

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4771278号  
(P4771278)

(45) 発行日 平成23年9月14日(2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日(2011.7.1)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>HO2K</b>	<b>1/12</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/12	B
<b>HO2K</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	1/02	A
<b>HO2K</b>	<b>21/16</b>	<b>(2006.01)</b>	HO2K	21/16	M

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-238225 (P2005-238225)	(73) 特許権者	000006622
(22) 出願日	平成17年8月19日 (2005.8.19)		株式会社安川電機
(65) 公開番号	特開2007-53867 (P2007-53867A)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(43) 公開日	平成19年3月1日 (2007.3.1)	(72) 発明者	野中 剛
審査請求日	平成20年7月10日 (2008.7.10)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
			株式会社 安川電機内
		審査官	河村 勝也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石形電動機およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

凹凸のない中空円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内径側に装着され環状に成形された集中巻コイルとより構成された固定子と、

前記固定子と空隙を介して対向配置され、表面に界磁用磁石を配設した回転子とを備えた永久磁石形電動機において、

前記固定子は、該環状に成形された集中巻コイルの中央に位置する穴部に軟磁性粉末成形材を嵌合し、

前記軟磁性粉末成形材の外表面は前記固定子鉄心の内面に密着して第1の円筒面を形成し、

前記軟磁性粉末成形材の内表面は前記集中巻コイルの内面と共に前記回転子に対向する第2の円筒面を形成したことを特徴する永久磁石形電動機。

【請求項2】

前記軟磁性粉末成形材が嵌合する前記集中巻コイルは、前記固定子鉄心の内面に密着して円周方向に重なることなく固定されることを特徴とする請求項1に記載の永久磁石形電動機。

【請求項3】

凹凸のない中空円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内径側に装着され環状に成形された集中巻コイルとより構成された固定子と、

前記固定子と空隙を介して対向配置され、表面に界磁用磁石を配設した回転子と

を備えた永久磁石形電動機を製造する永久磁石形電動機の製造方法であって、

前記環状に成形され中央に穴部を有する集中巻コイルを準備し、次いで、前記穴部に軟磁性粉末成形材を嵌合し、前記集中巻コイルに嵌合された前記軟磁性粉末成形材の外面は前記固定子鉄心の内面に密着して第1の円筒面を形成し、

前記軟磁性粉末成形材の内面は前記集中巻コイルの内面と共に前記固定子に対向する第2の円筒面を形成するように接着して、前記固定子を形成することを特徴する永久磁石形電動機の製造方法。

【請求項4】

前記固定子を形成する際に、コイル結線部も当該固定子と一体に固定することを特徴とする請求項3に記載の永久磁石形電動機の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転子に界磁用磁石が設置された永久磁石形電動機およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、スロットを有する固定子鉄心と、界磁用磁石を配設した回転子とを備えた永久磁石形電動機において、トルクの向上と損失の低減が計られてきた。特に、小型の永久磁石形電動機では損失の第1の要因が銅損であることから、銅損を低減するために固定子鉄心を分割する方法が提案されている。この方法は、予めボビンに巻装した巻線を分割された固定子鉄心に装着後、固定子を構成するため、巻線の占積率を高めることができる。

20

このような背景の中で、さらに電動機の小型化に対して、簡易な固定子構造を有するスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機が提案されている（例えば、特許文献1を参照）。

図5は、従来のスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機の正断面図である。図5において、1は軟磁性層、2は集中巻コイル、3は固定子鉄心、4は永久磁石、5はロータヨーク、6は絶縁層、7は空隙である。

固定子鉄心3は中空円筒の形状を有して、内径側にスロットがなく、環状に成形された集中巻コイル2を該内径側に配列している。隣り合う集中巻コイル2の間や集中巻コイル2の中央に位置する穴部は絶縁層6で構成されている。また、集中巻コイル2の空隙7に対向する面には、電機子インダクタンスを大きくし、PWM駆動時の電流リップルの低下による損失低減を図る目的で、軟磁性層1が設けられている。

30

このように、従来のスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機は、ティースに巻線を巻装する構成のスロットワインディングタイプのものに比べて、小型で製造し易い簡易な構造となっている。

