

(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2005-287191

(P2005-287191A)

(43) 公開日 平成17年10月13日(2005. 10. 13)

(51) Int. Cl.⁷

H02K 1/18

H02K 21/14

F I

H02K 1/18

H02K 1/18

H02K 21/14

C

Z

M

テーマコード (参考)

5H601

5H621

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-97720 (P2004-97720)

(22) 出願日 平成16年3月30日 (2004. 3. 30)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(74) 代理人 100094916

弁理士 村上 啓吾

(74) 代理人 100073759

弁理士 大岩 増雄

(74) 代理人 100093562

弁理士 児玉 俊英

(74) 代理人 100088199

弁理士 竹中 孝生

(72) 発明者 有田 秀哲

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

最終頁に続く

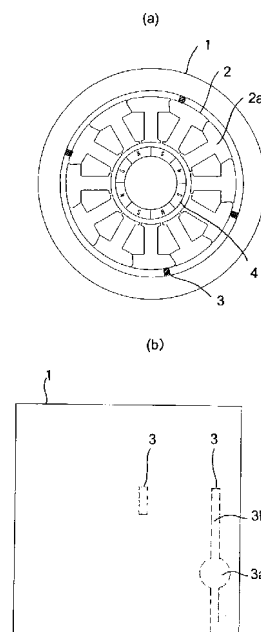
(54) 【発明の名称】 永久磁石モータ

(57) 【要約】

【課題】 軸方向において、真円からずれた固定子内径の変形を真円に近づけるように修正し、固定子と回転子との間の空隙長が、軸方向のどの位置でも、周方向で均一となるようにしてコギングトルクを低減することを目的とする。

【解決手段】 円筒状のフレーム1と、フレーム1の内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子コア2と、固定子コア2内部に、固定子コア2と同軸に配設された回転子4とを備えた永久磁石モータにおいて、フレーム1は、その内周面に、軸方向のいずれの位置においても、固定子コア2内径の変形を真円に近づけるための突起3を有する構造とする。

【選択図】 図1



1: フレーム
2a: 分割コア
3a, 3b: 突起部
2: 固定子コア
3: 突起
4: 回転子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、
上記フレームは、その内周面の軸方向のいずれの位置においても、上記固定子内径の変形を真円に近づけるための突起を有することを特徴とする永久磁石モータ。

【請求項 2】

上記突起の断面形状が多角形であることを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石モータ。

【請求項 3】

上記突起の断面形状が丸形であることを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石モータ。

10

【請求項 4】

円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、
上記フレームは、その内周面に複数の突起を有し、上記突起は、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されていることを特徴とする永久磁石モータ。

【請求項 5】

上記突起は、上記ティースと対応して配置されていることを特徴とする請求項 4 記載の永久磁石モータ。

【請求項 6】

円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、
上記フレームは、その内周面において軸方向に複数の凹部を有し、上記凹部は相互に連結されるとともに、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されていることを特徴とする永久磁石モータ。

20

【請求項 7】

上記凹部は、上記ティースと対応して配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の永久磁石モータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

この発明は、永久磁石モータに関し、特に、コギングトルクを低減した永久磁石モータに関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、高制御性を求められているサーボモータ等では、コギングトルクと呼ばれるトルクむらの問題がある。コギングトルクは、固定子のコイル電流を零にして回転子を外部力により回転させたときに発生するトルクの変動分に相当する。このように、コギングトルクはサーボモータの位置決め精度低下の主な原因となる。従って、高精度モータを作る際にコギングトルクを減らすことが重要な課題となっている。

【0003】

40

固定子は、フレーム内に焼きばめ等によって固定されるが、フレームによる応力によって、固定子鉄心が変形し、内径形状が変形する場合がある。この変形に起因して、コギングトルクが発生する。そこで、特許文献 1 に記載の平滑電機子巻線型モータでは、フレームの内周面に溝を設け、固定子の外周面に突起を設けて、溝と突起とを嵌合させ、焼きばめによって溝と突起とを結合し、固定子コアの変形に起因するコギングトルクを小さくしている。

