

(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2015-80403

(P2015-80403A)

(43) 公開日 平成27年4月23日(2015.4.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 21/14 (2006.01)	HO2K 21/14 M	5H601
HO2K 1/22 (2006.01)	HO2K 1/22 A	5H621

審査請求 未請求 請求項の数 28 O L 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-211282 (P2014-211282)	(71) 出願人	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123 45、スケネクタデイ、リバーロード、1 番
(22) 出願日	平成26年10月16日 (2014.10.16)	(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	14/057,591	(74) 代理人	100105588 弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成25年10月18日 (2013.10.18)	(74) 代理人	100129779 弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100113974 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気機械におけるトルクリップルの低減

(57) 【要約】

【課題】トルクリップルの低減。

【解決手段】内部永久磁石機械または同期リラクタンス機械などのX相を有する電気機械であって、固定子歯および固定子コアを有し、M個のスロットを有する固定子アセンブリであって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリと、空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された、N個の極を有する回転子アセンブリであって、シャフト、およびシャフトの周りに円周状に配置された回転子コアを含む回転子アセンブリとを含む電気機械。機械は、kの値が、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である。電気機械は、回転子スポークの外部表面と固定子の内側固定子表面との間で不均一のギャップを含んでもよい。

【選択図】 図1

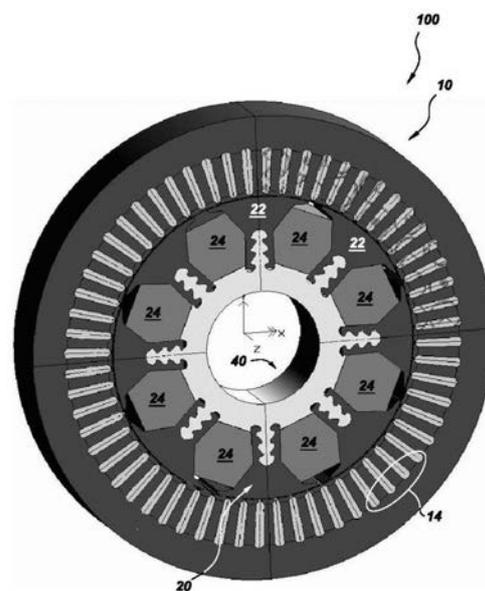


Fig. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X相を有する電気機械(100)であって、
 複数の固定子歯を備える固定子コア(12)を備える固定子アセンブリ(10)であって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、前記固定子アセンブリ(10)が、空洞を画定する内表面(16)とともに長手軸に沿って延在し、M個のスロットを有する固定子アセンブリ(10)と、

前記空洞の内部に配設され、前記長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリ(20)であって、N個の極を有し、

シャフト(40)、

前記シャフト(40)の周りに円周状に配置された回転子コア(22)、および
 複数の永久磁石(24)であって、スタック間に配設され磁場を生成するように構成され、前記磁場が前記固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石(24)を備える回転子アセンブリ(20)と
 を備え、

さらに、前記電気機械(100)は、スポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械を備え、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である、電気機械(100)。

【請求項 2】

さらに、kがY.5であり、Yが整数である、請求項1に記載の電気機械(100)。

【請求項 3】

さらに、Y.3 k Y.7であり、Yが整数であり、さらにk Y.5である請求項1に記載の電気機械(100)。

【請求項 4】

前記固定子アセンブリ(10)が中心C₁を有する内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が中心C₂を有する外側曲面を有する複数のスポーク(22)を備え、C₁ C₂である、請求項1に記載の電気機械(100)。

【請求項 5】

前記固定子アセンブリ(10)が内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が、前記内側曲面に面する外表面(26)を有する複数のスポーク(22)を備え、前記内側曲面と前記外表面(26)との間にギャップを画定し、前記ギャップは前記外表面(26)の長さに沿って不均一距離を有する、請求項1に記載の電気機械(100)。

