

(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2005-33941
(P2005-33941A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.C1.⁷

H02K 1/16

H02K 21/16

H02K 21/22

F 1

H02K 1/16

H02K 21/16

H02K 21/22

テーマコード(参考)

5H002

5H621

M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2003-271872 (P2003-271872)

(22) 出願日

平成15年7月8日(2003.7.8)

(71) 出願人 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

(74) 代理人 100119769

弁理士 小川 清

(72) 発明者 粟津 稔

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地

株式会社東芝生産技術センター内

(72) 発明者 新田 勇

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地

株式会社東芝生産技術センター内

F ターム(参考) 5H002 AA01 AE07

5H621 AA02 GA04 GA12

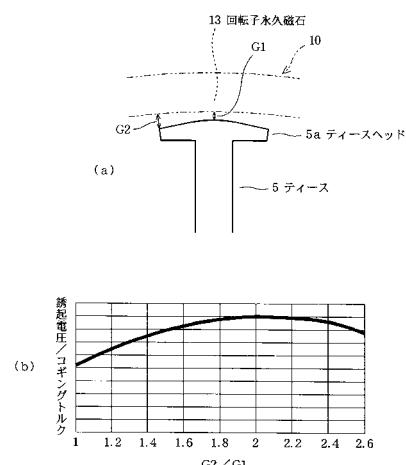
(54) 【発明の名称】永久磁石モータの固定子鉄心及び永久磁石モータ

(57) 【要約】

【課題】回転時に発生する誘起電圧を低下させること無くコギングトルクの低減化をより効果的に図ることができる永久磁石形モータの固定子鉄心を提供する。

【解決手段】固定子鉄心12を構成するティースヘッド5aの回転子永久磁石13と対向する側の面形状を、周方向の中央部5bが回転子の回転中心を中心とする円弧状で且つ両端部5c, 5dが前記円弧の両端に夫々接する接線を成すように形成し、ティースヘッド5aと回転子永久磁石13とのエアギャップ長を、周方向の中央G1に対する両端G2の比率が略「2」となるように設定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数個のティースを回転軸に対して放射状に配置してなり、
前記ティースの先端部におけるティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状を前記永久磁石側に凸とすると共に、

前記ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.4~2.4の範囲となるように設定されていることを特徴とする永久磁石形モータの固定子鉄心。

【請求項 2】

ティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状を前記永久磁石側に凸すると 10
と共に、

空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.6~2.2の範囲に設定されていることを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータの固定子鉄心。

【請求項 3】

空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.8~2.0の範囲に設定されていることを特徴とする請求項2記載の永久磁石形モータの固定子鉄心。

【請求項 4】

複数個のティースを回転軸に対して放射状に配置してなり、

前記ティースの先端部におけるティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状は、周方向の中央部が回転子の回転中心を中心とする円弧状で且つ両端部が前記円弧の両端に夫々接する接線を成し、 20

前記ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.6~2.6の範囲となるように設定されていることを特徴とする永久磁石形モータの固定子鉄心。

【請求項 5】

空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.8~2.4の範囲に設定されていることを特徴とする請求項4記載の永久磁石形モータの固定子鉄心。

【請求項 6】

空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が2.0~2.2の範囲に設定されていることを特徴とする請求項5記載の永久磁石形モータの固定子鉄心。 30

【請求項 7】

請求項1乃至6の何れかに記載の固定子鉄心を備えた永久磁石形モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数個のティースを回転軸に対して放射状に配置して回転時に発生する誘起電圧を低下させること無くコギングトルクの低減化を図るためにした永久磁石形モータの固定子鉄心及び永久磁石形モータに関する。

【背景技術】 40

【0002】

永久磁石形モータの固定子鉄心について、回転時に発生する誘起電圧を低下させること無くコギングトルクの低減化を図ることを目的とした従来技術として、例えば特許文献1に開示されているものがある。

この技術は、外転型のモータにおいて、ティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面の形状を、周方向の中央部については回転子の回転中心を中心とする円弧状に形成し、その周方向中央部から周方向の両端部に向かうに従って滑らかに回転子永久磁石から遠ざかる形状としたものである。

