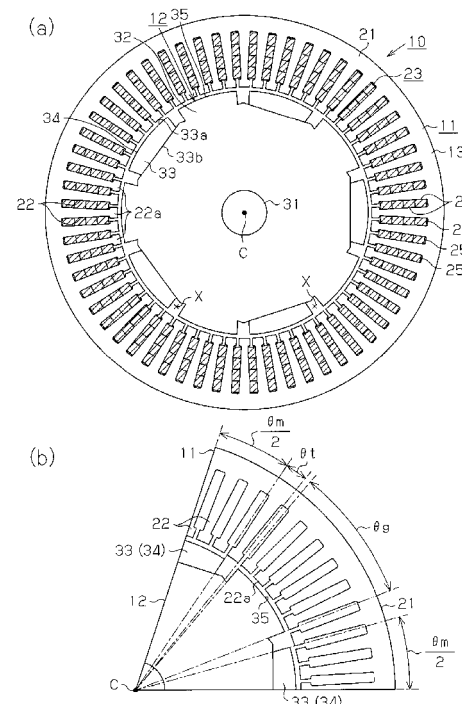
(54) 【発明の名称】 モーター

(57) 【要約】

【課題】コギングトルクを抑えてより回転性能を向上させることが可能なモータを提供する。

【解決手段】ロータ12は、ロータコア32の周方向に一方の磁極のマグネット33が複数配置されるとともに、ロータコア32に一体形成されたコア磁極部35が各マグネット33間に空隙Xを以て配置され、コア磁極部35を他方の磁極として機能するように構成されて2×p極(但しpは極対数)の磁極を有する。ロータ12は、マグネット33(マグネット磁極部34)とコア磁極部35との開角度 θ_m 、 θ_g が互いに異なるように構成される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ロータコアの周方向に一方の磁極のマグネットが複数配置されるとともに、前記ロータコアに一体形成されたコア磁極部が各マグネット間に空隙を以て配置され、前記コア磁極部を他方の磁極として機能するように構成されて $2 \times p$ 極（但し p は極対数）の磁極を有するロータと、

周方向等間隔に複数設けられるとともに前記ロータと径方向に対向して $2 \times p \times m \times n$ 個（但し m はステータ巻線の相数、 n は自然数）のティースを有するコアと前記ティースに装着された多相の巻線とを有するステータと

を備えたモータであって、

前記ロータは、前記マグネットと前記コア磁極部との開角度が互いに異なるように構成されたことを特徴とするモータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のモータにおいて、

前記マグネットが径方向に対向するティースの個数を a として前記ティースの開角度を θ_t とした場合に、前記マグネットの開角度 θ_m 及び前記コア磁極部の開角度 θ_g を、

$$\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2、$$

$$\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2、$$

となるように設定したことを特徴とするモータ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のモータにおいて、

前記マグネットが径方向に対向するティースの個数を a として前記ティースの開角度を θ_t とした場合に、前記マグネットの開角度 θ_m 及び前記コア磁極部の開角度 θ_g を、

$$\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2、$$

$$\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2 \times b \text{ (但し、} 0 < b < 1 \text{ を満たす)、}$$

となるように設定したことを特徴とするモータ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のモータにおいて、

前記マグネットの周方向両端位置と前記コア磁極部の周方向両端位置が対向する前記ティースの周方向位置に対して周方向に相対的にずれるよう設定されたことを特徴とするモータ。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のモータにおいて、

前記マグネットの周方向両端位置と前記コア磁極部の周方向両端位置が対向する前記ティース間の間隙に対して周方向に相対的にずれるように設定されたことを特徴とするモータ。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のモータにおいて、

前記ロータコアに設けられる前記マグネット及び前記コア磁極部と、前記ロータコアを固定する固定部材との間にロータコア材より比重及び磁性が小さい小磁性軽量部分が形成されたことを特徴とするモータ。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のモータにおいて、

前記小磁性軽量部分は前記コア磁極部の背部に形成された複数の空隙であり、該空隙の周方向の開角度は前記コア磁極部の開角度より大きくなるように構成されたことを特徴とするモータ。

【請求項 8】

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のモータにおいて、

前記ロータコアは、ロータコア材を複数積層して構成されることを特徴とするモータ。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンシクエントポール型構造を採用したロータを有するモータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、モータにおいて、例えば特許文献1にて示されているように、ロータコアの周方向に一方の磁極のマグネットが複数配置され、該コアに一体形成されたコア磁極部が各マグネット間に配置され、該コア磁極部を他方の磁極として機能させる所謂コンシクエントポール型構造のロータを有するものが知られている。このようなモータでは、性能の低下を小さく抑えつつもロータのマグネットを半数に減らすことが可能となるため、省資源化や低コスト化等の点で有利である。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-327139号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献1のようなコンシクエントポール型構造のロータは、磁束の強制力（誘導）のあるマグネットと、磁束の強制力のないコア磁極部とが混在する磁極にて構成されているため、磁氣的にアンバランスが生じ易く、このことが例えばコギングトルクの発生による振動増加等の回転性能の悪化に繋がっている。

