

(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2011-83114

(P2011-83114A)

(43) 公開日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(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	
	H02K 1/27 501K	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-233022 (P2009-233022)
 (22) 出願日 平成21年10月7日 (2009.10.7)

(71) 出願人 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 100080056
 弁理士 西郷 義美
 (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
 Fターム(参考) 5H622 AA02 CA02 CA07 CA10 PP10

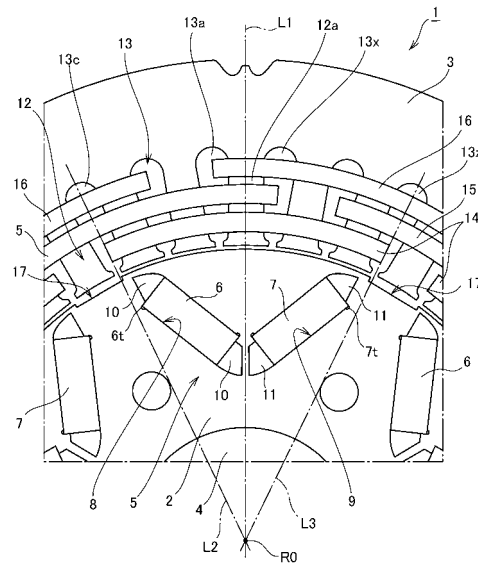
(54) 【発明の名称】 電動機

(57) 【要約】

【課題】本発明は、電気角に対する磁気抵抗の脈動を抑制すること、コギントルクやトルクリップル、鉄損をより低減することを目的としている。

【解決手段】このため、複数の永久磁石群を有するロータと、等間隔に配置されたティースと、ティース間に形成されたスロットとを備えた電動機において、各々の永久磁石群は、等間隔に配置され、かつ2つの永久磁石から構成され、2つの永久磁石は、ロータ中心から外方に向かって開いたV字形状に配置され、ロータの外周の内、等間隔に配置され、かつV字形状を備えた永久磁石群同士の間位置する部分の形状が、凹部形状を有している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の永久磁石群を有するロータと、等間隔に配置されたティースと、このティース間に形成されたスロットとを備えた電動機において、各々の永久磁石群は、等間隔に配置され、かつ2つの永久磁石から構成され、2つの永久磁石は、前記ロータ中心から外方に向かって開いたV字形状に配置され、前記ロータの外周の内、等間隔に配置され、かつV字形状を備えた永久磁石群同士の間位置する部分の形状が、凹部形状を有していることを特徴とする電動機。

【請求項 2】

1つの永久磁石群を構成する2つの永久磁石の外端角部が、前記1つのティースの両側左右方向に配置されたスロットを数えて、各々2番目のスロットの幅方向中心と、ロータ中心とを結ぶ直線上に位置していることを特徴とする請求項1に記載の電動機。

10

【請求項 3】

ロータを鉄心とした際に電気子電流が鎖交する磁束線の妨げにならないような位置に前記永久磁石群は配置されることを特徴とする請求項2に記載の電動機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は電動機に係り、特に電気角に対する磁気抵抗の脈動の抑制を図るとともに、コギントルクやトルクリップル、鉄損の低減をも図る電動機に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

EV、HEV、PHEV、FCV等の車両に搭載される駆動用モータには、回転子に永久磁石を埋め込んだ電動機（永久磁石埋め込み型モータ：IPMモータ）が採用されている。

この電動機では、磁石の形状、配置、磁束の通り道を工夫することによって、自己インダクタンスの位置による磁気エネルギーの変化によって生じる回転力であるリラクタンストルクを有効に活用することができ、このリラクタンストルクを有効に活用することで、永久磁石の磁界が形成する鎖交磁束と電機子電流との積によって生じるマグネットトルクとを合わせて、総トルク（モータトルク）を増強することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-328956号公報

【特許文献2】特開2005-102461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、従来の電動機において、HEV、EVなどの駆動用モータに利用される電動機は、低回転減で大トルクに加えて、広い可変速特性が求められる。