【請求項 6】

前記外表面(26)が湾曲している、請求項5に記載の電気機械(100)。

【請求項 7】

請求項1に記載の電気機械(100)と、前記電気機械(100)に取り付けられた車両支持構造物とを備える車両。

【請求項 8】

X相を有するスポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械であって、

複数の固定子歯を備える固定子コア(12)を備える固定子アセンブリ(10)であって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、前記固定子アセンブリ(10)が、空洞を画定する内表面(16)とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリ(10)と、

回転子コア(22)を備える回転子アセンブリ(20)であって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、前記長手軸の周りで回転するように構成され、

シャフト(40)、および

複数の永久磁石(24)であって、前記回転子コア(22)に配設され磁場を生成するように構成され、前記磁場が前記固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石(24)を備える回転子アセンブリ(20)と

をさらに備え、前記固定子アセンブリ(10)が、内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ

10

20

30

40

50

リ(20)が、前記内側曲面に面する外表面(26)を有する複数のスポーク(22)を備え、前記内側曲面と前記外表面(26)との間にギャップを画定し、前記ギャップが前記外表面(26)の長さに沿って不均一距離を有するスポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械。

【請求項9】

前記外表面(26)が湾曲している、請求項8に記載のスポークタイプIPM機械。

【請求項10】

さらに、前記内側曲面が中心 C_1 を有し、前記外側曲面が中心 C_2 を有し、 C_1 、 C_2 である、請求項8に記載のスポークタイプIPM機械。

【請求項11】

さらに、前記IPM機械は、 k の値が $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここで k は約1.3よりも大きい非整数である、請求項8に記載のスポークタイプIPM機械。

【請求項12】

さらに、 k が $Y . 5$ であり、 Y が整数である、請求項11に記載のスポークタイプIPM機械。

【請求項13】

さらに、 $Y . 3 < k < Y . 7$ であり、ここで Y が整数であり、さらに $k < Y . 5$ である、請求項11に記載のスポークタイプIPM機械。

【請求項14】

請求項8に記載のスポークタイプIPM機械と、前記スポークタイプIPM機械に取り付けられた車両支持構造とを備える車両。

【請求項15】

X 相を有する電気機械(100)であって、

複数の固定子歯を備える固定子コア(12)を備える固定子アセンブリ(10)であって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、前記固定子アセンブリ(10)が、空洞を画定する内表面(16)とともに長手軸に沿って延在し、前記固定子アセンブリ(10)が M 個のスロットを有する固定子アセンブリ(10)と、

前記空洞の内部に配設され、前記長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリ(20)であって、 N 個の極を有し、

シャフト(40)、および

前記シャフト(40)の周りに円周状に配置された回転子コア(22)を備える回転子アセンブリ(20)とを備え、

さらに、前記電気機械(100)は同期リラクタンズ機械を備え、 k の値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここで k は約1.3よりも大きい非整数である、電気機械(100)。

【請求項16】

さらに、 k が $Y . 5$ であり、 Y が整数である、請求項15に記載の電気機械(100)。

【請求項17】

さらに、 $Y . 3 < k < Y . 7$ であり、 Y が整数であり、さらに $k < Y . 5$ である、請求項15に記載の電気機械(100)。

【請求項18】

前記固定子アセンブリ(10)が中心 C_1 を有する内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が中心 C_2 を有する外側曲面を有する複数のスポーク(22)を備え、 C_1 、 C_2 である、請求項15に記載の電気機械(100)。

【請求項19】

前記固定子アセンブリ(10)が内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が、

10

20

30

40

50

前記内側曲面に面する外表面(26)を有する複数のスポーク(22)を備え、前記内側曲面と前記外表面(26)との間にギャップを画定し、前記ギャップは前記外表面(26)の長さに沿って不均一距離を有する、請求項15に記載の電気機械(100)。