20

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、その目的は、コギングトルクを抑えてより回転性能を向上させることが可能なモータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、ロータコアの周方向に一方の磁極のマグネットが複数配置されるとともに、前記ロータコアに一体形成されたコア磁極部が各マグネット間に空隙を以て配置され、前記コア磁極部を他方の磁極として機能するように構成されて $2 \times p$ 極（但し p は極対数）の磁極を有するロータと、周方向等間隔に複数設けられるとともに前記ロータと径方向に対向して $2 \times p \times m \times n$ 個（但し m はステータ巻線の相数、 n は自然数）のティースを有するコアと前記ティースに装着された多相の巻線とを有するステータとを備えたモータであって、前記ロータは、前記マグネットと前記コア磁極部との開角度が互いに異なるように構成されたことをその要旨とする。

30

【0007】

この発明では、ロータは、マグネットとコア磁極部との開角度が互いに異なるように構成される。ここで、本発明のロータはコンシクエントポール（ハーフマグネット）型構造のロータであるため、全周に亘ってマグネットを配置したフルマグネット型構造のロータと比較してマグネットの個数を減らすことが可能となる。このため、本発明のロータは、比較的形状変更が容易なロータコアと一体形成されたコア磁極部の開角度の変更などの形状変更を行うことで、各磁極部で発生し得るコギングトルクがずれるため、それらの合成コギングトルクを抑えることが可能となる。

40

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のモータにおいて、前記マグネットの開角度 θ_m 及び前記コア磁極部の開角度 θ_g を、 $\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2$ 、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2$ 、となるように設定したことをその要旨とする。

【0009】

50

この発明では、マグネットの開角度 θ_m 及び前記コア磁極部の開角度 θ_g を、 $\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2$ 、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2$ 、となるように設定する。このような構成とすることで、図 3 に示すように、各磁極部で発生し得るコギングトルクがずれて、モータ全体としての合成コギングトルクを抑えることができる。

【0010】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のモータにおいて、前記マグネットが径方向に対向するティースの個数を a として前記ティースの開角度を θ_t とした場合に、前記マグネットの開角度 θ_m 及び前記コア磁極部の開角度 θ_g を、 $\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2$ 、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2 \times b$ (但し、 $0 < b < 1$ を満たす)、となるように設定したことをその要旨とする。

10

【0011】

この発明では、コア磁極部の開角度 θ_g を、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2 \times b$ (但し、 $0 < b < 1$ を満たす)、となるように設定する。このような構成とすることで、例えばロータコアのコア磁極部の外径(径方向長さ)をマグネット磁極部の外径(径方向長さ)を小さくすることに対応することができる。このため、コア磁極部の外径をマグネット磁極部の外径と同じとした場合と比較して、振動に繋がるラジアル方向(径方向)への加振力を抑えることができるとともに、各磁極部のパーミアンスのバランスを整えることが可能となる。

【0012】

20

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 に記載のモータにおいて、前記マグネットの周方向両端位置と前記コア磁極部の周方向両端位置が対向する前記ティースの周方向位置に対して周方向に相対的にずれるよう設定されたことをその要旨とする。

【0013】

この発明では、マグネットの周方向両端位置とコア磁極部の周方向両端位置が対向するティースに対して周方向に相対的にずれるように設定されるため、マグネット及びコア磁極部が同期せず、合成コギングトルクを抑えることができる。

【0014】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 に記載のモータにおいて、前記マグネットの周方向両端位置と前記コア磁極部の周方向両端位置が対向する前記ティース間の間隙に対して周方向に相対的にずれるように設定されたことをその要旨とする。

30

【0015】

この発明では、マグネットの周方向両端位置とコア磁極部の周方向両端位置が対向するティース間の間隙に対して周方向に相対的にずれるように設定されるため、マグネット及びコア磁極部が同期せず、合成コギングトルクを抑えることができる。

【0016】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のモータにおいて、前記ロータコアに設けられる前記マグネット及び前記コア磁極部と、前記ロータコアを固定する固定部材との間にロータコア材より比重及び磁性が小さい小磁性軽量部分が形成されたことをその要旨とする。