【0004】

【特許文献 1】特開 2000-245124 号公報（第 2-3 頁、図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

モータの作製工程の中で、固定子の内径形状が真円からずれた状態に変形する。この真円からずれた変形は、軸方向において様々な形状に変化するため、固定子と回転子との間の空隙長の不均一状態が、軸方向においても様々な周方向位置で存在する。

【0006】

従来、上記特許文献1のように、真円からずれた固定子内径の変形が、軸方向において一様なものであるとしているので、変形を阻止する対策を講じて、コギングトルクの低減効果は十分とはいえない。

【0007】

この発明は、軸方向において、真円からずれた固定子内径の変形を真円に近づけるように修正し、固定子と回転子との間の空隙長が、軸方向のどの位置でも、周方向で均一となるようにしてコギングトルクを低減することを目的としたものである。 10

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る永久磁石モータは、円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、

上記フレームは、その内周面の軸方向のいずれの位置においても、上記固定子内径の変形を真円に近づけるための突起を有するものである。

【0009】

また、円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、 20

上記フレームは、その内周面に複数の突起を有し、上記突起は、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されているものである。

【0010】

また、円筒状のフレームと、上記フレームの内周に固定され、径方向に突出した複数のティースを有する固定子と、上記固定子内部に、上記固定子と同軸に配設された回転子とを備え、

上記フレームは、その内周面の軸方向において複数の凹部を有し、上記凹部は相互に連結されるとともに、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されているものである。 30

【発明の効果】

【0011】

この発明に係る永久磁石モータによれば、フレームは、その内周面の軸方向において、上記固定子内径の変形を真円に近づけるための突起を有するので、コギングトルクを低減することができる。

【0012】

また、フレームは、その内周面に複数の突起を有し、突起は、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されているので、コギングトルクを低減できるとともに、フレームから受ける圧力がフレーム周方向全体から突起のみに軽減されるので、ロストトルク（トルク脈動のDC成分）を低減することができる。 40

【0013】

また、フレームは、その内周面の軸方向において複数の穴を有し、上記穴は相互に連結されるとともに、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置されているので、コギングトルクを低減できるとともに、ロストトルクを低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

実施の形態1.

図1は、この発明に係る永久磁石モータの実施の形態1を示す正面図（a）及び側面図 50

(b)であり、図2は、永久磁石モータの軸方向3点における固定子の内径を示す図であり、図2(a)は、一方の軸方向端面近傍の位置、図2(b)は、軸方向のほぼ中央の位置、図2(c)は、他方の軸方向端面近傍の位置で測定した結果である。

【0015】

図1に示したように、この実施の形態1における永久磁石モータは円筒状のフレーム1と、フレーム1の内部に固定された固定子鉄心2と、固定子コア2の内部に、固定子コア2と同軸に配置された回転子4とを備えている。

【0016】

回転子4は、8極(4極対)に着磁されたリング磁石を有する。固定子コア2は、内径方向に突出したティースを有する分割コア2aを12個連結してなる。分割コア2aは、薄鋼板をプレス等で打ち抜いて形成したコア片を積層して形成される。コア片を積層して形成された分割コア2aは直線状に連結されて直線状の固定子コア2が形成され、分割コア2aのティース間に形成されるスロット間にコイルを装着した後、直線状の固定子コア2は、図示のように、分割コア2aの連結部で屈曲することによって円環状にされ、両端が溶接により固定される。

【0017】

このように、固定子コア2は、直線状の固定子コア2を、分割コア2aの連結部で屈曲することによって円環状にし、両端を溶接により固定しているので、図2に示したように、内径が真円ではなく、分割コア2aが傾斜する、或いは内径が大きな部分ができる等、真円から変形した形状になり、しかも、その変形形状は軸方向で様々な形状になる。また、この軸方向の変形形状は、製品列によって、ほぼ類似した形状になる。

