

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6573654号
(P6573654)

(45) 発行日 令和1年9月11日 (2019.9.11)

(24) 登録日 令和1年8月23日 (2019.8.23)

(51) Int. Cl.

F I

HO2K 1/27 (2006.01)

HO2K 1/22 (2006.01)

HO2K 16/02 (2006.01)

HO2K 21/14 (2006.01)

HO2K 1/27 5 O 1 A

HO2K 1/22 A

HO2K 1/27 5 O 1 K

HO2K 1/27 5 O 1 M

HO2K 16/02

請求項の数 4 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-248058 (P2017-248058)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成29年12月25日 (2017.12.25)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2019-115205 (P2019-115205A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	令和1年7月11日 (2019.7.11)	(74) 代理人	110002505
審査請求日	平成30年7月27日 (2018.7.27)		特許業務法人航栄特許事務所
		(72) 発明者	久保田 芳永
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	壺岐 友貴
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		審査官	池田 貴俊
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機のロータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ロータコアと、

周方向に所定の間隔で該ロータコアに設けられた複数の磁極部と、を備える、回転電機のロータであって、

前記ロータコアは、軸方向に積層された第1ロータコアと第2ロータコアとを有し、
前記第1ロータコアの前記磁極部の中心と前記ロータコアの中心とを結ぶ第1中心線と、
前記第2ロータコアの前記磁極部の中心と前記ロータコアの前記中心とを結ぶ第2中心線とは、周方向で一致しており、

前記第1ロータコアの外周面には、前記第1中心線に対し周方向で対称となる位置に、
軸方向に延びる一对の第1溝部と、前記第1溝部よりも前記第1中心線から周方向に離れ、
前記第1中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一对の第2溝部と、
が設けられており、

前記第2ロータコアの外周面には、前記第2中心線に対し周方向で対称となる位置に、
軸方向に延びる一对の第3溝部と、前記第3溝部よりも前記第2中心線から周方向に離れ、
前記第2中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一对の第4溝部と、
が設けられており、

周方向において、前記第1溝部の周方向内側端部と前記第1中心線との距離は、前記第1溝部の周方向外側端部と前記第2溝部の周方向内側端部との距離及び前記第2溝部の周方向外側端部と前記磁極部の周方向端部との距離よりも長く、

10

20

周方向において、前記第 3 溝部の周方向内側端部と前記第 2 中心線との距離は、前記第 3 溝部の周方向外側端部と前記第 4 溝部の周方向内側端部との距離及び前記第 4 溝部の周方向外側端部と前記磁極部の周方向端部との距離よりも長く、

前記第 1 ロータコアの前記第 1 溝部と、前記第 2 ロータコアの前記第 3 溝部とは、少なくとも一部が周方向でオーバーラップしつつ、周方向でずれた位置に配置されており、

前記第 1 ロータコアの前記第 2 溝部と、前記第 2 ロータコアの前記第 4 溝部とは、少なくとも一部が周方向でオーバーラップしつつ、周方向でずれた位置に配置されている、回転電機のロータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の回転電機のロータであって、

10

前記第 1 ロータコアと前記第 2 ロータコアとは、軸方向長さが異なる、回転電機のロータ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の回転電機のロータであって、

前記第 1 ロータコア及び前記第 2 ロータコアは、板状の鋼板を複数積層することで構成された、回転電機のロータ。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の回転電機のロータであって、

前記磁極部は、前記ロータコアの磁石挿入孔に配置された永久磁石によって構成された、回転電機のロータ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機のロータに関する。

【背景技術】

【0002】

車両駆動用の回転電機には、広く I P M (Interior Permanent Magnet) 同期電動機が採用され、近年の制御技術の向上により、滑らかな走りが実現されている。しかし、回転電機の構造上、トルクリプル(トルクの脈動)の発生は避けられず、それが低速運転時の脈動や、高速運転時の騒音及び振動の要因の一つとなっている。

30

【0003】

特許文献 1 に記載の回転電機では、ロータコアの外周面に軸方向に延びる複数の溝を設けている。すなわち、ロータコアの表面の磁石両脇部に磁極部の一極おきに溝を設けることで、溝あり極が発生するトルクリプル波形と溝なし極が発生するトルクリプル波形とを互いに逆位相に近づけることでトルクリプルを抑えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2016-220382 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に回転電機は、高負荷側のトルクリプルが小さくなるようにロータを設計すると、低負荷側のトルクリプルは増加する。逆に、低負荷側のトルクリプルが小さくなるようにロータを設計すると、高負荷側のトルクリプルは増加してしまう。また、トルクリプルは、回転電機のコイルを流れる電流の振幅や位相によっても大きく変化する。このため、トルクリプルの小さな回転電機を設計する上で、ロータの設計には自由度が求められる。