40

【0017】

この発明では、ロータコアに設けられるマグネット及びコア磁極部と、ロータコアを固定する固定部材との間に形成される小磁性軽量部分がロータコア材より比重が小さいことからモータの重量を軽量化でき、これに伴い機動性を向上させることができる。また、前記小磁性軽量部分はロータコア材より磁性が小さいことから、磁極の磁束が磁極から遠ざかる方向である固定部材側に流れ難くなり、磁気変動を抑えてよりコギングトルクを低減させることができる。これとともに、ロータコア内に発生する渦電流が抑制され高効率(高出力)のモータを提供することができる。しかも、高出力化により出力当たりのモータの大きさを小型化することができる。

【0018】

50

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載のモータにおいて、前記小磁性軽量部分は前記コア磁極部の背部に形成された複数の空隙であり、該空隙の周方向の開角度は前記コア磁極部の開角度より大きくなるように構成されたことをその要旨とする。

【0019】

この発明では、小磁性軽量部分は前記コア磁極部の背部に形成された複数の空隙であり、該空隙の周方向の開角度は前記コア磁極部の開角度より大きくなるように構成される。このように、空隙の周方向の開角度をコア磁極部の開角度より大きくなるように設定することで、周方向に配置される空隙間のロータコア材の周方向幅を極力狭めることができる。これにより、ロータコアを固定する固定部材側にマグネットからの磁束が流れにくくなり、好適にコア磁極部側に磁束を集中させることができる。この結果、ロータの周方向に交互に形成されるマグネット及びコア磁極部の磁気バランスが向上し、コギングトルクの低減、低騒音化、低振動化、高出力化につながる。しかも、高出力化により出力当たりのモータの大きさを小型化することができる。

10

【0020】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のモータにおいて、前記ロータコアは、ロータコア材を複数積層して構成されることその要旨とする。

この発明では、ロータコアは、ロータコア材を複数積層して構成されるため、ロータコアが一体物である場合と比べて軸方向への磁気抵抗が高くなりコギングトルクを抑えることができる。これに加えて、ロータコア内に発生する渦電流が抑制されて効率的（高出力）なモータを提供することができる。

20

【発明の効果】

【0021】

従って、上記記載の発明によれば、コギングトルクを抑えてより回転性能を向上させることが可能なモータを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】（a）は本実施形態におけるモータの概略構成図であり、（b）はモータの一部を示す平面図である。

【図 2】同上におけるティースと各磁極との関係を説明するための模式図である。

【図 3】同上におけるコギングトルクについて説明するための特性図である。

30

【図 4】別例におけるティースと各磁極部との関係を説明するための模式図である。

【図 5】別例におけるモータの概略構成図である。

【図 6】別例におけるモータの一部を示す平面図である。

【図 7】別例におけるティースと各磁極部との関係を説明するための模式図である。

【図 8】別例におけるティースと各磁極部との関係を説明するための模式図である。

【図 9】別例におけるロータの斜視図である。

【図 10】別例におけるロータの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

40

図 1（a）に示すように、本実施形態のモータ 10 は、略円環状のステータ 11 の内側にロータ 12 が配置されて構成されている。

【0024】

ステータ 11 は、図 1（a）に示すように、円筒部 21 とこの円筒部 21 から径方向内側に延びて周方向に複数（本実施形態では 60 個）設けられるティース 22 とを有するステータコア 13 を備える。なお、ステータコア 13 は、透磁率の高い金属性の板状部材よりなる積層部材が軸方向に積層されて構成されている。ステータコア 13 の各ティース 22 間には、ロータ 12 を回転させる磁界を発生させるためのセグメント巻線 23 が挿入されるスロットが形成されている。スロットは、軸方向から見て断面が径方向に沿った長方形であり、スロットの個数は、ティース 22 の個数と同数（本実施形態では 60 個）とな

50

っている。なお、ティース 22 とセグメント巻線 23 との間には、図示しないインシュレータが介在されている。

【0025】

ステータ 11 のセグメント巻線 23 は、断面略四角形状であり、多相（本実施形態では 3 相）の分布巻とされている。セグメント巻線 23 は、ティース 22 間のスロットを軸方向（紙面直交方向）に貫通するスロット内に配置されるスロット挿入部 24 と、スロットから軸方向に突出するスロット突出部（図示略）とを有する複数のセグメント導体 25 を相毎に有している。そして、その相毎のセグメント導体 25 は、径方向に隣り合うスロット突出部同士にて溶着により電氣的に接続されて周方向に連続する導線として構成される。なお、各セグメント導体 25 は、導体板が折り曲げ加工されてなり、略 U 字状に形成されてお

10

【0026】

ロータ 12 は、回転軸 31 の外周面に磁性金属材料よりなる略円環状のロータコア 32 が固着されており、このロータコア 32 の外周部の周方向等間隔に外周側が N 極のマグネット 33 が複数個（本実施形態では 5 個）配置されてマグネット磁極部 34 が形成されている。マグネット磁極部 34 を構成するマグネット 33 は、ロータ 12 の軸方向から見て長手方向が径方向の直交方向に沿って配置されている。なお、外周側が S 極のマグネット