【0018】

フレーム1はアルミニウムあるいは鉄からなり、フレーム1の内周面には、突起3が設けられている。突起3は、固定子コア2の内径の変形と焼きばめ時におけるフレーム1による固定子コア2の変形に合わせ、軸方向において、変形を修正する箇所に設ける。例えば、分割コア2aの傾斜を修正するための突起部3a、あるいは内径が大きくなった部分を押さえて真円に近づける、あるいは焼きばめ時のフレーム1による固定子コア2の変形を修正するための突起部3bが軸方向における修正箇所に設けられる。

【0019】

固定子コア2は、フレーム1に挿入されて、焼き嵌めによって固定される。この時、突起3は、軸方向において、突起部3a及び突起部3bが傾斜した分割コア2a及び内径が大きくなった部分の分割コア2aを押さえ、また、フレーム1の変形による固定子コア2の変形を修正することによって、軸方向のいずれの位置においても、固定子コア2の内径形状が真円に近づく。

【0020】

なお、図1において、突起3を誇張して示しているが、その径方向厚さは数 μm ～数十 μm であり、フレーム1内周面と固定子コア2外周面との間のギャップはほとんどないものになる。

【0021】

この実施の形態1によれば、回転子4と固定子コア2との間の空隙が、軸方向のいずれの位置においても、周方向で均一になりコギングトルクが低減される。

【0022】

また、この効果は焼き嵌めだけでなく、圧入およびモールドのような樹脂による成型などの場合でも同様の効果が得られる。フレーム1の突起3は、位置決めの自由度の点から、溶接により形成するのが好ましい。

【0023】

実施の形態2。

図3及び図4は、この発明に係る永久磁石モータの実施の形態2を示す正面図(a)及び平面図(b)である。

【0024】

10

20

30

40

50

分割コア 2 a に用いる薄鋼板は、磁気異方性を有するものである。薄鋼板を積層した場合、固定子コア 2 の周方向の位置によって磁気特性が異なることになり、これが原因でコギングトルクが発生する。

【0025】

通常、この磁気異方性に起因するコギングトルクを低減するとともに、ロストルクを低減するために、薄鋼板からなるコア片を軸中心に回転させて積層する、いわゆる回し積みが行われる。

【0026】

この実施の形態 2 では、図 3 及び図 4 に示したように、フレーム 1 の内周に複数の突起 3 を設け、突起 3 を、周方向及び軸方向に所定ピッチで配設している。この構成においては、突起 3 によって固定子コア 2 に応力が加えられ、歪みによって解放されきれなかった部分には残留応力として残り、この部分の磁気特性が劣化する。応力による磁気特性の劣化は、磁気異方性による磁気特性の差に比較して大きく、また、磁気特性が良い部分における応力による磁気特性の劣化の度合いは、磁気特性が悪い部分における応力による磁気特性の劣化の度合いに比べて大きくなり、ほぼ同程度の磁気特性となるので、この構成によれば、固定子コア 2 の分割コア 2 a 単位で見た場合の磁気特性を均一化することができる。すなわち、回し積みと同様の効果が得られる。また、磁気特性が劣化して磁束が通りにくい部分を、図示のような、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配置しているので、周方向における磁気抵抗を、軸方向のいずれの位置においてもほぼ均一にすることができ、また、突起 3 を分散して配置しているので、フレーム 1 内における固定子コア 2 の固定を安定なものとすることができる。

【0027】

また、突起 3 相互間の凹部には応力が加えられないので、磁気特性が劣化しない部分が形成され、この部分は磁気抵抗が小さくなり、図中の矢印で示すように磁束が通過するようになるため、ロストルクも低減する。

【0028】

この実施の形態 2 によれば、回し積みと同様の効果が得られ、コギングトルクを低減することができるとともに、ロストルクをも低減することができる。

【0029】

突起 3 は、各ティースに対応して設けられ、各ティースに対応して設けられるのが、磁束を周方向へ通り易くする上で好ましい。

【0030】

実施の形態 3.