40

これを実現するためには、前記のようにリラクタンストルクを有効的に使うことが有効で、そのために回転子の形状としては、永久磁石をV字形状に配置する方法が広く採用されている。

【0005】

永久磁石106、107をV字形状に配置したロータ102を備えた電動機101には、図5に示すものがある。

図5において、前記電動機101は、前記ロータ102と、このロータ102の外周側に配設したステータ103とを備えている。

前記ロータ102は、複数の永久磁石群105を周方向に等間隔に配置している。

そして、永久磁石群105は、2つの永久磁石106、107から構成され、ロータ1

50

02の中心から外方に向かって開いたV字形状に配置されている。

前記ステータ103は、内周側に等間隔に配置された複数のティース112と、このティース112間に形成されたスロット113とを有している。

このティース112には、巻線相としてのU相コイル114とV相コイル115とW相コイル116とをスロット113に通して巻回している。

また、前記電動機101は、永久磁石106、107をV字形状に配置するV字形配置を採用することで、平板型配置に比べて、永久磁石106、107の開口度を調整することによりパーミアンスの微調整が可能になり、誘起電圧高調波含有率を下げることができ、高調波成分による鉄損低減の効果がある。

【0006】

10

しかし、前記永久磁石をV字形状に配置してV字型配置とした電動機は、リラクタンストルクの比率が大きくなると、すなわち突極比が大きくなると、電気角に対する磁気抵抗の差が大きくなることから、モータトルクのトルクリップルの増加につながるという不都合がある。

そして、q軸磁路を確保し、リラクタンストルクを有効利用することができるV字型配置は、永久磁石を回転子外径近くに平板型に配置した場合に比べ突極比が大きくなるため、モータトルクのトルクリップルが増加するという不都合がある。

このモータトルクのトルクリップルの増加は、電動機を車両の駆動用モータとして利用した場合に乗り心地に影響するため、できるだけ小さいことが望ましい。

また、モータトルクのトルクリップル、すなわち高調波トルクは電磁騒音増加にもつながり、運転者にとって不快な音となるため、できるだけ低減すべきである。

20

【0007】

上述の特許文献1のような箇所に溝を設けることで、モータトルクのトルクリップル低減と鉄損低減とを図る方策では、溝形状が複雑であるため製品バラツキが出やすいという不都合がある。

また、遠心力が集中する箇所であり、亀裂の恐れがあることや、プレス打ち抜きによる残留応力によりBH特性が劣化し、q軸磁路の抵抗が高くなることが懸念される。

【0008】

この発明は、電気角に対する磁気抵抗の脈動を抑制すること、コギントルクやトルクリップル、鉄損をより低減することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

そこで、この発明は、上述不都合を除去するために、複数の永久磁石群を有するロータと、等間隔に配置されたティースと、このティース間に形成されたスロットとを備えた電動機において、各々の永久磁石群は、等間隔に配置され、かつ2つの永久磁石から構成され、2つの永久磁石は、前記ロータ中心から外方に向かって開いたV字形状に配置され、前記ロータの外周の内、等間隔に配置され、かつV字形状を備えた永久磁石群同士の間位置する部分の形状が、凹部形状を有していることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

40

以上詳細に説明した如くこの発明によれば、複数の永久磁石群を有するロータと、等間隔に配置されたティースと、ティース間に形成されたスロットとを備えた電動機において、各々の永久磁石群は、等間隔に配置され、かつ2つの永久磁石から構成され、2つの永久磁石は、ロータ中心から外方に向かって開いたV字形状に配置され、ロータの外周の内、等間隔に配置され、かつV字形状を備えた永久磁石群同士の間位置する部分の形状が、凹部形状を有している。

従って、電気角に対する磁気抵抗の脈動を抑制することが可能である。

また、コギントルク、トルクリップル、鉄損をより低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0011】

50

【図 1】図 1 は電動機の部分断面図である。(実施例)