【特許文献1】特願平9-344646号公報

【発明の開示】 50

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、ティースヘッドの面形状を上記のように形成する場合、ティースヘッドの両端部が回転子永久磁石に近付くように、即ち両者間の空隙が小さくなるようにすれば、回転子に対して作用する有効磁束量は多くなり発生する誘起電圧は大きくなるが、その一方でコギングトルク及びトルクリップルも大きくなる。また、ティースヘッドの両端部が回転子永久磁石から遠ざかるように、即ち両者間の空隙が大きくなるようにすれば、コギングトルク及びトルクリップルは小さくなるが有効磁束量も小さくなるため、発生する誘起電圧も小さくなる。

【0004】

即ち、ティースヘッドの両端部と回転子永久磁石との空隙長をどのように設定するかについては、誘起電圧レベルの確保とコギングトルク及びトルクリップルの抑制との間にトレードオフとなる関係がある。従って、前記空隙長については、両者の関係が最適となるように設定すべきであるが、特許文献1にはその開示が無い。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、回転時に発生する誘起電圧を低下させること無くコギングトルクの低減化をより効果的に図ることができる永久磁石形モータの固定子鉄心及び永久磁石形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】

【0005】

請求項1記載の永久磁石形モータの固定子鉄心は、複数個のティースを回転軸に対して放射状に配置し、20

前記ティースの先端部におけるティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状を前記永久磁石側に凸とすると共に、

前記ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長を、周方向の中央に対する両端の比率が1.4~2.4の範囲となるように設定する。

【0006】

即ち、本発明の発明者等は、前記空隙長の比率を変化させた場合に、誘起電圧とコギングトルクとの発生状態をシミュレーションした。その結果、周方向の中央に対する両端の比率を1.4~2.4の範囲に設定すると、両者のバランスが程良い状態になることを明らかにした。30

また、請求項2に記載したように、ティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状を前記永久磁石側に凸とすると共に、空隙長の比率を1.6~2.2の範囲に設定し、更に、請求項3に記載したように、空隙長の比率を1.8~2.0の範囲に設定すれば、誘起電圧とコギングトルクとの発生バランスがより最適となることが判った。

【0007】

請求項4記載の永久磁石形モータの固定子鉄心は、複数個のティースを回転軸に対して放射状に配置してなり、

前記ティースの先端部におけるティースヘッドの回転子永久磁石と対向する側の面形状は、周方向の中央部が回転子の回転中心を中心とする円弧状で且つ両端部が前記円弧の両端に夫々接する接線を成すように形成すると共に、40

前記ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長は、周方向の中央に対する両端の比率が1.6~2.6の範囲となるように設定する。

【0008】

即ち、ティースヘッドの面形状において、円弧状をなす中央部に連なる両端部を、前記円弧の両端に夫々接する接線を成すように形成すると、中央部から両端部にかけての空隙長の変化がより緩やかになるので、空隙長を調整するのにより有利となる。

そして、この場合も、請求項5に記載したように、空隙長の比率を1.8~2.4の範囲に設定し、更に、請求項6に記載したように、前記空隙長の比率を2.0~2.2の範囲に設定すれば、誘起電圧とコギングトルクとの発生バランスがより最適となる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【0009】

請求項1記載の永久磁石形モータの固定子鉄心によれば、複数個のティースを回転軸に對して放射状に配置し、ティースヘッドの回転子永久磁石と對向する側の面形状を永久磁石側に凸とすると共に、ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長を、周方向の中央に對する両端の比率が1.4~2.4の範囲となるように設定した。従って、前記固定子鉄心を備えて構成されるモータが回転する場合における誘起電圧とコギングトルクとの発生状態のバランスを最適化することができ、モータの効率低下を極力防止した上で、振動や騒音の発生を抑制することが可能となる。

【0010】

請求項4記載の永久磁石形モータの固定子鉄心によれば、複数個のティースを回転軸に對して放射状に配置し、ティースヘッドの回転子永久磁石と對向する側の面形状を、周方向の中央部が回転子の回転中心を中心とする円弧状で且つ両端部が円弧の両端に夫々接する接線を成すように形成し、ティースヘッドと回転子永久磁石との空隙長を、周方向の中央に對する両端の比率が1.6~2.6の範囲となるように設定した。従って、請求項1と同様の効果が得られると共に、中央部から両端部にかけての空隙長の変化がより緩やかになり、空隙長の調整をより容易に行なうことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(第1実施例)