【0006】

本発明の目的は、トルクリプルを低減可能な設計自由度の高い回転電機のロータを提供することである。

50

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、
ロータコア（例えば、後述の実施形態でのロータコア11）と、
周方向に所定の間隔で該ロータコアに設けられた複数の磁極部（例えば、後述の実施形態での磁極部50）と、を備える、回転電機のロータ（例えば、後述の実施形態でのロータ10）であって、

前記ロータコアは、軸方向に積層された第1ロータコア（例えば、後述の実施形態での第1ロータコア11A）と第2ロータコア（例えば、後述の実施形態での第2ロータコア11B）とを有し、

前記第1ロータコアの前記磁極部の中心と前記ロータコアの中心とを結ぶ第1中心線（例えば、後述の実施形態での中心線C1）と、前記第2ロータコアの前記磁極部の中心と前記ロータコアの前記中心とを結ぶ第2中心線（例えば、後述の実施形態での中心線C2）とは、周方向で一致しており、

前記第1ロータコアの外周面には、前記第1中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一対の第1溝部（例えば、後述の実施形態での溝部21r、21l）と、前記第1溝部よりも前記第1中心線から周方向に離れ、前記第1中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一対の第2溝部（例えば、後述の実施形態での溝部22r、22l）と、が設けられており、

前記第2ロータコアの外周面には、前記第2中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一対の第3溝部（例えば、後述の実施形態での溝部23r、23l）と、前記第3溝部よりも前記第2中心線から周方向に離れ、前記第2中心線に対し周方向で対称となる位置に、軸方向に延びる一対の第4溝部（例えば、後述の実施形態での溝部24r、24l）と、が設けられており、

周方向において、前記第1溝部の周方向内側端部と前記第1中心線との距離は、前記第1溝部の周方向外側端部と前記第2溝部の周方向内側端部との距離及び前記第2溝部の周方向外側端部と前記磁極部の周方向端部との距離よりも長く、

周方向において、前記第3溝部の周方向内側端部と前記第2中心線との距離は、前記第3溝部の周方向外側端部と前記第4溝部の周方向内側端部との距離及び前記第4溝部の周方向外側端部と前記磁極部の周方向端部との距離よりも長く、

前記第1ロータコアの前記第1溝部と、前記第2ロータコアの前記第3溝部とは、少なくとも一部が周方向でオーバーラップしつつ、周方向でずれた位置に配置されており、

前記第1ロータコアの前記第2溝部と、前記第2ロータコアの前記第4溝部とは、少なくとも一部が周方向でオーバーラップしつつ、周方向でずれた位置に配置されている、回転電機のロータである。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、

前記第1ロータコアと前記第2ロータコアとは、軸方向長さが異なる。

【0010】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の発明において、

前記第1ロータコア及び前記第2ロータコアは、板状の鋼板を複数積層することで構成されている。

【0011】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3のいずれかに記載の発明において、

前記磁極部は、前記ロータコアの磁石挿入孔（例えば、後述の実施形態での磁石挿入孔13）に配置された永久磁石（例えば、後述の実施形態での永久磁石12）によって構成されている。

【発明の効果】

【0012】

請求項1の発明によれば、ロータコアが、軸方向に積層した2つのロータコア（第1

10

20

30

40

50

ロータコア及び第2ロータコア)から構成され、各ロータコアの外周面には、中心線に対し周方向で対称となる位置に軸方向に延びる1組の溝部が少なくとも1つ設けられている。また、第1ロータコアの1組の溝部と、第2ロータコアの1組の溝部とは、周方向で異なる位置に配置されている。当該溝部の配置がロータコア毎に異なるために、第1ロータコアに対応するトルクリプルと第2ロータコアに対応するトルクリプルが逆位相の関係となって互いに打ち消し合うように各溝部を配置すれば、ロータ全体としてのトルクリプルを低減できる。また、各ロータコアの溝部の配置が各ロータコアに対応するトルクリプルに影響するため、トルクリプルを低減するためのロータの設計変更を容易に行うことができる。このように、トルクリプルを低減可能な設計自由度の高いロータを実現できる。