20

【0027】

各マグネット磁極部 34 間には、ロータコア 32 に一体形成されたコア磁極部 35 がそれぞれマグネット磁極部 34 との各境界部に軸方向から見て一定面積の空隙 X を以て配置されている。

【0028】

そして、各マグネット 33（マグネット磁極部 34）及びコア磁極部 35 は略等角度間隔に交互に配置（この場合、マグネット 33（マグネット磁極部 34）とコア磁極部 35 とが 180° 反対位置に配置）される。ロータ 12 は、径方向外側が N 極のマグネット 33（マグネット磁極部 34）に対してコア磁極部 35 を S 極として機能させる 10 極の所謂コンシクエントポール型にて構成されている。なお、ロータ 12 の極対数はマグネット 33 と同数であり、本実施形態では極対数「5」となっている。なお、セグメント導体 25 がティース 22 を跨ぐ本数は、（スロット数 / 磁極数）により決定されるようになっている。

30

【0029】

なお、本実施形態のステータ 11 は、ロータ 12 のマグネット 33（マグネット磁極部 34）の個数（＝極対数）を「p」（但し p は 2 以上の整数）、セグメント巻線 23 の相数を「m」として、ティース 22 の個数「L」が、「 $L = 2 \times p \times m \times n$ （個）」（但し「n」は自然数）となるように構成されている。そして、本実施形態では、この数式に基づいて、ティース 22 の個数「L」は、 $L = 2 \times 5$ （マグネット 23 の個数） $\times 3$ （相数） $\times 2 = 60$ （個）に設定されている。

40

【0030】

ロータ 12 のマグネット 33 は、湾曲形状をなす外側面 33a と平坦な内側面 33b とを有する略四角柱状に形成されている。マグネット 33 の外側面 33a は、軸線 C を中心とする円弧状をなし、ティース 22 の先端部 22a（径方向において内側部位）と径方向に対向している。マグネット 33 は、その内側面 33b がロータコア 32 の隣接するコア磁極部 35 間に設けた固着面に固着され、隣接のコア磁極部 35 との間には周方向の空隙 X が設けられている。なお、マグネット 33 は、そのそれぞれの外側面 33a が同一円周上に位置するように構成されている。

【0031】

コア磁極部 35 は、略扇状に径方向外側に突出する形状をなしており、湾曲形状をなす

50

外側面を有している。

このような本実施形態のモータ 10 は、ロータコア 32 のコア磁極部 35 を磁極として機能するように構成された所謂コンシクエントポール型構造のロータ 12 と、複数のセグメント導体 25 からなるセグメント巻線 23 を有するステータ 11 とから構成されている。セグメント巻線 23 は、従来技術のような連続線をティースに巻回して構成される巻線と比較して占積率を高く構成できるため、高出力化が可能となっている。このため、ロータ 12 をコンシクエントポール型とすることで、マグネット 33 の個数を少なく抑えて省資源化や低コスト化等にも貢献しつつも、ステータ 11 の巻線をセグメント巻線とすることで高出力化が可能となっている。

【0032】

次に、本実施形態のモータ 10 の特徴部位である各磁極部 34, 35 の開角度について詳細に説明する。

図 1 (b) 及び図 2 に示すように、コア磁極部 35 の軸線 C を中心とする開角度 θ_g は、マグネット磁極部 34 の軸線 C を中心とする開角度 θ_m と異なる角度に設定されている。

【0033】

具体的には、マグネットが径方向に対向するティースの個数を a として前記ティースの開角度を θ_t とした場合に、マグネット磁極部 34 の開角度 θ_m を下記式のように

$$\theta_m = 360 / 2 p m n \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2 \cdots (1)$$