図 5 及び図 6 は、この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 3 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

【0031】

上記実施の形態 2 では、フレーム 1 の内周面に複数の突起 3 を設け、突起 3 を、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配設したが、図 4 及び図 5 に示したように、フレーム 1 内周面に複数の凹部 5 を設け、凹部 5 を相互に連結させるとともに、周方向及び軸方向に所定ピッチでずらして配設している。

【0032】

この実施の形態 3 の場合、凹部 5 は固定子コア 2 に応力を加えないので、穴 5 と対向する固定子コア 2 部分の磁気特性は劣化せず、凹部 5 がない部分の磁気特性が劣化する。階段状に形成されている凹部 5 相互間の連結部が磁束の通り道となって、図 5 及び図 6 の矢印で示すように磁束が通過する。

【0033】

この実施の形態 3 によれば、上記実施の形態 2 と同様、回し積みと同様の効果が得られ、コギングトルクを低減することができるとともに、ロストルクをも低減することができる。

【0034】

10

20

30

40

50

凹部 5 は、各ティースに対応して設けられ、各ティースに対応して設けるのが、磁束を周方向へ通り易くする上で好ましい。

【0035】

実施の形態 4.

図 7 は、この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 4 を示す正面図である。この実施の形態 3 は、上記実施の形態 1 の突起 3 の形状に関するものである。

【0036】

突起 3 の形状を四角とすることによって、四角の角が固定子コア 2 の周面に対して楔として作用し、固定子コア 2 の回転を阻止する回り止めとなる。突起 3 の形状は、四角形だけに限らず多角形でも同様な効果を得ることができる。

10

【0037】

また、突起 3 の形状を丸形とすることによって、固定子コア 2 に対して点接触となり少しの外圧で内径の形状を変化させることができるので、フレームの肉厚を薄くすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0038】

この発明に係る永久磁石モータは、工作機械等のサーボモータ、車両用モータ、昇降機用モータ等に適用し、コギングトルクを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

20

【図 1】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 1 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

【図 2】永久磁石モータの軸方向 3 点における固定子の内径を示す図である。

【図 3】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 2 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

【図 4】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 2 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

【図 5】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 3 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

【図 6】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 3 を示す正面図 (a) 及び平面図 (b) である。

30

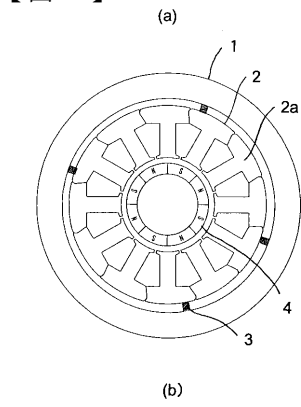
【図 7】この発明に係る永久磁石モータの実施の形態 4 を示す正面図である。

【符号の説明】

【0040】

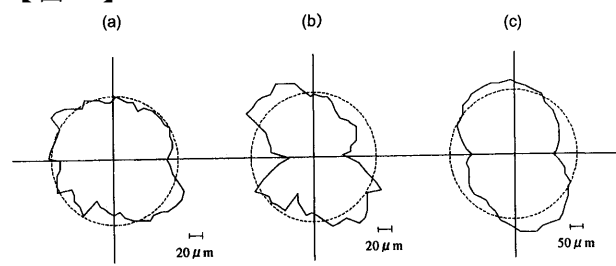
1 フレーム、2 固定子コア、2 a 分割コア、3 突起、3 a, 3 b 突起部、4 回転子、5 凹部。