【0003】

また、他の簡易な構造の電動機の例としては、軟磁性粉末成形材の持つ自由度の高い成形性を生かして固定子鉄心を成形したものがある（例えば、特許文献2を参照）。

【特許文献1】特開2002-159152号公報（明細書第4頁、図1）

40

【特許文献2】特開2001-128405号公報（明細書第3頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、特許文献1に示した従来のスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機では、一般的に、構造が簡易で小型のモータに適する反面、コイルスペースがそのままギャップとなり、界磁用磁石に対する磁路抵抗が大きくなり、ギャップ磁束密度が小さくなるという傾向があった。そのため、トルクが低下し、また、所望の特性に設計する必要性から巻線の巻線数が増加し、銅損が増加するという問題があった。

一方、特許文献2に示した従来の軟磁性粉末成形材を用いて固定子鉄心を製造する電動

50

機では、予め巻装した巻線を固定子鉄心に装着する方法を行えないため、巻線の占積率を高めることができないという問題があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、スロットワインディングタイプの電動機と同等のギャップ磁束密度を得ることができ、その結果、高トルクで低損失の特性を保持し、簡単な構造を有したスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機およびその製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記問題を解決するため、本発明は次のように構成したものである。

請求項1の発明は、凹凸のない中空円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内径側に装着され環状に成形された集中巻コイルとより構成された固定子と、前記固定子と空隙を介して対向配置され、表面に界磁用磁石を配設した回転子とを備えた永久磁石形電動機において、前記固定子は、該環状に成形された集中巻コイルの中央に位置する穴部に軟磁性粉末成形材を嵌合し、前記軟磁性粉末成形材の外表面は前記固定子鉄心の内面に密着して第1の円筒面を形成し、前記軟磁性粉末成形材の内表面は前記集中巻コイルの内面と共に前記回転子に対向する第2の円筒面を形成したことを特徴としている。

10

また、請求項2の発明は、請求項1記載の永久磁石形電動機において、前記軟磁性粉末成形材が嵌合する前記集中巻コイルは、前記固定子鉄心の内面に密着して円周方向に重なることなく固定されることを特徴としている。

また、請求項3の発明は、凹凸のない中空円筒状の固定子鉄心と、前記固定子鉄心の内径側に装着され環状に成形された集中巻コイルとより構成された固定子と、前記固定子と空隙を介して対向配置され、表面に界磁用磁石を配設した回転子とを備えた永久磁石形電動機を製造する永久磁石形電動機の製造方法であって、前記環状に成形され中央に穴部を有する集中巻コイルを準備し、次いで、前記穴部に軟磁性粉末成形材を嵌合し、前記集中巻コイルに嵌合された前記軟磁性粉末成形材の外表面は前記固定子鉄心の内面に密着して第1の円筒面を形成し、前記軟磁性粉末成形材の内表面は前記集中巻コイルの内面と共に前記固定子に対向する第2の円筒面を形成するように接着して、前記固定子を形成することを特徴としている。

20

また、請求項4の発明は、請求項3記載の永久磁石形電動機の製造方法において、前記固定子を形成する際に、コイル結線部も当該固定子と一体に固定することを特徴としている。

30

【発明の効果】

【0006】

請求項1または3に記載の発明によると、環状の集中巻コイルの中央に位置する穴部に嵌合する軟磁性粉末成形材が磁路の一部となり、スロットワインディングタイプの電動機と同等のギャップ磁束密度を得ることができ、高トルクで低損失の特性を有し、簡単な構造を有したスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機を提供することができる。

さらに、請求項1または3に記載の発明によると、界磁用磁石に対する磁路抵抗を小さくでき、ギャップ磁束密度を大きくできる。

40

請求項2に記載の発明によると、コイルスペースを最小に保つことができ、界磁用磁石に対する磁路抵抗を小さくできる。

さらに、請求項3または4に記載の発明によると、安価な電動機を製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施例を図に基づいて具体的に説明する。