と設定する。

【0034】

そして、コア磁極部 35 の開角度 θ_g を下記式のように

$$\theta_g = \theta_m - (360 / 2 p m n - \theta_t) \times 2 \cdots (2)$$

と設定する。

【0035】

そして、本実施形態では、マグネット 33 (マグネット磁極部 34) が常時少なくとも 5 つのティース 22 と対向するため、上記式 (1) の右辺が「 $360 / 2 p m n \times (5 + 1) - (\theta_t / 2) \times 2$ 」となる。ここで、「 $360 / 2 p m n$ 」は、ティース 22 の開角度 θ_t と、隣接する 2 つのティース 22 間 (間隙 K) の周方向における軸線 C を中心とする開角度 θ_{s1} とを足し合わせた角度である。このため、図 2 に示すように 6 つのティース 22 の開角度 θ_t と 6 つの開角度 θ_{s1} から $\theta_t \times 2$ だけ差し引いた分の角度が前記開角度 θ_m となる。一方、前記開角度 θ_m と比較して $\theta_{s1} \times 2$ だけ小さくなる角度がコア磁極部 35 の開角度 θ_g となる。この結果、マグネット 33 (マグネット磁極部 34) の周方向両端位置とコア磁極部 35 の周方向両端位置が対向するティース 22 に対して周方向に相対的にずれる。更に、マグネット 33 (マグネット磁極部 34) の周方向両端位置とコア磁極部 35 の周方向両端位置が対向するティース 22 間の間隙 K (図 2 参照) に対して周方向に相対的にずれるように設定される。

【0036】

上述の各式を用いて各磁極部 34, 35 の開角度 θ_m , θ_g を設定して各磁極部 34, 35 の開角度 θ_m , θ_g を異なるようにすることで、図 3 に示すように各磁極部 34, 35 で発生し得るコギングトルクがずれるため、それらの合成コギングトルクを抑えることが可能となっている。このように本実施形態では、ロータ 12 の回転時の振動に繋がる合成コギングトルクが抑えられてロータ 12 の回転性能の向上が図られている。

【0037】

次に、本実施形態の特徴的な効果を記載する。

(1) ロータ 12 は、マグネット 33 (マグネット磁極部 34) とコア磁極部 35 との開角度 θ_m , θ_g が互いに異なるように構成される。ここで、ロータ 12 はコンシクエントポール (ハーフマグネット) 型構造のロータであるため、全周に亘ってマグネットを配置したフルマグネット型構造のロータと比較してマグネットの個数を減らすことが可能となる。このため、本実施形態のロータ 12 は、比較的形状変更が容易なロータコア 32 と

10

20

30

40

50

一体形成されたコア磁極部 35 の開角度 θ_g の変更などの形状変更を行うことで、各磁極部 34, 35 で発生し得るコギングトルクがずれるため、それらの合成コギングトルクを抑えることが可能となる。

【0038】

(2) マグネット 33 (マグネット磁極部 34) の開角度 θ_m 及びコア磁極部 35 の開角度 θ_g を、 $\theta_m = 360 / 2pmn \times (a + 1) - (\theta_t / 2) \times 2$ 、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2pmn - \theta_t) \times 2$ 、となるように設定する。このような構成とすることで、図 3 に示すように、各磁極部で発生し得るコギングトルクがずれて、モータ 10 全体としての合成コギングトルクを抑えることができる。

【0039】

(3) マグネット 33 (マグネット磁極部 34) の周方向両端位置とコア磁極部 35 の周方向両端位置が対向するティース 22 に対して周方向に相対的にずれるように設定される。更にマグネット 33 (マグネット磁極部 34) の周方向両端位置とコア磁極部 35 の周方向両端位置が対向するティース 22 間の間隙 K に対して周方向に相対的にずれるように設定される。このような構成とすることで、マグネット 33 及びコア磁極部 35 が同期せず、合成コギングトルクを抑えることができる。

【0040】

尚、本発明の実施形態は、以下のように変更してもよい。

・上記実施形態では、ロータコア 32 の外表面 (外周面) にマグネット 33 が固着される所謂 SPM 構造としたが、これに限らず、例えば図 5 及び図 6 に示すようにロータコア 32 にマグネット 33 が埋設される所謂 IPM 構造としてもよい。この場合であっても、各式コア磁極部 35 の開角度 θ_g とマグネット磁極部 34 の開角度 θ_m とが互いに異なるように構成することが望ましい。

【0041】

・上記実施形態では、式 (2) にてコア磁極部 35 の開角度 θ_g を設定する構成としたが、これに限らず、例えば下記式 (3) にてコア磁極部 35 の開角度 θ_g を設定する構成としてもよい。なお、下記式 (3) の係数 b は、コア磁極部 35 の外径変更に伴う、開角度変更を示す係数である。この係数 b は、コア磁極部 35 の外径が小さくなればなるほどその値も小さくなり、マグネット磁極部 34 と外径が同じである場合は $b = 1$ である。

【0042】

$$\theta_g = \theta_m - (360 / 2pmn - \theta_t) \times 2 \times b \cdots (3)$$

(但し、 $0 < b < 1$ を満たす)

このような構成とすることで、図 4 に示すように例えばロータコア 32 のコア磁極部 35 の外径 (径方向長さ) をマグネット磁極部 34 の外径 (径方向長さ) を Δt だけ小さくすることに対応することができる。これに伴い、コア磁極部 35 の開角度 θ_g が前記開角度 θ_{s1} と図 4 に示すように開角度 θ_{s2} との差分だけ小さくなるように構成される。このように、コア磁極部 35 の外径を小さくすることでコア磁極部 35 の外径をマグネット磁極部 34 の外径と同じとした場合と比較して、振動に繋がるラジアル方向への加振力を抑えることができるとともに、各磁極部 34, 35 のパーミアンスのバランスを整えることが可能となる。