以下、本発明を外転形の永久磁石形モータに適用した場合の第1実施例について図1乃至図4を参照して説明する。まず、図4には、外転形の永久磁石形モータ1の縦断面図が示されている。この図4において、固定子鉄心2は、ケイ素鋼板を打ち抜いたリング状のものを多数枚積層して構成されたもので、これの中央部には軸受3を装着するための円形の孔4が形成され、外周部には、図3に示すように、この場合12個のティース5が周方向に設けられている。

【0012】

ティース5には、それぞれ電機子巻線7が巻装されており、ティース5の先端部におけるティースヘッド5aは、電機子巻線7から径方向外側へ突出している。そして、固定子鉄心2と各電機子巻線7により、固定子8が構成されている。

これに対して、回転子10は、上記軸受3に回転自在に支承された回転軸11と、この回転軸11の上端部に固着された回転子ヨーク12と、この回転子ヨーク12の筒部12aの内周面に設けられた円筒状をなす回転子永久磁石13とから構成されていて、この回転子永久磁石13が、固定子鉄心2におけるティース5のティースヘッド5aに対してエアギャップ(空隙)を介して径方向から対向するように配置されている。

【0013】

ここで、図1(a)又は図2に示すように、ティース5のティースヘッド5aにおける回転子永久磁石13と対向する側の面の形状は、中央部となる5bが、回転子10の回転中心O1を中心とする半径がr1の円弧状に形成されている。従って、ティースヘッド5aの中央部5bと回転子永久磁石13との間のエアギャップ長G1は、周方向において同じである。

【0014】

そして、中央部5bの両側に連なる端部5c, 5dにおける回転子永久磁石13側の面の形状は、中央部5bを成す円弧の端点に対して接線をなすように形成している。尚、これらは面形状を2次元的に表現したものであるが、3次元的に表現すれば、中央部5bの面形状は円筒面をなしているので、端部5c, 5dの面形状は、その円筒面端に対して軸方向に直線で接する接平面を成していることになる。

【0015】

また、図2に示すように、端部5c, 中央部5b, 端部5dの周方向配置比率は略1:2:1となるように形成している。この場合、ティースヘッド5aにおける回転子永久磁石13と対向する側の面形状は、中央部5bから両端部5c, 5dに夫々向かうに従って

10

20

30

40

50

滑らかに回転子永久磁石13から遠ざかる形状となつてあり、ティースヘッド5aと回転子永久磁石13との間のエアギャップ長は、両端部5c, 5dの夫々の端に向かうに従つて次第に大きくなる。そして、端部5cの左端と端部5dの右端では回転子永久磁石13に対するエアギャップ長G2が最大となるが、エアギャップ長G1, G2の比は1:2となるように設定されている。

【0016】

図1(b)には、横軸にエアギャップ長の比G2/G1をとり、縦軸に永久磁石モータ1の回転時に発生する誘起電圧とコギングトルクとの比を取つて示すものである。即ち、前述したように、ティースヘッド5aの両端部5c, 5dが回転子永久磁石13に近付けば発生する誘起電圧は大きくなるが、その一方でコギングトルク、トルクリップルも大きくなり、両端部5c, 5dが回転子永久磁石13から遠ざかれば、コギングトルク、トルクリップルは小さくなるが発生する誘起電圧も小さくなる。

10

【0017】

従つて、コギングトルクを極力小さく、誘起電圧を極力大きくするための指標として比(誘起電圧)/(コギングトルク)を用い、エアギャップ長の比G2/G1を変化させた場合に、(誘起電圧)/(コギングトルク)の変化をシミュレーションによって求めた。その結果、比G2/G1が略「2」となる場合に、