【実施例1】

【0008】

図1は、本発明の実施例を示す永久磁石形電動機の側断面図、図2は、図1のA-A線

50

に沿う正断面図である。

図において、11は固定子、12は回転子、13は軟磁性粉末成形材、14は固定子鉄心、15は集中巻コイル、15aは穴部、16は負荷側プレート、17は反負荷側プレート、18はコイル結線部、19はフレーム、20は軸受、21は界磁用磁石、22はシャフト、23は樹脂部材である。なお、本発明の構成について、永久磁石形電動機が、スロットのない中空円筒状の固定子鉄心14と、固定子鉄心14の内径側に装着され環状に成形された集中巻コイル15とより構成された固定子11と、固定子11と空隙を介して対向配置され、シャフト22の表面に界磁用磁石21を配設した回転子12とを備えた点については、特許文献1と基本的には同じである。

本発明の特徴は、以下のとおりである。

すなわち、固定子11は、環状に成形された集中巻コイル15の中央に位置する穴部15aに軟磁性粉末成形材13を嵌合した点である。この軟磁性粉末成形材13は、表面に絶縁皮膜をもつ個々の鉄粉を樹脂で成形したものとなっており、穴部15aに隙間なく嵌合する形状となっている。

また、軟磁性粉末成形材13は、集中巻コイル15と径方向に同等の厚みを有し、軟磁性粉末成形材13の外表面は固定子鉄心14の内面に密着し、軟磁性粉末成形材13の内表面は集中巻コイル15と共に回転子12に対向するように円筒面を形成するものとなっている。

さらに、軟磁性粉末成形材13が嵌合される集中巻コイル15は、固定子鉄心14の内面に密着して円周方向に重なることなく接着剤などで固定されるものとなっている。

#### 【0009】

図3は、本実施例の永久磁石形電動機に用いる固定子の組立手順を説明するための斜視図である。

図3において、環状に成形された集中巻コイル15と、該集中巻コイル15の中央に位置する穴部15aに嵌合する軟磁性粉末成形材13を必要な数だけ嵌合し、集中巻コイル15に嵌合された軟磁性粉末成形材13を固定子鉄心14の内面に密着し、その内表面は集中巻コイル15と共に、エアギャップの円筒面を形成するように接着し、固定子を形成する。このとき、図1に示したコイル結線部18も一体に固定する。

#### 【0010】

第1実施例はこのように、固定子11は、環状に成形された集中巻コイル15の中央に位置する穴部15aに軟磁性粉末成形材13を嵌合する構成にしたので、集中巻コイルの穴部15aに嵌合する軟磁性粉末成形材が磁路の一部となり、スロットワインディングタイプの電動機と同等のギャップ磁束密度を得ることができ、高トルクで低損失の永久磁石形電動機を得ることができる。また、通常のスロットレスワインディングタイプの電動機と同等に簡易な構造で、同様な製造法を用いるため安価な電動機を製造することができる。

#### 【実施例2】

#### 【0011】

図4は、本発明の第2の実施例を示す永久磁石形電動機の固定子の正断面図である。

図において、23は樹脂部材である。

第2実施例は、第1実施例と同様に、軟磁性粉末成形材13は表面に絶縁皮膜をもつ個々の鉄粉を樹脂で成形することにより、集中巻コイル15の中央に位置する穴部15aに隙間なく嵌合する形状を構成している点、軟磁性粉末成形材13が、集中巻コイル15と径方向に同等の厚みを持つ点は同じである。

異なる点は、軟磁性粉末成形材13を嵌合してなる集中巻コイル15の外表面を固定子鉄心14の内面に密着した際に、円周方向に重なることのないように樹脂部材23により保持させた点である。

第2実施例は、上記構成にしたので、集中巻コイルの中央に位置する穴部に嵌合する軟磁性粉末成形材が磁路の一部となり、スロットワインディングタイプの電動機と同等のギャップ磁束密度を得ることができ、高トルクで低損失の永久磁石形電動機を提供すること

10

20

30

40

50

ができる。また、通常のスロットレスワインディングタイプの電動機と同等に簡易な構造で、同様な製造法を用いるため安価な電動機を製造することができる。

【産業上の利用可能性】

【0012】

本発明の電動機は、人型ロボットの指関節等、小型で高トルクを要求される減速機付き電動機に供するものである。限られたスペースを有効に活用するため、センサレス駆動とし、位置検出に要するべきスペースをトルク増大のためのスペースに用いている。必用に応じて、位置推定によるフィードバック制御によるセンサレス駆動を行うこともあるが、本実施例では、電気角150°通電の矩形波駆動とし、12ステップを周期とするシーケンシャル駆動を用いて駆動する。

