

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5687072号
(P5687072)

(45) 発行日 平成27年3月18日 (2015. 3. 18)

(24) 登録日 平成27年1月30日 (2015. 1. 30)

(51) Int. Cl. F I
H02K 1/27 (2006.01)
H02K 1/27 501A
H02K 1/27 501M

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2011-177 (P2011-177)	(73) 特許権者	000101352
(22) 出願日	平成23年1月4日 (2011. 1. 4)		アスモ株式会社
(65) 公開番号	特開2012-143088 (P2012-143088A)		静岡県湖西市梅田 390 番地
(43) 公開日	平成24年7月26日 (2012. 7. 26)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成25年9月25日 (2013. 9. 25)		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
		審査官	マキロイ 寛清
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モータ

(57) 【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、

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 θt とした場合に、前記マグネットの開角度 θm 及び前記コア磁極部の開角度 θg 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 2】

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

10

20

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、

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 θt とした場合に、前記マグネットの開角度 θm 及び前記コア磁極部の開角度 θg 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 3】

請求項 1 又は 2 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 4】

請求項 3 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 5】

請求項 1 ～ 4 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】

【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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 3 2 7 1 3 9 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。

【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、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。

【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。

【0009】

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2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、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。

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。

10

20

30

40

50

【0011】

この発明では、コア磁極部の開角度 θ_g を、 $\theta_g = \theta_m - (360 / 2p_m n - \theta_t) \times 2 \times b$ (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。

【0016】

請求項3に記載の発明は、請求項1又は2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。

10

【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。

20

【0018】

請求項4に記載の発明は、請求項3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。

30

【0020】

請求項5に記載の発明は、請求項1～4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。

40

【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

50

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。

【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。

10

【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。

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。

20

【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り、U字の平行直線部に相当する一対のスロット挿入部24は、周方向に複数（例えば6個）のティース22を跨いで離間した2つのスロット内にそれぞれ配置されている。

30

【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極のマグネットとしてもよい。

40

【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

50

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。

【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。

【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、「 $360/2pmn$ 」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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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】

$$\theta g = \theta m - (360 / 2 p m n - \theta t) \times 2 \times b \cdots (3)$$

(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 θg が前記開角度 $\theta s 1$ と図 4 に示すように開角度 $\theta s 2$ 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。

10

【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 θm , θg 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 θm , θg 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 θg ）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 $\theta s 1$ 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 θg とマグネット磁極部 34 の開角度 θm 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 に対する相対的な位置がずれて同期しないため、各磁極部 34, 35 のコギングトルクを抑えることが可能となる。

20

【0045】

図 8 に示すように、マグネット磁極部 34（マグネット 33）の周方向幅（開角度 θm ）を周方向内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 $\theta s 1$ 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 35 の開角度 θg とマグネット磁極部 34 の開角度 θm 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 のそれぞれがティース 22 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 34, 35 のコギングトルクを抑えることが可能となる。

30

【0046】

・上記実施形態では、特に言及していないが、例えば図 9, 10 に示すようにロータ 12 を厚さ $L 1$ の鋼板よりなるロータコア片 32 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 12 は、ロータ 12 内で磁気変動が生じるが、積層タイプのロータコア 32 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。

【0047】

また、同図 9, 10 に示すようにロータコア 32 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 32 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 12 回転時の機動性を高めることができる。

40

【0048】

また、前記ロータコア 32 内の空隙 Y を各磁極部 34, 35 の背部（径方向内側）に形成することで、ロータコア 32（ロータコア片 32 a）より磁性を小さくなるため、各磁極部 34, 35 の磁束が各磁極部 34, 35 から遠ざかる方向である回転軸 31 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 32 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 10

50

の大きさを小型化することが可能となる。

【0049】

また、同図9、10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 θh （周方向幅）をコア磁極部35の開角度 θg 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 θh をマグネット磁極部34（マグネット33）の開角度 θm 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 θh をコア磁極部35の開角度 θg 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32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32を固定する固定部材としての回転軸31側にマグネット33（マグネット磁極部34）からの磁束が流れにくくなり、好適にコア磁極部35側に磁束を集中させることができる。この結果、ロータ12の周方向に交互に形成されるマグネット33及びコア磁極部35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

【0050】

また、図9に示すようなロータコア片32aを複数積層する積層タイプのロータ12において、各磁極部34、35間の空隙Xの周方向幅L2がロータコア32を構成するロータコア片32aの厚さL1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、磁気が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。

20

【0051】

・上記実施形態のモータ10では、ロータ12がステータ11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12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。

【0052】

・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。

【0053】

（イ）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SPM構造であることを特徴とする。

30

【0054】

これにより、SPM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）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IPM構造であることを特徴とする。