(誘起電圧)/(コギングトルク)は略最大を示すことが判つた。

【0018】

以上のように本実施例によれば、固定子鉄心2を構成するティースヘッド5aの回転子永久磁石13と対向する側の面形状を、周方向の中央部5bが回転子の回転中心を中心とする円弧状で且つ両端部5c, 5dが前記円弧の両端に夫々接する接線を成すように形成し、ティースヘッド5aと回転子永久磁石13とのエアギャップ長を、周方向の中央G1に対する両端G2の比率が略「2」となるように設定した。従つて、永久磁石モータ1の回転時に発生する誘起電圧を極力大きくすると共に、コギングトルク、トルクリップルを極力小さくするように両者をバランスさせることができ、モータの効率低下を極力防止した上で、振動や騒音の発生を抑制することが可能となる。

20

【0019】

そして、ティースヘッド5aの両端部5c, 5dを、中央部5bに連なる接平面を成すように形成することで、中央部5bから両端部5c, 5dにかけての空隙長の変化がより緩やかになり、空隙長を調整するのにより有利となる。

30

【0020】

(第2実施例)

図5は本発明の第2実施例を示すものであり、第1実施例と同一部分には同一符号を付して説明を省略し、以下異なる部分についてのみ説明する。第2実施例では、ティース15のティースヘッド15aの形状が、ティースヘッド5aとは若干異なっている。

【0021】

即ち、図5(a)に示すように、ティースヘッド15aが回転子永久磁石13と対向する側の面の形状は全て円弧、3次元的に表現すれば、回転子永久磁石13側に凸となる円筒面をなしている。この場合も第1実施例と同様に、ティースヘッド15aの面形状は、中央から両端に夫々向かうに従つて滑らかに回転子永久磁石13から遠ざかる形状となつてあり、エアギャップ長は、両端に向かうに従つて次第に大きくなる。そして、両端におけるエアギャップ長G2'は最大となるが、中央におけるエアギャップ長G1'との比は10:19となるように設定されている。

40

【0022】

図5(b)は、図1(b)相当図である。この場合も、第1実施例と同様に、その結果、比G2'/G1'が略10:19になると、(誘起電圧)/(コギングトルク)は略最大を示すことが判つた。

以上のように第2実施例によれば、ティースヘッド15aが回転子永久磁石13と対向する側の面形状を回転子永久磁石13側に凸となる円筒面として、中央におけるエアギャ

50

ップ長 G 1' と両端におけるエアギャップ長 G 2' との比が 10 : 19 となるように設定した。従って、第 1 実施例と略同様の効果が得られる。

【0023】

(第 3 実施例)

図 6 は本発明の第 3 実施例を示したものである。第 3 実施例では、本発明を内転形の永久磁石形モータ 20 に適用したものである。固定子における固定子鉄心 16 には、内周部側に 8 個のティース 17 が設けられている。この固定子鉄心 16 の中心部に、回転子永久磁石 18 を備えた回転子 19 が回転可能に配設されている。そして、ティース 17 のティースヘッド 17a における回転子永久磁石 18 と対向する側の面の形状は、それぞれ固定子鉄心 16 の外周方向にずれた位置を中心とする円弧状(円筒面)に形成されている。

10

【0024】

従って、ティース 17 のティースヘッド 17a における回転子永久磁石 18 と対向する側の面の形状は、周方向の中央から両端に向かうに従って滑らかに回転子永久磁石 18 から遠ざかる形状となっており、ティース 17 のティースヘッド 17a と回転子永久磁石 18 との間のエアギャップ長は、周方向の中央におけるギャップ長を G 3 とし、両端におけるギャップ長を G 4 とすると、

$G_4 / G_3 = 2$ となるように設定されている。

【0025】

以上のように構成された第 3 実施例によれば、本発明を内転形の永久磁石形モータに適用した場合も、第 2 施例と同様の効果が得られる。

20

本発明は上記し且つ図面に記載した実施例にのみ限定されるものではなく、以下のような変形または拡張が可能である。

第 1 実施例において、ティースヘッドと回転子永久磁石とのエアギャップ長比 G 2 / G 1 は「2」とするものに限らない。例えば、エアギャップ長比を 2.0 ~ 2.2 の範囲や、1.8 ~ 2.4 の範囲、或いは 1.6 ~ 2.6 の範囲に設定した場合でも、有利な効果を得ることは可能である。