さらに、配置の変更によって各ロータに対応するトルクリプルが変化する溝部の組数が2つあれば、各ロータに対応するトルクリプルを多様に変更できるため、ロータ全体としてのトルクリプルを低減するためのロータの設計自由度を上げることができる。

10

【0013】

請求項2の発明によれば、第1ロータコアの軸方向長さと第2ロータコアの軸方向長さが異なれば、各ロータコアに対応するトルクリプルの振幅が変化するため、2つのロータコアの軸方向長さの比率を調整すれば、ロータ全体としてのトルクリプルをさらに低減できる。

【0015】

請求項3の発明によれば、2つのロータコアの軸方向長さの比率を容易に調整できる。

【0016】

20

請求項4の発明によれば、各ロータコアの溝部の配置を変更すれば、各ロータコアに対応するトルクリプルの位相が変わるため、永久磁石をスキューすることなくトルクリプルを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明に係る一実施形態の回転電機のロータの正面図である。

【図2】図1に示す回転電機のロータの1つの磁極部を抜き出して示す斜視図である。

【図3】図2の磁極部の外周面を示す図である。

【図4】図1に示す回転電機に発生するトルクリプルの一例を示す図である。

【図5】軸方向長さが異なる2つのロータコアから構成されたロータコアの1つの磁極部の外周面を示す図である。

30

【図6】図1に示す回転電機に発生するトルクリプルの他の例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。なお、図面は符号の向きに見るものとする。

【0019】

図1は、本発明に係る一実施形態の回転電機のロータの正面図である。図2は、図1に示す回転電機のロータの1つの磁極部を抜き出して示す斜視図である。回転電機は、円環状に配置されたステータ(図示せず)の内周側に、ロータ10が回転自在に設けられ、ステータに巻回されたコイルに通電することによりロータ10が回転するように構成される。

40

【0020】

図1に示すように、ロータ10は、ロータコア11と、ロータコア11に保持された永久磁石12とから構成される。ロータコア11の外周面近傍には、軸方向に貫通する磁石挿入孔13が周方向に所定のパターンで設けられており、各磁石挿入孔13に永久磁石12が配置されることにより、ロータ10の周方向には複数の磁極部50が等間隔に形成されている。より具体的に説明すると、1つの磁極部50を構成する3つ磁石挿入孔13には、磁化方向が同じ永久磁石12が配置される。周方向で隣り合う磁極部50には、この永久磁石12と磁化方向が異なる永久磁石12が配置されることで、周方向で交互に磁極

50

が反転するようになっている。磁石挿入孔 13 には、永久磁石 12 間の磁束の短絡を防止するためのフラックスバリアとなる空隙 14 が形成され、その空隙 14 に樹脂材を充填することで、永久磁石 12 がロータコア 11 に固定される。

【0021】

図 2 に示すように、ロータコア 11 は、軸方向に積層された第 1 ロータコア 11 A と第 2 ロータコア 11 B とを有する。第 1 ロータコア 11 A 及び第 2 ロータコア 11 B は、略同一形状の円環状に打ち抜き形成された電磁鋼板を多数積層してそれぞれ形成される。なお、第 1 ロータコア 11 A と第 2 ロータコア 11 B とでは、後述する溝部の配置以外共通している。したがって、図 1 に示したロータコア 11 の中心 O_r と磁極部 50 の中心 O_m とを結ぶ中心線 C は、第 1 ロータコア 11 A の中心線 C 1 及び第 2 ロータコア 11 B の中心線 C 2 と周方向で一致する。

10

【0022】

図 3 は、図 2 の磁極部 50 の外周面を示す図である。なお、図 3 に示す一点鎖線は、第 1 ロータコア 11 A の中心線 C 1 と第 2 ロータコア 11 B の中心線 C 2 をロータコア 11 の外周面上で結ぶ線である。図 2 及び図 3 に示すように、第 1 ロータコア 11 A 及び第 2 ロータコア 11 B の各外周面 11 a, 11 b には、各磁極部 50 の近傍に、軸方向（矢印 A 方向）に伸びる 2 組の溝部が設けられている。第 1 ロータコア 11 A の外周面 11 a に設けられた各組の溝部 21, 22 は、周方向（矢印 B 方向）で異なる位置に配置され、第 2 ロータコア 11 B の外周面 11 b に設けられた各組の溝部 23, 24 も、周方向（矢印 B 方向）で異なる位置に配置されている。