【図 2】図 2 は変形例を示す電動機の部分断面図である。(実施例)

【図 3】図 3 は無負荷誘起電圧波形の比較を示す図である。(実施例)

【図 4】図 4 は削り深さとトルクリップルの比較を示す図である。(実施例)

【図 5】図 5 はこの発明の従来技術を示す電動機の部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下図面に基づいてこの発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例】

【0013】

図 1 ~ 図 4 はこの発明の実施例を示すものである。

図 1 において、1 は電動機、2 はロータ(「回転子」または「ロータコア」とも換言できる。)、3 はロータ 2 の外周側に配設したステータ(「固定子」または「ステータコア」とも換言できる。)である。

前記ロータ 2 は、回転軸 4 に固定された磁性材料により円筒形状に形成され、このロータ 2 に複数の永久磁石群 5 を周方向に等間隔に配置している。

また、前記ロータ 2 の周方向に隣り合う永久磁石群 5 は、それぞれ周方向に交互に磁極が異なるように配置している。

そして、各々の永久磁石群 5 は、等間隔に配置され、かつ 2 つの第 1、第 2 永久磁石 6、7 から構成される。

前記ロータ 2 には、各々の永久磁石群 5 を構成する 2 つの第 1、第 2 永久磁石 6、7 をそれぞれ挿入して固定するための、2 つの第 1、第 2 磁石挿入孔 8、9 を軸方向に形成している。

このとき、一对の第 1、第 2 磁石挿入孔 8、9 は、断面長四角形状に形成され、長手方向を前記ロータ 2 の中心から外方に向かって開いた V 字形状に配置される。

前記第 1、第 2 磁石挿入孔 8、9 の長手方向両端には、図 1 に示す如く、磁束の通過を阻止するフラックスバリア 10、11 を形成している。

前記第 1、第 2 永久磁石 6、7 は、前記第 1、第 2 磁石挿入孔 8、9 と同じ断面長四角形状に夫々形成され、第 1、第 2 磁石挿入孔 8、9 に各々挿入されて固定される。

そして、前記第 1 永久磁石 6 が固定された第 1 磁石挿入孔 8 の長手方向両端には、前記フラックスバリア 10 が配置されるとともに、前記第 2 永久磁石 7 が固定された第 2 磁石挿入孔 9 の長手方向両端には、前記フラックスバリア 11 が配置される。

【0014】

また、前記電動機 1 の前記ステータ 3 は、図 1 に示す如く、磁性材料により円筒形状に形成され、ステータ 3 の内周側に等間隔に配置されたティース 12 と、このティース 12 間に形成されたスロット 13 とを有している。

前記ティース 12 には、巻線相としての U 相コイル 14 と V 相コイル 15 と W 相コイル 16 とを、例えば 5 つのティース 12 に跨りスロット 13 に通して巻回している。

このとき、前記 U 相コイル 14 は、ティース 12 の内周側に位置し、周方向に一つのティース 12 を挟んで配置している。

また、前記 V 相コイル 15 は、前記 U 相コイル 14 の外周側に位置し、周方向に一つのティース 12 を挟んで配置し、かつ U 相コイル 14 に対して周方向にずらして重なるように配置している。

更に、前記 W 相コイル 16 は、前記 V 相コイル 15 の外周側に位置し、周方向に一つのティース 12 を挟んで配置し、かつ V 相コイル 15 に対して周方向にずらして重なるように配置している。

前記電動機 1 は、ロータ 2 の周方向に等間隔に永久磁石群 5 を配置し、ステータ 3 の U 相コイル 14 と V 相コイル 15 と W 相コイル 16 とにより回転磁界を発生させ、永久磁石群 5 の磁界との相互作用によりロータ 2 を回転させる。

【0015】

10

20

30

40

50

そして、前記電動機 1 において、前記ロータ 2 の外周の内、等間隔に配置され、かつ V 字形状を備えた永久磁石群 5 同士の間位置する部分の形状が、凹部 17 形状を有している。

