

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7651724号
(P7651724)

(45)発行日 令和7年3月26日(2025.3.26)

(24)登録日 令和7年3月17日(2025.3.17)

(51)国際特許分類

F I

H O 2 K 1/276(2022.01)

H O 2 K 1/276

請求項の数 4 (全8頁)

(21)出願番号	特願2023-561961(P2023-561961)	(73)特許権者	509186579
(86)(22)出願日	令和3年11月16日(2021.11.16)		日立Astemo株式会社
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/042124		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(87)国際公開番号	WO2023/089670	(74)代理人	110002365
(87)国際公開日	令和5年5月25日(2023.5.25)		弁理士法人サンネクスト国際特許事務所
審査請求日	令和6年5月1日(2024.5.1)	(72)発明者	吉成 幸広
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立Astemo株式会社内
		(72)発明者	日野 徳昭
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立Astemo株式会社内
		(72)発明者	宮城 拓弥
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立Astemo株式会社内
		審査官	池田 貴俊

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 回転電機の回転子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

V字状に配置される一対の磁石と、当該磁石が挿入される磁石穴が形成される回転子コアと、を備える回転電機の回転子であって、

前記回転子コアは、径方向外側において、前記磁石の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部との間に磁氣的空隙を有し、また、前記磁氣的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極中心に近い第1最外径部と、前記磁氣的空隙の最外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極境界に近い第2最外径部と、の間に、前記磁石に向かって突出するように形成された突出部を有し、

前記突出部は、前記磁石の主面と対向し、
前記回転子の外周面と前記第1最外径部との距離は、前記回転子の外周面と前記第2最外径部との距離よりも長い

回転電機の回転子。

【請求項2】

請求項1に記載の回転電機の回転子であって、
前記突出部は、前記磁石の主面と所定の空隙を介して対向する
回転電機の回転子。

【請求項3】

請求項1に記載の回転電機の回転子であって、
前記磁石の角部のうち、前記磁極境界に最も近い角部は前記回転子コアと接触する

回転電機の回転子。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか一つに記載の回転電機の回転子と、
前記回転子と所定のエアギャップを介して対向する固定子と、を備える
回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機の回転子に関する。

【背景技術】

【0002】

本願発明の背景技術として、例えば、下記の特許文献 1 では、磁石の位置決めを目的とした孔が複数形成され、フラックスバリア、サイドブリッジ、およびサイドブリッジの周方向の両端からロータコアの内方に向けて窪んだ第 1 凹部と第 2 凹部を設けることで、電動機としての特性を良好に維持しつつ、耐久性を向上させている構成が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開 2014-197971 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記構成では、最大トルクの増加と応力の低減とを両立できない。これを鑑みて、本発明では、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機の回転子を提供することが課題である。

【課題を解決するための手段】

【0005】

V 字状に配置される一対の磁石と、当該磁石が挿入される磁石穴が形成される回転子コアと、を備える回転電機の回転子であって、前記回転子コアは、径方向外側において、前記磁石の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部との間に磁気的空隙を有し、また、前記磁気的空隙の外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極中心に近い第 1 最外径部と、前記磁気的空隙の最外径において前記最外径角部よりも前記回転子の磁極境界に近い第 2 最外径部と、の間に、前記磁石に向かって突出するように形成された突出部を有し、前記突出部は、前記磁石の主面と対向する。

【発明の効果】

【0006】

最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機の回転子を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】 回転電機の断面図

【図 2】 本発明の一実施形態に係る、回転子コアの一部拡大図

【図 3】 従来技術の回転子コアの一部の例

【図 4】 本発明の一実施形態の効果を表すグラフ

【図 5】 本発明の一実施形態に係る、外周面と磁気的空隙との間の距離についての図

【0008】

(本発明の一実施形態と全体構成)

以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。以下の記載および図面は、本発明を説明するための例示であって、説明の明確化のため、適宜、省略および簡略化がなされている。本発明は、他の種々の形態でも実施する事が可能である。特に限定しない限り、