【0026】

また、第 2 実施例において、ティースヘッドと回転子永久磁石とのエアギャップ長比 G 2 / G 1 は 10 : 19 とするものに限らない。例えば、エアギャップ長比を 1.8 ~ 2.0 の範囲や、1.6 ~ 2.2 の範囲、或いは 1.4 ~ 2.4 の範囲に設定した場合でも、有利な効果を得ることは可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】本発明を外転形の永久磁石形モータに適用した場合の第 1 実施例であり、(a) はティースヘッドと回転子永久磁石との部分を拡大して示す図、(b) は、エアギャップ長比 G 2 / G 1 と、永久磁石モータの回転時に発生する誘起電圧とコギングトルクとの比を取って示す図

40

【図 2】ティースヘッド部分を拡大して示す図

【図 3】固定子鉄心の平面図

【図 4】永久磁石形モータの縦断面図

【図 5】本発明の第 2 実施例を示す図 1 相当図

【図 6】本発明を外転形の永久磁石形モータに適用した場合の第 3 実施例を示す図 3 相当図

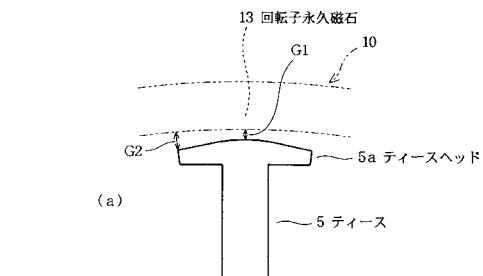
【符号の説明】

【0028】

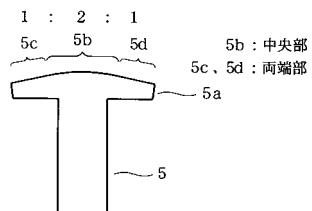
図面中、1 は永久磁石モータ、2 は固定子鉄心、5 はティース、5a はティースヘッド、5b は中央部、5c, 5d は端部、13 は回転子永久磁石、15 はティース、15a はティースヘッド、16 は固定子鉄心、17 はティース、17a はティースヘッド、18 は回転子永久磁石、20 は永久磁石モータを示す。

50

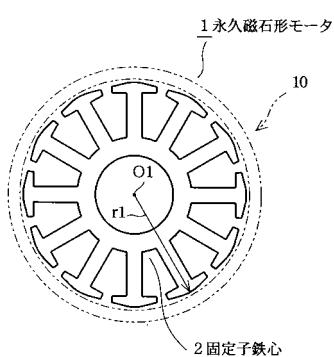
【図1】



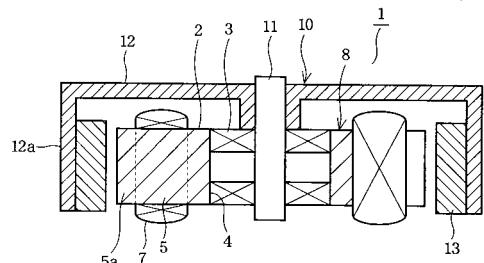
【図2】



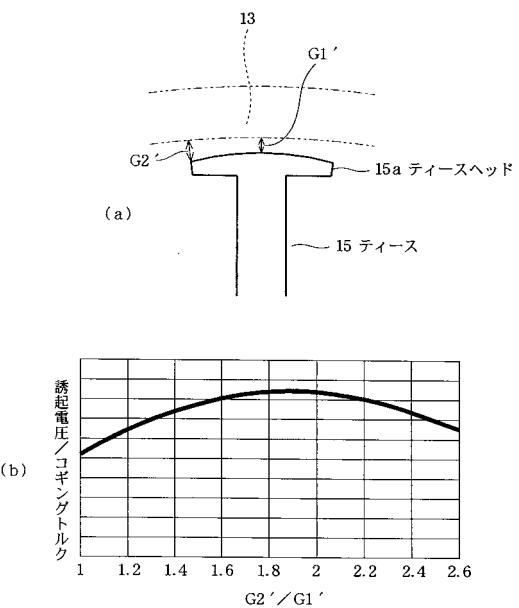
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