詳述すれば、前記ロータ 2 の外周に複数の永久磁石群 5 を設けた際に、図 1 及び図 2 に示す如く、隣接する永久磁石群 5 同士の間において、各々の永久磁石群 5 を構成する 2 つの第 1、第 2 永久磁石 6、7 の内、一方の永久磁石群 5 の第 1 永久磁石 6 の外端角部 6 t と他方の永久磁石群 5 の第 2 永久磁石 7 の外端角部 7 t との間、または一方の永久磁石群 5 の第 2 永久磁石 7 の外端角部 7 t と他方の永久磁石群 5 の第 1 永久磁石 6 の外端角部 6 t との間を削って前記凹部 17 を形成するものである。

また、前記電動機 1 は、従来の電動機 (図 5) がロータ 2 に永久磁石を V 字型に配置した真円ロータ構造に対して、図 1 及び図 2 に示す如く、ロータ 2 外径形状に凹部 17 を形成して非真円ロータ構造としている。

前記電動機 1 は、ロータ 2 が 3 極対、前記ステータ 3 が 36 個のスロット 13、ティース 12 に 5 ピッチで巻線された、一般的な 3 相 IPM モータである。

IPM モータである前記電動機 1 のモータトルクは、マグネットトルクとリラクタンストルクとを足し合わせた大きさになる。

そのため、モータトルクのトルクリップルは、当然マグネットトルクとリラクタンストルクとの両方のリップルを足し合わせた大きさになる。

前記電動機 1 のロータ 2 形状では、追加したロータ 2 外径形状の凹部 17 により、q 軸磁路のエアギャップ長を長くして q 軸磁束の磁気抵抗を大きくすることで電気角に対する磁気抵抗の差を低減することができる。

【0016】

また、前記電動機 1 は、q 軸電機子反作用磁束が通り難くなることで突極比が低くなり、その結果リラクタンストルクのリップルを小さくすることが可能になる。

トルクリップルは、マグネットトルクとリラクタンストルクのリップルを足し合わせたものなので、当然トルクリップルが低減することにつながる。

従って、前記電動機 1 は、従来の電動機と比べて、コギントルクやトルクリップルをより低減することが可能である。

トルクリップルの低減は、図 4 の実線およびその他の線分 a、b、c から明らかなように、追加したロータ 2 外径形状の凹部 17 の削り深さ (a : 0.2 mm、b : 0.3 mm、c : 0.4 mm) にかかわらず可能になる。

よって、前記電動機 1 のロータ 2 に、図 2 に示す如く、極端に削り深さを大きくした凹部 27 を形成した場合でも、トルクリップルを低減することが可能である。ただし、リラクタンストルクが小さくなるため、モータトルクは低下することとなる。このため、適切なロータ 2 外径形状の凹部 17 の削り深さは、要求トルクとトルクリップルの低減量とによって決定する必要がある。

また、追加するロータ 2 外径形状の凹部 17 の削り深さや削り幅を調整することで、誘起電圧高調波含有率を下げることができ、高調波成分による鉄損低減の効果があり、鉄損をより低減することが可能である。

【0017】

なお、図 3 においては、従来の V 字型配置 (図 3 の実線の「ベースモデル」が該当。) による無負荷誘起電圧波形とこの発明のロータ 2 外径形状に凹部 17 (削り深さ 0.3 mm) を形成した V 字型配置 (図 3 の破線の「削り深さ 0.3 mm」が該当。) による無負荷誘起電圧波形とがほぼ一致している。

【0018】

このように、前記電動機 1 において、前記ロータ 2 の外周の内、等間隔に配置され、かつ V 字形状を備えた永久磁石群 5 同士の間位置する部分の形状が、凹部 17 形状を有する。

これにより、前記電動機 1 は、モータトルクのトルクリップルを低減することが可能であり、電動機 1 を車両の駆動用モータとして利用した場合には、快適性向上に貢献できる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 1 9 】