【請求項20】

前記外表面(26)が湾曲している、請求項19に記載の電気機械(100)。

【請求項21】

請求項15に記載の電気機械(100)と、前記電気機械(100)に取り付けられた車両支持構造物とを備える車両。

【請求項22】

X相を有する同期リラクタンس機械であって、

複数の固定子歯を備える固定子コア(12)を備える固定子アセンブリ(10)であって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、前記固定子アセンブリ(10)が、空洞を画定する内表面(16)とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリ(10)と、

回転子コア(22)およびシャフト(40)を備える回転子アセンブリ(20)であって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、前記長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリ(20)と

を備え、

前記固定子アセンブリ(10)が、内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が、前記内側曲面に面する外表面(26)を有する複数のスポーク(22)を備え、前記内側曲面と前記外表面(26)との間にギャップを画定し、前記ギャップが前記外表面(26)の長さに沿って不均一距離を有する同期リラクタンス機械。

【請求項23】

前記外表面(26)が湾曲している、請求項22に記載の同期リラクタンス機械。

【請求項24】

kの値が $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である、請求項22に記載の同期リラクタンス機械。

【請求項25】

さらに、kが $Y . 5$ であり、Yが整数である、請求項24に記載の同期リラクタンス機械。

【請求項26】

さらに、 $Y . 3 < k < Y . 7$ であり、Yが整数であり、さらに $k > Y . 5$ である、請求項24に記載の同期リラクタンス機械。

【請求項27】

前記固定子アセンブリ(10)が中心 C_1 を有する内側曲面を有し、前記回転子アセンブリ(20)が中心 C_2 を有する外側曲面を有する複数のスポーク(22)を備え、 C_1 、 C_2 である、請求項22に記載の同期リラクタンス機械。

【請求項28】

請求項22に記載の同期リラクタンス機械と、前記同期リラクタンス機械に取り付けられた車両支持構造とを備える車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に電気機械に関し、より詳細には、スポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械および同期リラクタンス機械などの電気機械、ならびにトルクリップルに効果的に対処する設計の配置構成に関する。

【背景技術】

【0002】

スポークタイプIPM機械および同期リラクタンス機械などの電気機械におけるトルクリップルが問題である。トルクリップルが低いと電気機械の過渡損失の減少をもたらすと

10

20

30

40

50

ともに、電氣的トルク入力へのよりスムーズな反動をもたらす。

【0003】

トルクリップルを低減させる一技法は、スロットピッチにより固定子をシフトさせることである。この手法はトルクリップルを低減させるのに役立つが、この手法は、望ましくない応力をスロットの絶縁材料上にもたらすとともに機械のトルク成分を減少させることがある。固定子を軸線方向にわたってシフトさせ、またはまたがせると、スロット絶縁に切り込み得る鋭い縁部を作り出し最終的には電気機械の堅牢性および信頼性に影響を与える。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】米国特許第8421291号明細書

【発明の概要】

【0005】

したがって、スポークタイプIPM機械および同期リラクタンス機械などの電気機械における現行の設計においてトルクリップルを効果的に低減させるように改良することが望ましい。

【0006】

本発明の一実施形態によると、X相を有する電気機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在し、M個のスロットを有する固定子アセンブリと、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリであって、N個の極を有し、シャフト、シャフトの周りに円周状に配置された回転子コア、および複数の永久磁石であって、スタック間に配設され磁場を生成するように構成され、この磁場が固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石を備える回転子アセンブリとを備え、さらに電気機械は、スポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械を備え、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である。

20

【0007】

30

別の実施形態によると、X相を有するスポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリと、回転子コアを備える回転子アセンブリであって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成され、さらに、シャフト、および複数の永久磁石であって、回転子コアに配設され磁場を生成するように構成され、この磁場が固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石を備える回転子アセンブリとを備え、固定子アセンブリが内側曲面を有し、回転子アセンブリが、内側曲面に面する外表面を有する複数のスポークを備え、内側曲面と外表面との間にギャップを画定し、ギャップが外表面の長さに沿って不均一距離を有する。