20

【0023】

外周面 11 a に設けられた 2 組の溝部を構成する 1 組の溝部 21 は、第 1 ロータコア 11 A の中心線 C 1 に対し周方向（矢印 B 方向）で対称となる位置に、軸方向（矢印 A 方向）に伸びる 2 つの溝部 21 r, 21 l から構成される。また、もう一方の 1 組の溝部 22 は、先の 1 組の溝部 21 よりも中心線 C 1 から周方向に離れ、中心線 C 1 に対し周方向（矢印 B 方向）で対称となる位置に、軸方向（矢印 A 方向）に伸びる 2 つの溝部 22 r, 22 l から構成される。

【0024】

同様に、外周面 11 b に設けられた 2 組の溝部を構成する 1 組の溝部 23 は、第 2 ロータコア 11 B の中心線 C 2 に対し周方向（矢印 B 方向）で対称となる位置に、軸方向（矢印 A 方向）に伸びる 2 つの溝部 23 r, 23 l から構成される。また、もう一方の 1 組の溝部 24 は、先の 1 組の溝部 23 よりも中心線 C 2 から周方向に離れ、第 2 ロータコア 11 B の中心線 C 2 に対し周方向（矢印 B 方向）で対称となる位置に、軸方向（矢印 A 方向）に伸びる 2 つの溝部 24 r, 24 l から構成される。

30

【0025】

なお、1 つの磁極部 50 近傍に設けられた各溝部の深さは、全て同一である必要はない。また、各溝部の周方向の幅も、全て同じである必要はない。

【0026】

以上説明したように、本実施形態では、ロータコア 11 が、軸方向に積層した 2 つのロータコア 11 A, 11 B から構成され、各ロータコアの外周面 11 a, 11 b には、各磁極部 50 の近傍に、中心線 C 1, C 2 に対し周方向で対称となる位置に軸方向に伸びる 1 組の溝部が 2 つ設けられている。また、各ロータコア 11 A, 11 B における各組の溝部の配置は周方向で異なり、図 4 に示すように、第 1 ロータコア 11 A に対応するトルクリプル TR 1 と第 2 ロータコア 11 B に対応するトルクリプル TR 2 が逆位相の関係となって互いに打ち消し合うように各溝部が配置されているため、ロータ 10 全体としてのトルクリプル TR 0 の振幅が減少する。

40

【0027】

また、トルクリプルを低減する方法には、永久磁石 12 をスキューするといった手法があるが、この手法は平均トルクが低下するといった欠点がある。しかし、本実施形態のように、各ロータコア 11 A, 11 B の溝部の配置を変更すれば、各ロータコアに対応する

50

トルクリプルの位相が変わるため、ロータ10全体としての平均トルクを下げることなく、トルクリプルを低減できる。すなわち、トルクリプルを低減するためのロータの設計変更を容易に行うことができる。このように、トルクリプルを低減可能な設計自由度の高いロータ10を実現できる。

【0028】

なお、図2及び図3に示した例では、第1ロータコア11A及び第2ロータコア11Bの軸方向（矢印A方向）長さが略同じである。すなわち、第1ロータコア11A及び第2ロータコア11Bは共に、同数の電磁鋼板を積層して形成されている。しかし、図5に示すように、第1ロータコア11A及び第2ロータコア11Bの各軸方向長さが異なっても良い。例えば、第1ロータコア11Aの軸方向長さL1と第2ロータコア11Bの軸方向長さL2との比が、「 $L1 : L2 = 4 : 6$ 」の関係であっても良い。

10

【0029】

各ロータコア11A, 11Bの軸方向長さL1, L2が異なると、各ロータコア11A, 11Bに対応するトルクリプルの振幅が変化する。このため、各ロータコア11A, 11Bに対応するトルクリプルの振幅が略同じとなるように軸方向長さL1, L2の比率を調整すれば、図6に示すように、各ロータコア11A, 11Bに対応するトルクリプルTR1, TR2が互いに打ち消し合って、ロータ10全体としてのトルクリプルTR0をさらに低減できる。なお、各ロータコア11A, 11Bの軸方向長さL1, L2は、各ロータコア11A, 11Bにおける電磁鋼板の積層比率を変えることによって容易に変更可能である。また、本実施形態では、ロータコア11が2つのロータコア11A, 11Bから