10

20

30

40

50

各構成要素は単数でも複数でも構わない。

【0009】

図面において示す各構成要素の位置、大きさ、形状、範囲などは、発明の理解を容易にするため、実際の位置、大きさ、形状、範囲などを表していない場合がある。このため、本発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、形状、範囲などに限定されない。

【0010】

(図1)

回転電機100は、固定子1、回転子2を有している。回転子2は所定のエアギャップ(空隙)を介して固定子1と対向している。回転電機100は、例えば、車両駆動用として用いられる永久磁石式の回転電機である。

【0011】

(図2、3)

回転子2は、V字状に配置される一対の磁石5と、磁石5が挿入される磁石穴5aが形成される回転子コア2aを備えている。磁石穴5aは、磁石5が挿入されると、径方向外側に磁気的空隙9が形成される。磁気的空隙9は磁石5の漏れ磁束を低減させるための空隙であり、回転子コア2aの最外径の部分と磁石5が有する角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部5bとの間に、設けられている。

【0012】

磁気的空隙9の最外径部分において、回転子2の磁極中心4に近い部分を第1最外径部9aとする。また、磁気的空隙9の最外径部分において、回転子2の磁極境界3に近い部分を第2最外径部9bとする。

【0013】

図2には図示されていないが、回転子コア2aには磁極中心4を挟んでもう一方の磁石5が形成され、このような一対の磁石5により、一つの磁極が形成されている。また回転子コア2aでは、N極とS極が交互に配置される。磁極中心4と磁極境界3はそれぞれ、N極・S極となる部分の中心であり磁極がつくる磁束の方向であるd軸、N極・S極となる部分の境界であり、d軸に対して電氣的・磁氣的に直交するq軸である。

【0014】

第1最外径部9aと第2最外径部9bとの間の辺には、径方向内側(回転子コア2aの中心軸側)かつ磁石5に向かって突出するように形成される突出部8が設けられている。この突出部8は、磁石5の主面6と所定の空隙を介して対向している。主面6は、回転子2の磁極(N極、S極)となる面である。

【0015】

従来技術である図3において、回転子コア2Aの磁石穴に挿入される磁石5Aによって設けられる磁気的空隙9Aには、前述の突出部8のような構造はない。仮に従来技術のように突出部8がない場合、全体的に磁束の通り道が狭くなり、磁束密度が高い状態となってしまうことで、最大トルクは増えるものの、トルクリップルが増大してしまう。

【0016】

これを解決するため、本発明では突出部8を設けることで、回転子コア2aの最外径部分の磁束の通り道が部分的に広がることで、磁束密度を下げてトルクを減らし、また、第1最外径部9a、第2最外径部9bにおいて部分的に狭くすることでトルクを増やし、回転位置におけるそれぞれの磁束密度の高低をコントロールしている。これにより、従来形状に比べて回転電機100の最大トルクを増やし、さらに各電流位相に対するトルクリップルを低減している。

【0017】

また、突出部8と磁石の主面6との間にある所定の空隙は、応力に対しての効果がある。この所定の空隙を埋めてしまうと、突出部8の面積が増えて重くなり、突出部8を支える部分の応力の最大値が増加してしまう。また、その応力を低減するために支え部分を太くすれば漏れ磁束が増えてしまい、最大トルクが低下してしまうことになる。よって、突出部8と磁石の主面6との間に所定の空隙を設けることで、応力最大値の増加抑制と最大

10

20

30

40

50

トルク低下の抑制とを両立している。

【0018】

なお、磁石穴5aに挿入されている磁石5の固定性を高める意味で、磁石5の角部のうち磁極境界3に最も近い角部5cは、回転子コア2aと接触している。

【0019】

(図4)

図4(a)は、従来技術の構成(図3参照)と本発明の構成(図2参照)のトルクリップルの違いを示したものである。点線で示す従来技術の構成では、回転電機のトルクの変動量(トルクリップル)の程度が大きかった。しかし、実線で示す本発明の構成では、点線で示す従来技術よりもトルクリップルが低減されていることがわかる。