40

【0008】

例示的实施形態によると、X相を有する電気機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在し、前記固定子アセンブリがM個のスロットを有する固定子アセンブリと、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された、回転子アセンブリであって、N個の極を有し、シャフト、およびシャフトの周りに円周状に配置された回転子コアを備える回転子アセンブリとを備え、さらに、電気機械は同期リラクタンス機械を備え、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約

50

1.3よりも大きい非整数である。

【0009】

例示的实施形態によると、X相を有する同期リラクタンス機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリと、回転子コアおよびシャフトを備える回転子アセンブリであって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリとを備え、固定子アセンブリが内側曲面を有し、回転子アセンブリが、内側曲面に面する外表面を有する複数のスポークを備え、内側曲面と外表面との間にギャップを画定し、ギャップが外表面の長さに沿って不均一距離を有する。

10

【0010】

本発明のこれらのおよび他の特徴、態様、および有利な点は、以下の詳細な説明を、添付図面を参照して読むとよりよく理解されるであろう。ここで添付図において同様の符号は、図面全体にわたって同様の部品を表す。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の例示的实施形態によるスポークタイプIPM機械の回転子アセンブリおよび固定子アセンブリの横断面図である。

【図2】本発明の別の例示的实施形態によるスポークタイプIPM機械の回転子アセンブリおよび固定子アセンブリの単極部分のクローズアップ横断面図である。

20

【図3】図2に示された単極の固定子回転子界面のさらなるクローズアップ横断面概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に詳細に論じるように、本発明の実施形態は、スポークタイプ内部永久磁石(IPM)機械および同期リラクタンス機械を含めて、電気機械のトルクリップルを低減させる、電気機械に適用可能な設計技法を対象とする。この設計は、分布巻線を有しながら製造の複雑さを低減させる電動モータに使用することができる。方法は、極当たり相当の組合せの特殊なスロットを再考することによってトルクリップルを目指し、この組合せは分割されたスポーク回転子と組み合わされた特有の数のスロットを有する固定子によって実現される。方法の別の態様は、回転子スポークの外部表面の形、および/または回転子スポークと固定子との間にギャップを構成することによりトルクリップルに目標を向ける。本発明の実施形態は、電気機械におけるトルクリップルを効果的に低減させる、一方または両方の態様を用いることができる。

30

【0013】

本発明の様々な実施形態の要素を導入する場合、冠詞「一つの(a)」、「一つの(an)」、「その(the)」および「前記」は、1つまたは複数の要素があることを意味するように意図している。「備える(comprising)」、「含む(including)」および「有する(having)」という用語は包括的であることを意図し、列挙された要素以外に追加の要素があり得ることを意味する。動作パラメータの例はいずれも、開示された実施形態の他のパラメータを排除するものではない。

40

【0014】

図1を参照すると、アセンブリ100の正面斜視図が示されている。アセンブリ100は、回転子アセンブリ20を取り囲む固定子アセンブリ10を備え、さらに回転子アセンブリ20は、シャフトまたは車軸40を取り囲む。図示のように、回転子アセンブリ20は、一般に、周囲の固定子アセンブリ10により画定される空洞の内部に配設される。アセンブリ100は電気機械として機能することができ、したがって、回転子アセンブリ20は重心軸(「z」のマークを付けている)の周りで回転し、それによって最終的に回転エネルギーをシャフト40で与えることができる。電気機械100すなわちアセンブリは