20

【0030】

なお、本発明は、前述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。例えば、上記実施形態では、ロータコア11の複数の磁極部50の各々に対応して、各ロータコア11A, 11Bに2組の溝部を設けたが、溝部の組数は2つに限らず、1つ又は3つ以上であっても良い。また、上記実施形態では、ロータコア11は、2つのロータコア11A, 11Bを軸方向に積層して構成されているが、3つ以上のロータコアを軸方向に積層して構成されても良い。

30

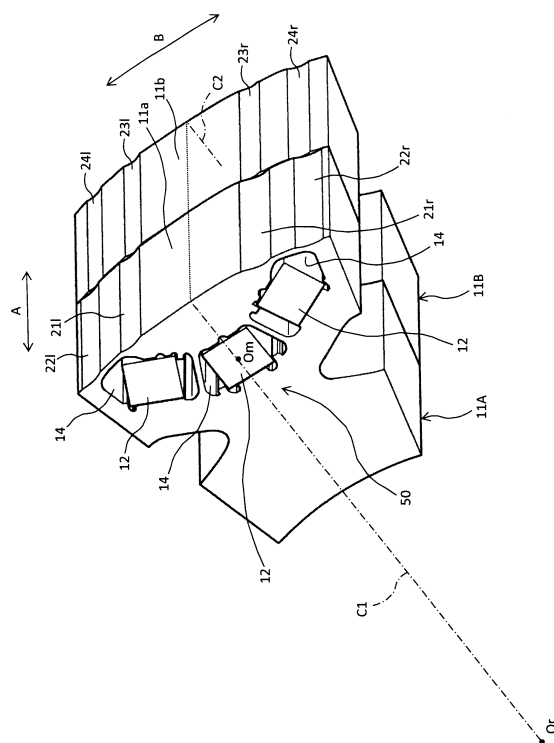
【符号の説明】

【0031】

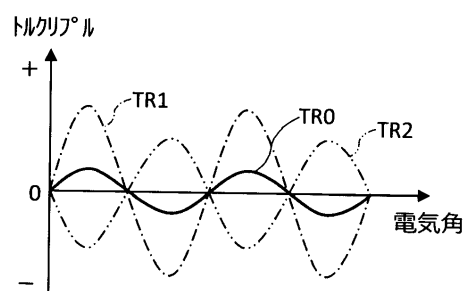
- 10 ロータ
- 11 ロータコア
- 11A 第1ロータコア
- 11B 第2ロータコア
- 11a 外周面
- 11b 外周面
- 12 永久磁石
- 13 磁石挿入孔
- 14 空隙
- 21, 22, 23, 24 1組の溝部
- 21r, 21l, 22r, 22l, 23r, 23l, 24r, 24l 溝部
- 50 磁極部

40

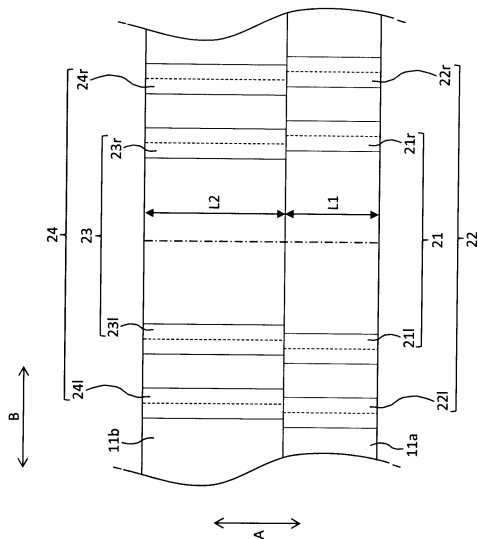
【図 2】



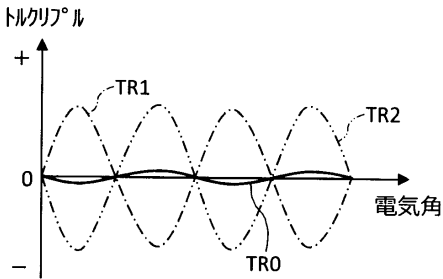
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 2 K 21/14 M

(56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0365762 (US, A1)
特開2010-098830 (JP, A)
特開2013-230070 (JP, A)
特表2012-509051 (JP, A)
特開2008-029095 (JP, A)
特開2016-220382 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H 0 2 K 1/27
H 0 2 K 1/22
H 0 2 K 16/02
H 0 2 K 21/14