【0043】

・上記実施形態では、式 (1) 及び式 (2) にて各磁極部 34, 35 の開角度 θ_m , θ_g を設定する構成としたが、これに限らず、各磁極部 34, 35 の開角度 θ_m , θ_g を次のように設定してもよい。

【0044】

図 7 に示すように、コア磁極部 35 の周方向幅 (開角度 θ_g) を周方向両側 (周方向外側) にそれぞれティース 22 間の周方向における軸線 C を中心とする開角度 θ_{s1} の略半分の長さ分だけ広げた構成を採用してもよい。これにより、コア磁極部 35 の開角度 θ_g とマグネット磁極部 34 の開角度 θ_m とを異なる角度と設定することができ、コア磁極部 35 とマグネット磁極部 34 の周方向両端部位がティース 22 間の間隙 K に対する相対的

10

20

30

40

50

な位置がずれて同期しないため、各磁極部 3 4 , 3 5 のコギングトルクを抑えることが可能となる。

【 0 0 4 5 】

図 8 に示すように、マグネット磁極部 3 4 (マグネット 3 3) の周方向幅 (開角度 θ_m) を周方向内側にそれぞれティース 2 2 間の周方向における軸線 C を中心とする開角度 θ_s 1 の略半分の長さ分だけ狭めた構成を採用してもよい。これにより、コア磁極部 3 5 の開角度 θ_g とマグネット磁極部 3 4 の開角度 θ_m とを異なる角度と設定することができ、コア磁極部 3 5 とマグネット磁極部 3 4 のそれぞれがティース 2 2 間の間隙 K に対する相対的な位置がずれて同期しないため、各磁極部 3 4 , 3 5 のコギングトルクを抑えることが可能となる。

10

【 0 0 4 6 】

・上記実施形態では、特に言及していないが、例えば図 9 , 1 0 に示すようにロータ 1 2 を厚さ L 1 の鋼板よりなるロータコア片 3 2 a (ロータコア材) を複数積層する構成を採用してもよい。ここで、コンシクエントポール型構造のロータ 1 2 は、ロータ 1 2 内で磁気変動が生じるが、積層タイプのロータコア 3 2 で構成することで、磁気変動に伴う渦電流損を抑えることができる。

【 0 0 4 7 】

また、同図 9 , 1 0 に示すようにロータコア 3 2 内に空隙 Y (小磁性軽量部分) を形成する構成を採用してもよい。このようにロータコア 3 2 内に空隙 Y を形成することで、軽量化することができ、これに伴いロータ 1 2 回転時の機動性を高めることができる。

20

【 0 0 4 8 】

また、前記ロータコア 3 2 内の空隙 Y を各磁極部 3 4 , 3 5 の背部 (径方向内側) に形成することで、ロータコア 3 2 (ロータコア片 3 2 a) より磁性を小さくなるため、各磁極部 3 4 , 3 5 の磁束が各磁極部 3 4 , 3 5 から遠ざかる方向である回転軸 3 1 側に流れにくくすることができる。これにより、磁気変動を抑えてよりコギングトルクを低減させることができる。これとともに、ロータコア 3 2 に発生する渦電流が抑制され高効率 (高出力) のモータを提供することができる。しかも高出力化により出力当たりのモータ 1 0 の大きさを小型化することが可能となる。

【 0 0 4 9 】

また、同図 9 , 1 0 に示すように、小磁性軽量部分としての空隙 Y の軸線 C に対する開角度 θ_h (周方向幅) をコア磁極部 3 5 の開角度 θ_g より大きくなるように構成してもよい。勿論、空隙 Y の周方向の開角度 θ_h をマグネット磁極部 3 4 (マグネット 3 3) の開角度 θ_m よりも大きくなるように構成してもよい。このように、空隙 Y の周方向の開角度 θ_h をコア磁極部 3 5 の開角度 θ_g より大きくなるように設定することで、周方向に配置される空隙 Y 間のロータコア 3 2 の周方向幅を極力狭めることができる。これにより、ロータコア 3 2 を固定する固定部材としての回転軸 3 1 側にマグネット 3 3 (マグネット磁極部 3 4) からの磁束が流れにくくなり、好適にコア磁極部 3 5 側に磁束を集中させることができる。この結果、ロータ 1 2 の周方向に交互に形成されるマグネット 3 3 及びコア磁極部 3 5 の磁気バランスが向上し、コギングトルクの低減、低騒音化、低振動化、高出力化につながる。しかも、高出力化により出力当たりのモータの大きさを小型化することが