50

、これらに限られないがオフハイウエートラック（OHV）、鉱業車両等を含めて車両用のトラクション駆動モータを含む様々な用途に使用することができる。

【0015】

固定子アセンブリ10は、固定子コア12であって、複数の固定子スロット14間に挿入された複数の固定子歯を有するとともに、交流（AC）により励起されると、固定子巻線（図示せず）が固定子磁場を生成するように構成される固定子コア12を備えることができる。固定子コア12は、長手軸（「z」）に沿って延在する。固定子コア12の内表面は、空洞を画定する。固定子アセンブリ10はM個のスロットを含み、Mはスロットの量である。Mは実質的に任意の偶数であり得る。一定の実施形態では、Mは例えば、36、54、60等なのであってもよい。

10

【0016】

回転子アセンブリ20は、空洞内部に配設され、長手軸およびシャフト40の周りで回転するように構成される。回転子アセンブリ20は、N個の極を有し、Nは極の量である。回転子アセンブリ20は、シャフト40の周りに円周状に配置された回転子コア22を備える。Nは、実質的に2よりも大きい任意の偶数であってよい。一定の実施形態では、Nは、例えば、8、12等なのであってもよい。

【0017】

回転子アセンブリ20は、回転子コアの一部を形成する複数のスポーク22を含んでもよい。図1では、IPM機械を示し、回転子アセンブリ20は、図示のように軸線方向に分布するとともに、スポーク22が挿入される複数の磁石24をさらに備える。

20

【0018】

回転子アセンブリ20および固定子アセンブリ10は、集合的にX相を有する電気機械100を備える。電気機械100の実施形態における一般的なXの値は、三相である。

【0019】

電気機械100は、M個のスロット、N個の極、およびX相を有するように構成され、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であり、kは非整数である。実施形態では電気機械100は、 $k = Y . 5$ であるように構成され、Yは整数である。他の実施形態では、電気機械100は、 $Y . 3$ k $Y . 7$ であるように構成され、Yは整数である。

【0020】

図のように、kのある値はいくつかの利点を有することがあるが、kに対して他の値を使用してもよい。例えば、値 $k = Y . 5$ は、トルクリップルを低下させることに関して一定の利点を有することが分かっている。しかしながら、 $Y . 5$ （例えば、 $Y . 3$ k $Y . 4$ または $Y . 6$ k $Y . 7$ ）以外のkの値を使用してもよい。これらの特定の実施形態ではトルクリップルの低減は、追加の鉄損を伴う場合がある。鉄損に対処するために様々な冷却手段を、例えば空気または液体冷却により回転子の部分を冷却することを含めて、鉄損に対処するのに使用してもよい。

30

【0021】

したがって限定でない例により、電気機械100の実施形態は、一実施形態においては8極、36スロット、および三相を有してもよく、それによって $k = 1 . 5$ である。別の実施形態では、電気機械100は、12極、54スロット、三相を有してもよく、それによって $k = 1 . 5$ である。別の実施形態では、電気機械100は、8極、60スロット、三相を有してもよく、それによって $k = 2 . 5$ である。別の実施形態では、電気機械100は、10極、75スロット、三相を有してもよく、それによって $k = 2 . 5$ である。他の組合せは、本発明の態様から逸脱することなく可能である。

40

【0022】

限定でない例により、図1に示す実施形態は、60スロット（すなわち、 $M = 60$ ）および8極（すなわち、 $N = 10$ ）を有する三相（すなわち、 $X = 3$ ）電気機械100である。

【0023】

図2および図3の両方においてクローズアップ図を参照すると、本発明の別の態様は、

50

電気機械におけるトルクリップルの低減を支援するために、単独でまたは前述の態様と組み合わせて適用することができる。図2および図3は、回転子および固定子界面の別の実施形態の単極部分のみを示しており、例えば説明を明瞭にするためにのみ磁石24を示していない。図示のように、固定子アセンブリ10の内表面16は、回転子アセンブリ20のスポーク22の外表面26に面している。ギャップが、内表面16と外表面26との間で画定される。ギャップは、外表面26の長さ(「L」で表される)に沿って不均一である。図3に示すように、ギャップの距離は、スポーク22のD軸線に沿って中間点で X_1 であってもよく、スポーク22の端部で X_2 であってもよく、ここで $X_1 > X_2$ である。スポーク22に沿ったギャップの差は、例えば、内表面16および外表面26の曲率の中心点の差により与えられる。図示のように、内表面16は、半径 R_1 および中心点 C_1 を有する曲率を有する。同様に、外表面26は、半径 R_2 および中心点 C_2 を有する曲率を有する。電気機械100は、 $C_2 < C_1$ であるように構成してもよい。このようにして、外表面26と内表面16との間のスポーク22の長さに沿ったギャップは、不均一である。