また、1つの永久磁石群5を構成する2つの前記第1、第2永久磁石6、7の外端角部6t、7tが、1つのティース12の両側左右方向に配置されたスロット13を数えて、各々2番目のスロット13の幅方向中心と、ロータ2中心とを結ぶ直線上に位置している。

。

つまり、2つの前記第1、第2永久磁石6、7を線対称に分け、かつロータ2の中心R0(アール・ゼロ)を通る直線L1とした際に、図1に示す如く、この直線L1上に幅方向中心を位置する1つのティース12を基準のティース12aとする。

また、この基準のティース12aの両側左右方向に配置されるスロット13を左側第1スロット13aと右側第1スロット13xとする。

そして、左側第1スロット13aから数えて2番目のスロット13を左側第3スロット13cとするとともに、右側第1スロット13xから数えて2番目のスロット13を右側第3スロット13zとする。

このとき、左側第3スロット13cの幅方向中心とロータ2の中心R0を通る直線をL2とする。

また、右側第3スロット13zの幅方向中心とロータ2の中心R0を通る直線をL3とする。

さすれば、図1に示す如く、前記第1永久磁石6の外端角部6tが直線L2上に位置する一方、前記第2永久磁石7の外端角部7tが直線L3上に位置することとなる。従って、コギントルク、トルクリップルをより低減することが可能である。

【 0 0 2 0 】

更に、前記ロータ2を鉄心とした際に電気子電流が鎖交する磁束線の妨げにならないような位置に前記永久磁石群2は配置される。

つまり、磁束線は、磁場中のある一定面積を通りぬける磁力線の垂直成分を足し合わせた磁束(「磁気誘導束」とも言う。)を仮想線分にて表示されるものであり、この磁束線が前記永久磁石群2によって妨げられないように配置する必要がある。

例えば、この発明の実施例に開示されるように複数の前記永久磁石群2を等間隔、かつV字型配置とする。

従って、前記永久磁石群2を電気子電流が鎖交する磁束線の妨げにならないような位置に配置することが可能となり、前記電動機1の駆動効率の向上に寄与できる。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 1 】

- 1 電動機
- 2 ロータ(「回転子」または「ロータコア」とも換言できる。)
- 3 スタータ(「固定子」または「スタータコア」とも換言できる。)
- 4 回転軸
- 5 永久磁石群
- 6 第1永久磁石
- 6t 外端角部
- 7 第2永久磁石
- 7t 外端角部
- 8 第1磁石挿入孔
- 9 第2磁石挿入孔
- 10、11 フラックスバリア
- 12 ティース
- 13 スロット
- 14 U相コイル
- 15 V相コイル
- 16 W相コイル

10

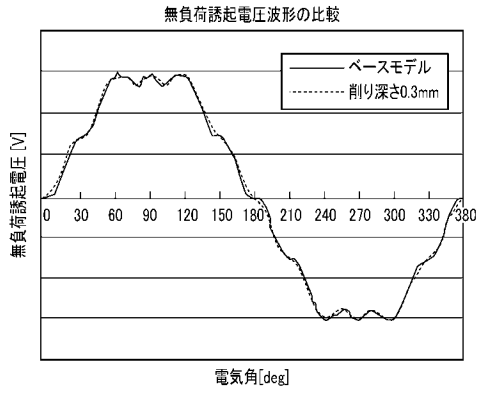
20

30

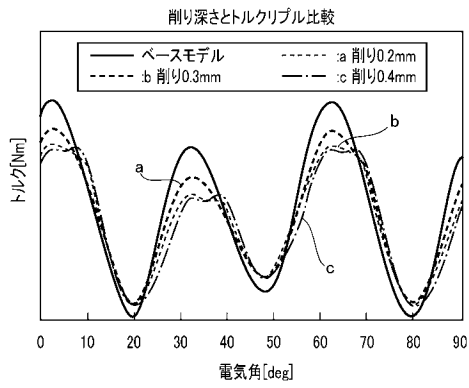
40

50

【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