30

40

【 0 0 5 0 】

また、図 9 に示すようなロータコア片 3 2 a を複数積層する積層タイプのロータ 1 2 において、各磁極部 3 4 , 3 5 間の空隙 X の周方向幅 L 2 がロータコア 3 2 を構成するロータコア片 3 2 a の厚さ L 1 よりも大きく設定する構成を採用してもよい。これにより、磁気軸方向へ乱れること抑えて磁気の流れを良好とすることが可能となる。

【 0 0 5 1 】

・上記実施形態のモータ 1 0 では、ロータ 1 2 がステータ 1 1 の径方向内側に配置される所謂インナロータタイプで構成したが、ロータ 1 2 が径方向外側に配置される所謂アウトロータタイプで構成してもよい。

50

【 0 0 5 2 】

・上記実施形態では、 $n = 2$ として本発明を適用したが、前記 n は任意に変更してもよい。

次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想を以下に追記する。

【 0 0 5 3 】

(イ) 請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のモータにおいて、前記ロータは、前記マグネットが鉄心部の径方向外側の外周面に配置される S P M 構造であることを特徴とするモータ。

【 0 0 5 4 】

これにより、S P M 構造のロータを有するモータにおいてコギングトルクを抑えて、モータの回転性能の向上を可能とできる。

(ロ) 請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載のモータにおいて、前記ロータは、前記マグネットが鉄心部内径側に配置される I P M 構造であることを特徴とするモータ。

【 0 0 5 5 】

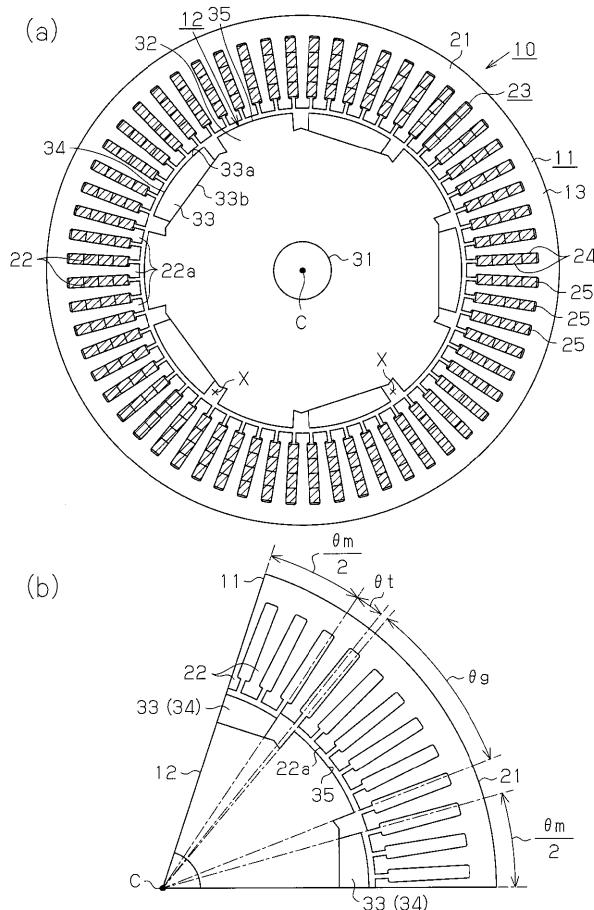
これにより、I P M 構造のロータを有するモータにおいてコギングトルクを抑えて、モータの回転性能の向上を可能とできる。

【 符号の説明 】

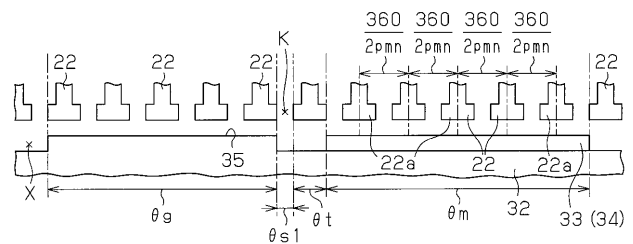
【 0 0 5 6 】

1 0 ... モータ、1 1 ... ステータ、1 2 ... ロータ、2 2 ... ティース、3 1 ... 回転軸（固定部材）、3 2 ... ロータコア、3 2 a ... ロータコア片（ロータコア材）、3 3 ... マグネット、3 4 ... マグネット磁極部、3 5 ... コア磁極部、K ... 間隙、L 1 ... 厚み、L 2 ... 空隙 X の周方向幅、X ... 空隙、Y ... 空隙（小磁性軽量部分）、 θh 、 θg 、 θm 、 θt 、 $\theta s 1$ 、 $\theta s 2$... 開角度。