10

また、本実施例の電動機は、負荷側に図示しない2段のハーモニック減速機を備え、1500:1の減速を行っているため、出力軸の1回転に対し最低でも36000ステップの位置決めが可能であり、電動機単体の最大トルクを効率低下を含め500倍以上に増大できる。

さらに、本発明の電動機は、トルクの増大と損失の低減に貢献するが、逆にコギングトルクが増大し易く、これは駆動状態におけるトルクリップルを増大させる。これに対しては、通常の使用状態における電動機の回転速度を毎分10000回転以上に設定することで、トルクリップルを平滑することができる。そのことから、本発明は、通常電動機としてもトルクの増大と損失の低減に有効であるが、高減速の減速機付き電動機とした場合、欠点が解消されその有用性が顕著となる。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の実施例を示す永久磁石形電動機の側断面図、

【図2】図1のA-A線に沿う正断面図、

【図3】本実施例の永久磁石形電動機に用いる固定子の組立手順を説明するための斜視図、

【図4】本発明の第2の実施例を示す永久磁石形電動機の固定子の正断面図、

【図5】従来のスロットレスワインディングタイプの永久磁石形電動機の正断面図

【符号の説明】

【0014】

30

1 軟磁性層

2 集中巻コイル

3 固定子鉄心

4 永久磁石

5 ロータヨーク

6 絶縁層

7 空隙

11 固定子

12 回転子

13 軟磁性粉末成形材

40

14 固定子鉄心

15 集中巻コイル

15a 穴部

16 負荷側プレート

17 反負荷側プレート

18 コイル結線部

19 フレーム

20 軸受け

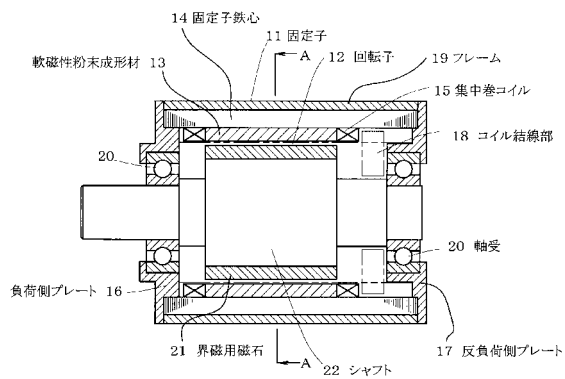
21 界磁用磁石

22 シャフト

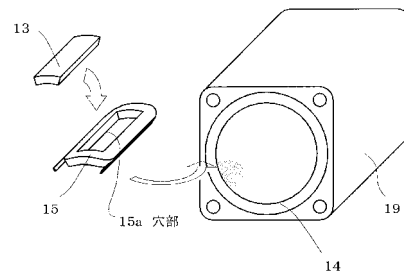
50

2 3 樹脂部材

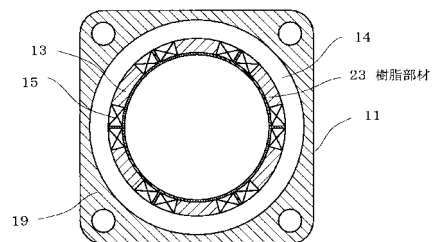
【図1】



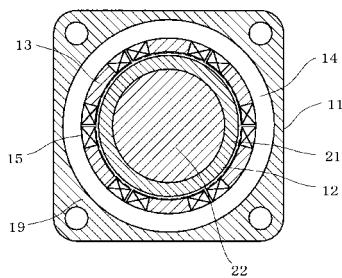
【図3】



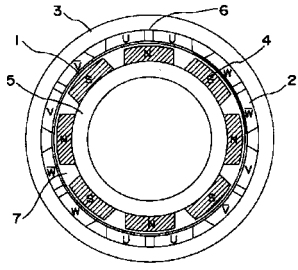
【図4】



【図2】



【図5】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-159152(JP,A)  
特開平09-261925(JP,A)  
特開2003-088075(JP,A)  
特開2003-009491(JP,A)  
実開平06-070476(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/12  
H02K 1/02  
H02K 29/00