【0024】

外表面26の長さLに沿って不均一ギャップを設けることにより、より正弦波の磁場がギャップに与えられ、最終的に電気機械100のトルクリップルを低減するのに役立つ。外表面26の構成は、実施形態に応じて変化する。例えば、図2および図3におけるスポーク22の外表面26は連続した凸状曲面である。他の湾曲した形および構成を使用してもよい。さらに他の実施形態では、外表面26は湾曲する必要がない。例えば、外表面26は、代わりに角張っている、直線、弓型等であってもよい。D軸線に対応する外表面26の長さLの中間点は、固定子コア12の内表面16への外表面26の最近接点であってもよい。

【0025】

限定でない例により、図2および図3に示される実施形態は48スロット(すなわち、 $M = 48$)および8極(すなわち、 $N = 8$)を有する三相(すなわち、 $X = 3$)電気機械100であってもよい。したがって、図2および図3に示される実施形態では、kの値は、たまたま2.0であってもよい。

【0026】

X_1 、 X_2 、 C_1 、 C_2 、 R_1 、および R_2 の値は、特定の電気機械100に応じて変動するであろう。 X_1 の典型的な値の例は、約0.5mmから約1.2mmの範囲の大きさである。同様に X_2 の典型的な値の例は、実施形態では、 $X_2 > X_1$ のとき、約1.5mmから約4.0mmの範囲の大きさである。 R_1 および R_2 の典型的な値の例は、約20mmから約300mmの範囲にある。他の値は、範囲から逸脱することなく使用してもよい。

【0027】

電気機械100は、様々な電気機械であってもよい。図は、回転子アセンブリ20内に磁石24を示しているが、磁石を使用する必要がある。例えば、電気機械100は、スポークタイプIPM機械(すなわち、磁石24を有する)、同期リラクタンス機械(すなわち、磁石を有しない)等であってもよい。

【0028】

電気機械は、上記で述べたように、例えば、様々な車両上のトラクションモータを含めて様々な用途によく適することができる。しかしながら、そのような電気機械は様々な他の用途に使用してもよい。電気機械は、トラクション応用、風力タービンおよびガスタービン、航空用途の始動電気機械、工業応用、電気器具等などの他の限定されない例にも使用することができる。

【0029】

したがって、本発明の一実施形態によると、X相を有する電気機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在し、M個のスロットを有する固定子アセンブリと、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセン

10

20

30

40

50

ブリであって、N個の極を有し、シャフト、シャフトの周りに円周状に配置された回転子コア、および複数の永久磁石であってスタック間に配設され磁場を生成するように構成され、この磁場が固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石を備える回転子アセンブリとを備え、さらに電気機械は、スポークタイプ内部永久磁石（IPM）機械を備え、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である。

【0030】

別の実施形態によると、X相を有するスポークタイプ内部永久磁石（IPM）機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリと、回転子コアを備える回転子アセンブリであって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成され、さらに、シャフト、および複数の永久磁石であって、回転子コアに配設され磁場を生成するように構成され、この磁場が固定子磁場と相互作用してトルクを生成する永久磁石を備える回転子アセンブリとを備え、固定子アセンブリが、内側曲面を有し、回転子アセンブリが、内側曲面に面する外表面を有する複数のスポークを備え、内側曲面と外表面との間にギャップを画定し、ギャップが外表面の長さに沿って不均一距離を有する。