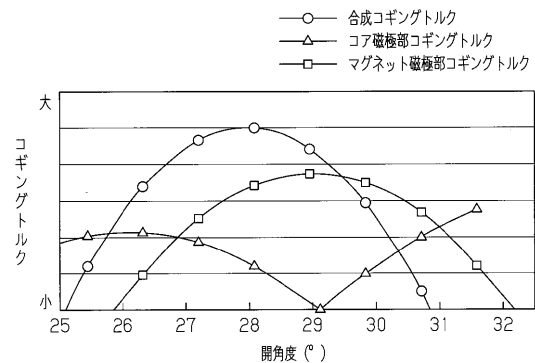
【 図 1 】



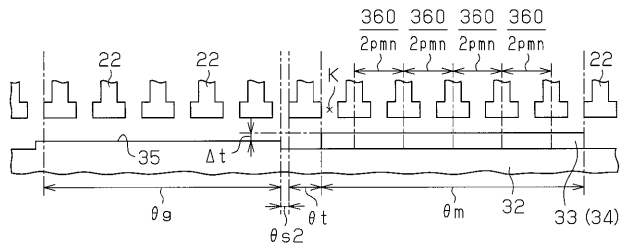
【 図 2 】



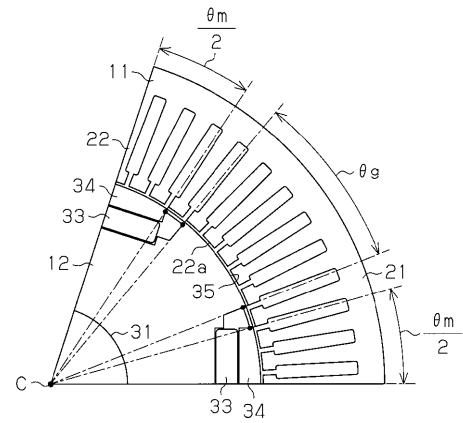
【 図 3 】



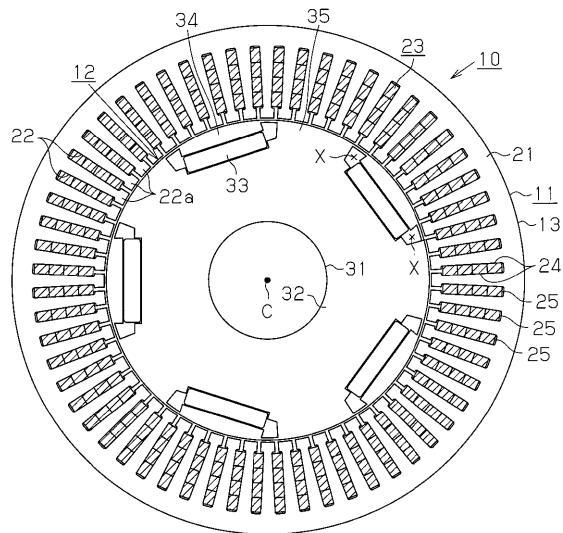
【図 4】



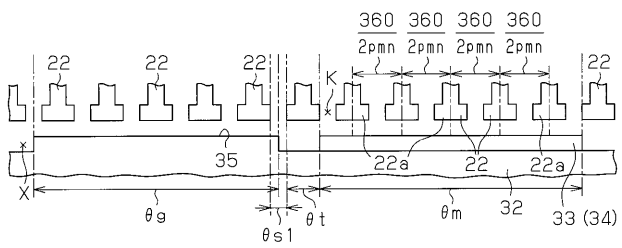
【図 6】



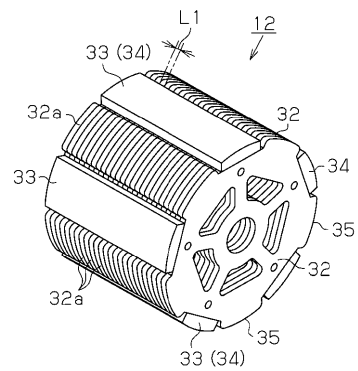
【図 5】



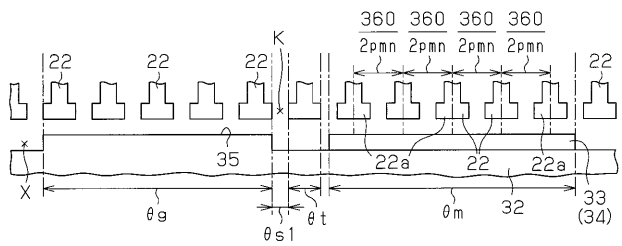
【図 7】



【図 9】



【図 8】



【図 10】