【図 1】

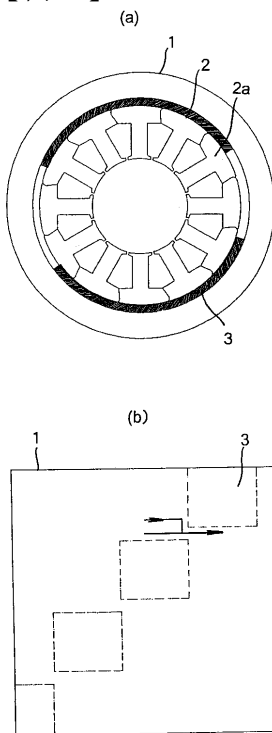


1: 7~4
2: 固定子 27
2a: 分割 27
3a, 3b: 突起部
3: 突起
4: 回転子

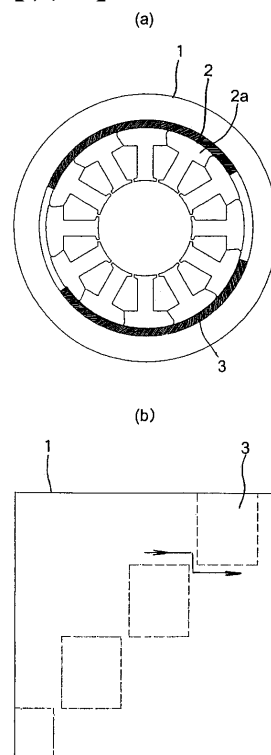
【図 2】



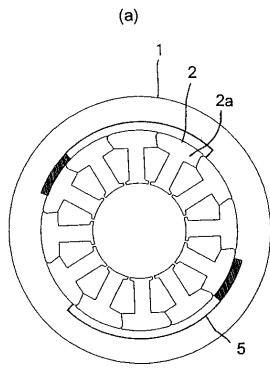
【図 3】



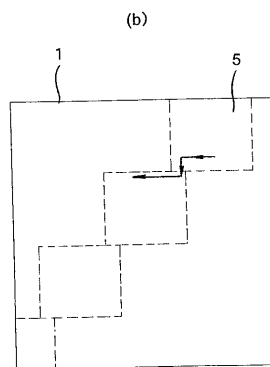
【図 4】



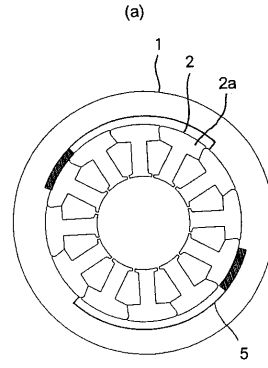
【図 5】



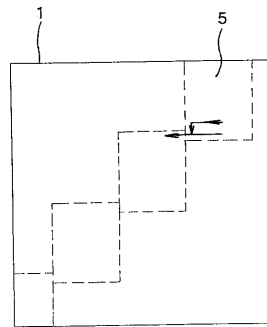
5:凹部



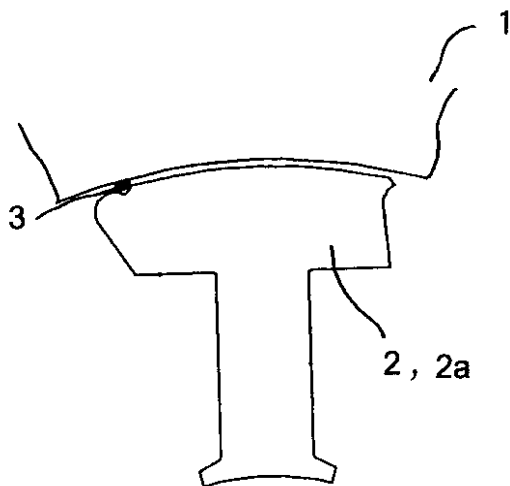
【図 6】



(b)



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 米谷 晴之
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72)発明者 都出 結花利
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
(72)発明者 大穀 晃裕
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
Fターム(参考) 5H601 AA03 AA22 CC01 CC15 DD01 DD09 DD11 DD18 EE11 EE15
EE34 GA02 GA38 GA40 GA50 GB12 GC12 GC32 GD02 GD08
GD14 GD22 HH02 HH04 KK15
5H621 AA02 BB07 GA01 GA04 GB06 JK01 PP01