10

【0020】

図4(b)は、従来技術の構成と本発明の構成とで、時間次数別にトルクリップルの変化を比較したものである。一般的に三相交流モータでは、基本波に対して6の倍数の高調波成分にトルクリップルが発生するが、本発明では、時間次数12次におけるトルクリップルを従来技術の構成よりも60%低減できた。

【0021】

(図5)

図2で示した第1最外径部9aと第2最外径部9bについて、それぞれが突出部8に比べて磁路(磁気的空隙9の最外径部分)が狭まっていることで磁束密度が高くなり、トルクを増やしている。第1最外径部9aと第2最外径部9bとは、それぞれ回転子コア2aの外周面から磁気的空隙9まで距離10と距離11が異なるように形成されている。

20

【0022】

これは、実験結果により、距離10と距離11を同じにすると、強度が増して応力の最大値を小さくすることができるが、磁束の通り道が増えることで漏れ磁束が増えてしまい、最大トルクが低下してしまうことがわかったためである。図5に示すように距離11<距離10として空隙部分に差をつけることで、最大トルクの増加と応力の最大値の低減とを両立することができる。

【0023】

以上説明した本発明の一実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

【0024】

(1) 回転電機100の回転子2は、V字状に配置される一対の磁石5と、磁石5が挿入される磁石穴5aが形成される回転子コア2aと、を備える。回転子コア2aは、径方向外側において、磁石5の角部のうち最も径方向外側に位置する最外径角部5bとの間に磁気的空隙9を有し、また、磁気的空隙9の外径において最外径角部5bよりも回転子2の磁極中心4に近い第1最外径部9aと、磁気的空隙9の最外径において最外径角部5bよりも回転子2の磁極境界3に近い第2最外径部9bと、の間に、磁石5に向かって突出するように形成された突出部8を有する。突出部8は、磁石5の主面6と対向する。このようにしたことで、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機100の回転子2を提供できる。

30

【0025】

(2) 突出部8は、磁石5の主面6と所定の空隙を介して対向する。このようにしたことで、回転子2に対する応力を低減できる。

40

【0026】

(3) 回転子2の外周面と第1最外径部9aとの距離が、回転子2の外周面と第2最外径部9bとの距離よりも長い。このようにしたことで、回転電機100の最大トルクの増加と応力の最大値の低減とを両立することができる。

【0027】

(4) 磁石5の角部のうち、磁極境界4に最も近い角部5cは回転子コア2aと接触する。このようにしたことで、磁石5は回転子コア2aへの固定性が高まる。

【0028】

50

(5) 回転電機 100 は、本発明の一実施形態に示した回転子 2 と所定のエアギャップを介して対向する固定子 1 と、を備える。このようにしたことで、最大トルクの増加と応力低減とを両立させ、さらにトルクリップルを低減させる回転電機 100 を実現できる。

【0029】

なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や他の構成を組み合わせることができる。また本発明は、上記の実施形態で説明した全ての構成を備えるものに限定されず、その構成の一部を削除したものも含まれる。

【符号の説明】

【0030】

- 1 固定子
- 2 回転子
 - 2 a 回転子コア
- 3 磁極境界
- 4 磁極中心
- 5 磁石
 - 5 a 磁石穴
 - 5 b 最外径角部
 - 5 c 磁極境界側の角部
- 6 磁石の主面
- 7 外周面
- 8 突出部
- 9 磁氣的空隙
 - 9 a 第 1 最外径部
 - 9 b 第 2 最外径部
- 10 外周面と磁氣的空隙との間の距離（第 1 最外径部）
- 11 外周面と磁氣的空隙との間の距離（第 2 最外径部）
- 100 回転電機