【0055】

これにより、IPM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。

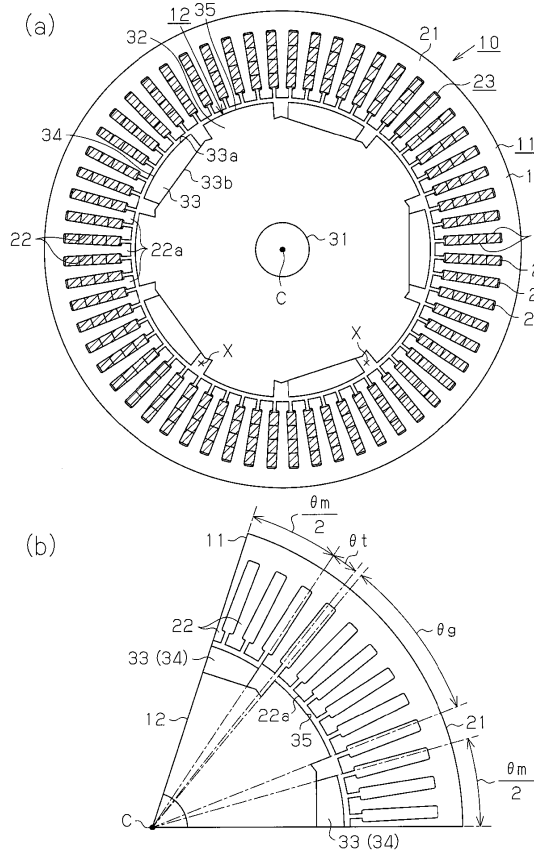
【符号の説明】

【0056】

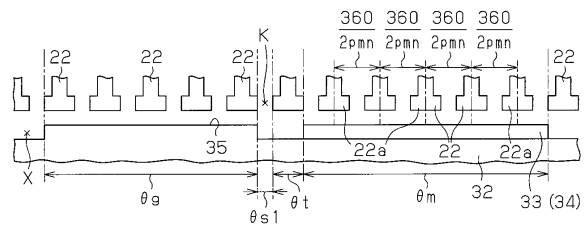
40

10…モータ、11…ステータ、12…ロータ、22…ティース、31…回転軸（固定部材）、32…ロータコア、32a…ロータコア片（ロータコア材）、33…マグネット、34…マグネット磁極部、35…コア磁極部、K…間隙、L1…厚み、L2…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 、 $\theta s1$ 、 $\theta s2$ …開角度。

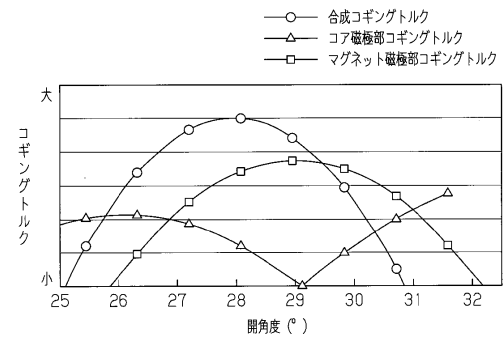
【図 1】



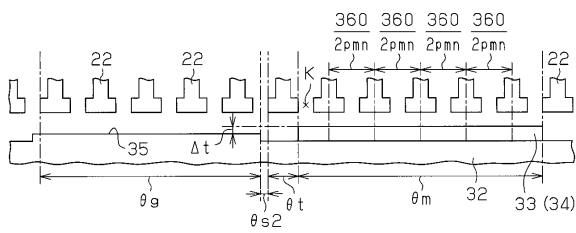
【図 2】



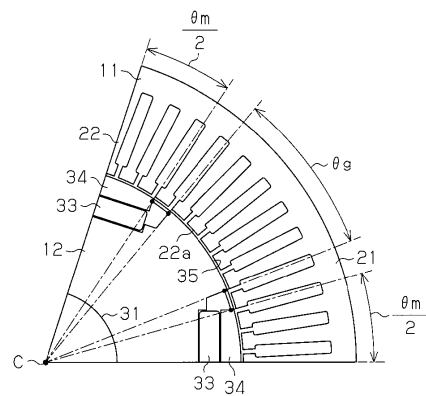
【図 3】



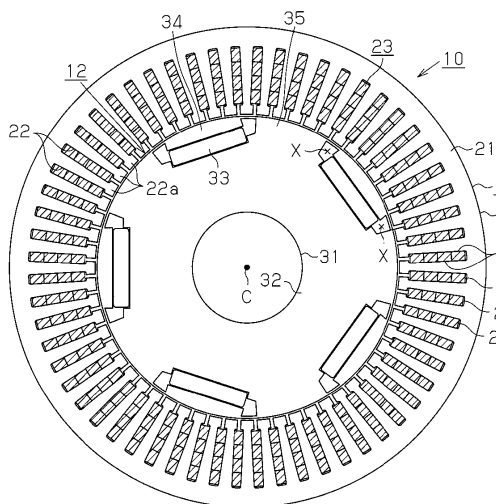
【図 4】



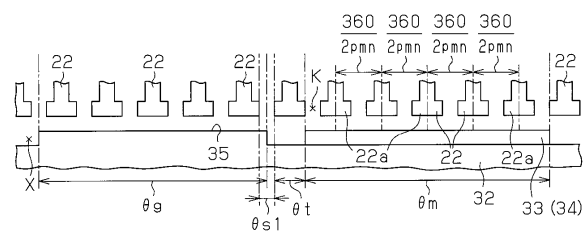
【図 6】



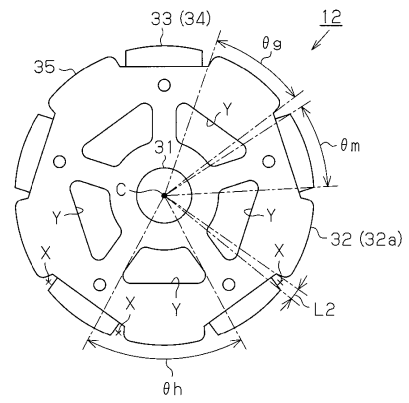
【図 5】



【図 7】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-263774 (JP, A)
特開平11-018328 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 1/27