10

【0031】

例示的实施形態によると、X相を有する電気機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、さらに固定子巻線が、交流により励起されると固定子磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在し、前記固定子アセンブリがM個のスロットを有する固定子アセンブリと、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された、回転子アセンブリであって、N個の極を有し、シャフト、およびシャフトの周りに円周状に配置された回転子コアを備える回転子アセンブリとを備え、さらに、電気機械は同期リラクタンス機械を備え、kの値は、 $k = M / (X * N)$ であるように構成され、ここでkは約1.3よりも大きい非整数である。

20

【0032】

例示的实施形態によると、X相を有する同期リラクタンス機械は、複数の固定子歯を備える固定子コアを備える固定子アセンブリであって、M個のスロットを有し、さらに固定子巻線が、交流により励起されると磁場を生成するように構成され、該固定子アセンブリが、空洞を画定する内表面とともに長手軸に沿って延在する固定子アセンブリと、回転子コアおよびシャフトを備える回転子アセンブリであって、N個の極を有し、前記空洞の内部に配設され、長手軸の周りで回転するように構成された回転子アセンブリとを備え、固定子アセンブリが内側曲面を有し、回転子アセンブリが、内側曲面に面する外表面を有する複数のスポークを備え、内側曲面と外表面との間にギャップを画定し、ギャップが外表面の長さに沿って不均一距離を有する。

30

【0033】

当然ながら、上述したこのような目的または利点のすべては、任意の特定の实施形態により必ずしも実現できるとは限らないことを理解されたい。したがって、例えば、当業者は、本明細書で説明されたシステムおよび技法が、必ずしも本明細書において教示されまたは示唆され得る他の目的または利点を実現することなく本明細書で教示された（1つまたはグループの）利点を実現しまたは最適化する仕方で実施されまたは実行され得ることを認識するであろう。

40

【0034】

本発明のいくつかの特徴のみが本明細書で例示され説明されたが、多くの変更および変形は当業者が想到するであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の精神に入るような、このようなすべての変更および変形を包含することを意図していることを理解されたい。

50

【符号の説明】

【0035】

- 10 固定子アセンブリ
- 12 固定子コア
- 14 固定子スロット
- 16 内表面
- 20 回転子アセンブリ
- 22 回転子コア、スポーク
- 24 磁石
- 26 外表面
- 40 シャフト、車軸
- 100 アセンブリ、電気機械