10

20

30

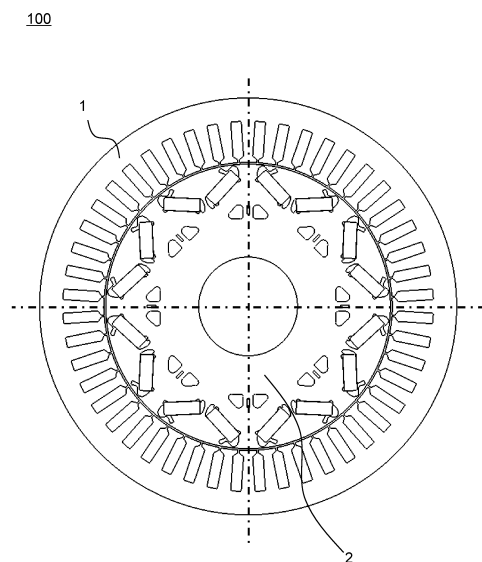
40

50

【図面】

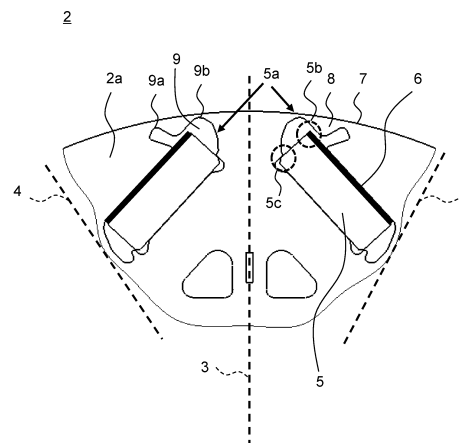
【図 1】

図 1



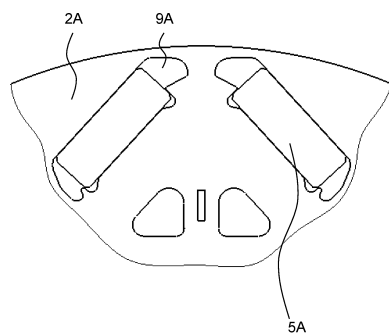
【図 2】

図 2



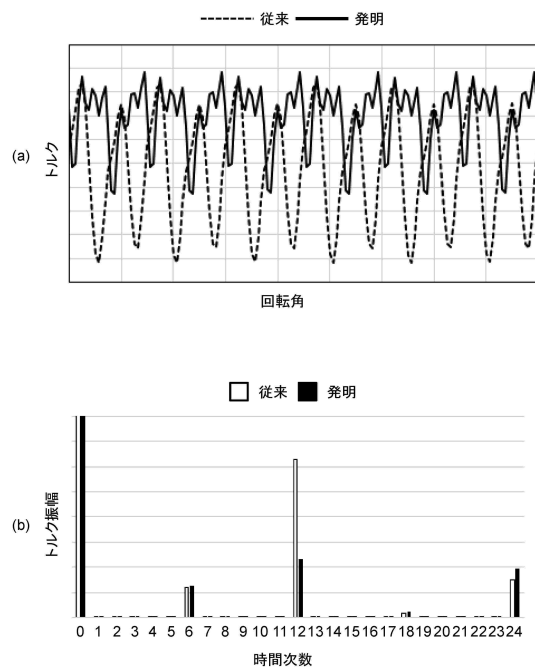
【図 3】

図 3



【図 4】

図 4



10

20

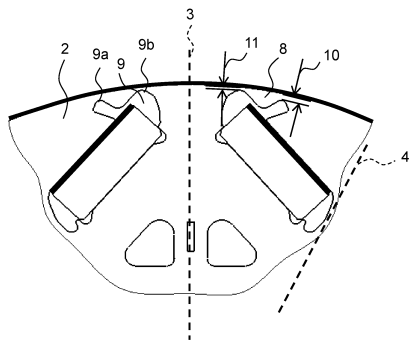
30

40

50

【図 5】

図 5



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2020-120444 (JP, A)
国際公開第 2021/214824 (WO, A1)
特開 2013-188023 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H02K 1/27