【 図 1 】

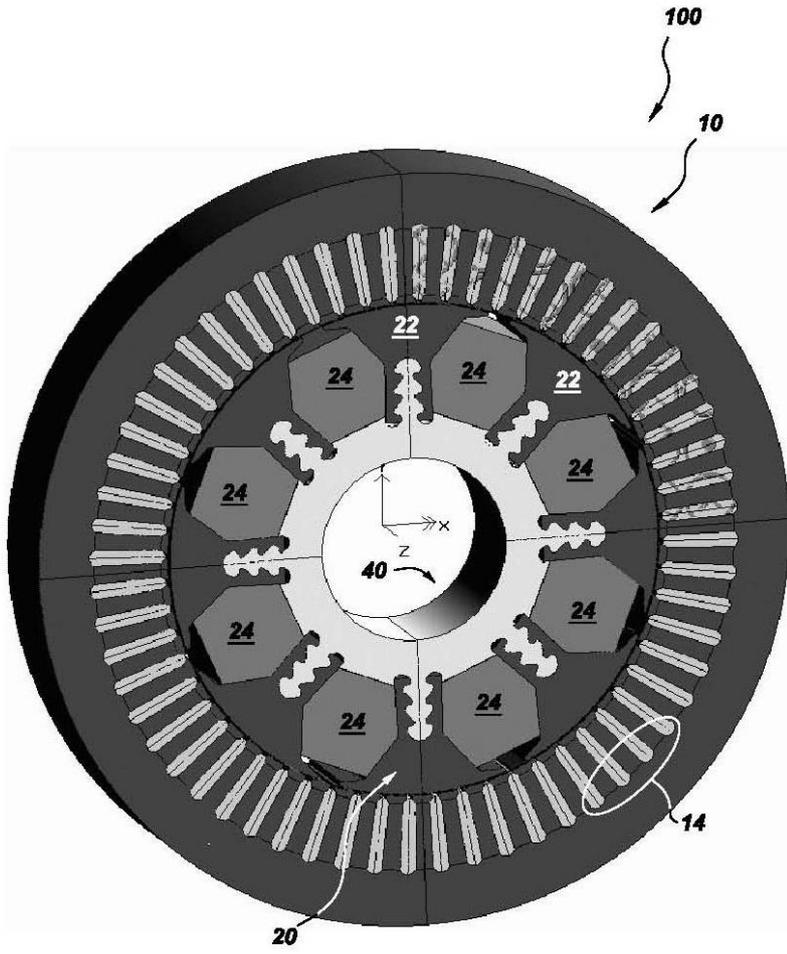
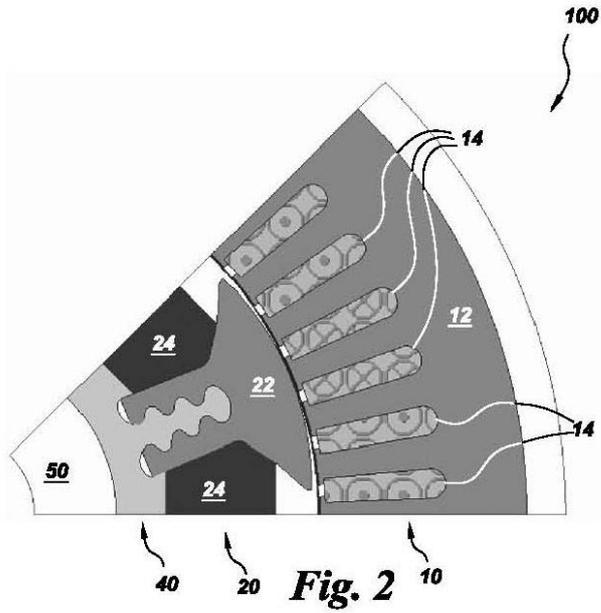
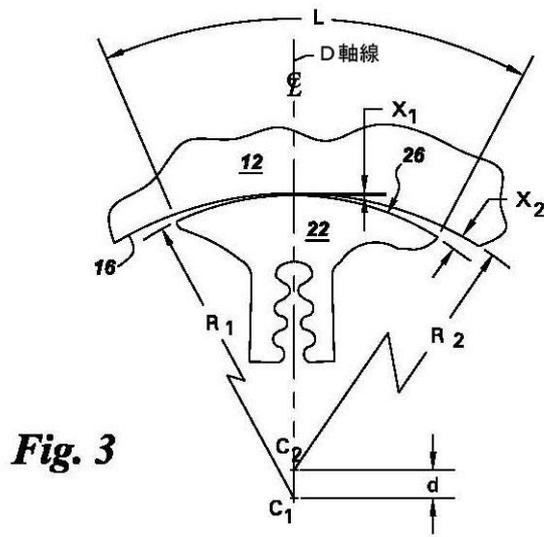


Fig. 1

【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (72)発明者 パテル・バジーラス・レディ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、エンジニアリング・フィジックス・118ピー、
ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 カム・カン・ハ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 アイマン・モハメッド・ファウジ・エル・リファイエ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、イーピー・107、ワン・リサーチ・サークル
- (72)発明者 スティーブン・ジョセフ・ガリオット
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サークル
- Fターム(参考) 5H601 AA22 AA23 BB01 CC15 DD01 DD11 FF05
5H621 AA02 GA15 HH01

【外国語明細書】

2015080403000001.pdf