

(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2014-18054
(P2014-18054A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/28 (2006.01)	HO2K 1/28 A	5H601
HO2K 15/02 (2006.01)	HO2K 15/02 K	5H615

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-122466 (P2013-122466)	(71) 出願人	000002853 ダイキン工業株式会社
(22) 出願日	平成25年6月11日 (2013. 6. 11)		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル
(31) 優先権主張番号	特願2012-133039 (P2012-133039)	(74) 代理人	110001427 特許業務法人前田特許事務所
(32) 優先日	平成24年6月12日 (2012. 6. 12)	(72) 発明者	藤井 秀樹 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	西嶋 清隆 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内
		(72) 発明者	平野 正樹 滋賀県草津市岡本町字大谷1000番地の 2 ダイキン工業株式会社滋賀製作所内 最終頁に続く

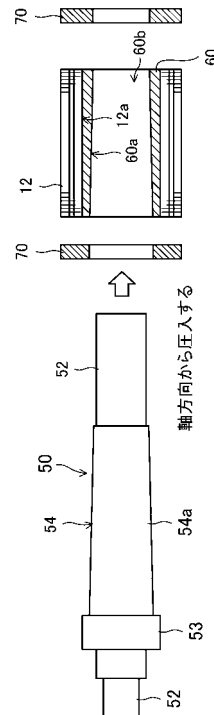
(54) 【発明の名称】 回転電気機械

(57) 【要約】

【課題】 回転電気機械において、より確実にロータコアと駆動軸を締結できるようにする。

【解決手段】 中心に軸孔(12a)を有するロータコア(12)を設ける。円筒状に形成され、外周面でロータコア(12)の軸孔(12a)に嵌合する円筒部材(60)を設ける。円筒部材(60)(カラー)の中空部(60b)に挿入される駆動軸(50)を設ける。カラー(60)は、ロータコア(12)及びシャフト(50)よりも低ヤング率の材料で、且つ内周面をテーパ面(60a)にする。駆動軸(50)はカラー(60)のテーパ面(60a)に面接触して嵌合するテーパ面(54a)を外周に形成する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心に軸孔（12a）を有するロータコア（12）と、
 円筒状に形成され、外周面で前記ロータコア（12）の軸孔（12a）に嵌合する円筒部材（60）と、
 前記円筒部材（60）の中空部（60b）に挿入される駆動軸（50）と、
 を備え、
 前記円筒部材（60）は、前記ロータコア（12）及び前記シャフト（50）よりも低ヤング率の材料で、且つ内周面がテーパ面（60a）に形成され、
 前記駆動軸（50）には、前記円筒部材（60）のテーパ面（60a）に面接触するように嵌合するテーパ面（54a）が外周に形成されていることを特徴とする回転電気機械。

10

【請求項 2】

請求項 1 の回転電気機械において、
 前記円筒部材（60）の外径は、ロータコア（12）の軸孔（12a）の内径よりも大きく形成されていることを特徴とする回転電気機械。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 の回転電気機械において、
 前記ロータコア（12）には、永久磁石（14）が埋め込まれていることを特徴とする回転電気機械。

【請求項 4】

請求項 3 の回転電気機械において、
 前記ロータコア（12）は、電磁鋼板が積層されて構成されていることを特徴とする回転電気機械。

20

【請求項 5】

請求項 4 の回転電気機械において、
 前記永久磁石（14）は、前記駆動軸（50）を前記円筒部材（60）に嵌合させた際における該円筒部材（60）の拡管に伴う前記ロータコア（12）の変形によって、該ロータコア（12）内に固定されることを特徴とする回転電気機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、回転電気機械に関し、特にロータ構造に係るものである。

【背景技術】

【0002】

圧縮機構などを回転駆動させる回転電気機械が知られている。この種の回転電気機械は、駆動軸に取り付けられたロータと、該ロータの外周に配置されるステータとを備え、駆動軸を回転させることで圧縮機構を回転駆動させている。高速回転用の電動機に用いられる回転電気機械のロータでは、回転の遠心力に対抗するために、ロータコアとシャフトの間に、スリーブ若しくはカラーを介在させて三者を圧入締結構造としたものがある（特許文献 1 参照）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許 4 5 8 6 5 3 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、単に圧入締結構造とするだけでは、ロータの回転速度が高速になると、十分な締結力を確保できない可能性がある。また、運転中にはロータの温度が上昇するので、ロータコアが径方向に拡大して、やはり締結力低下の原因になる。

50

【0005】

本発明は前記の問題に着目してなされたものであり、より確実にロータコアと駆動軸を締結できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記の課題を解決するため、第1の発明は、
中心に軸孔(12a)を有するロータコア(12)と、
円筒状に形成され、外周面で前記ロータコア(12)の軸孔(12a)に嵌合する円筒部材(60)と、
前記円筒部材(60)の中空部(60b)に挿入される駆動軸(50)と、
を備え、
前記円筒部材(60)は、前記ロータコア(12)及び前記シャフト(50)よりも低ヤング率の材料で、且つ内周面がテーパ面(60a)に形成され、
前記駆動軸(50)には、前記円筒部材(60)のテーパ面(60a)に面接触するように嵌合するテーパ面(54a)が外周に形成されていることを特徴とする。

10

【0007】

この構成では、駆動軸(50)と円筒部材(60)とは、テーパ面(54a,60a)同士で接触するので、例えば、駆動軸(50)を軸方向から円筒部材(60)に圧入すれば、円筒部材(60)が変形してその外径が大きくなる。このとき、駆動軸(50)は円筒部材(60)よりも変形は小さい、或いは殆ど変形しない。これは、円筒部材(60)の方が駆動軸(50)よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。そして、円筒部材(60)の外径が拡張すると、該円筒部材(60)とロータコア(12)とが、より強固に締結されることになる。これは、円筒部材(60)の方がロータコア(12)よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。

20

【0008】

また、第2の発明は、
第1の発明の回転電気機械において、
前記円筒部材(60)の外径は、ロータコア(12)の軸孔(12a)の内径よりも大きく形成されていることを特徴とする。

【0009】

この構成では、圧入若しくは焼嵌めといった工法で、円筒部材(60)とロータコア(12)とを固定できる。

30

【0010】

また、第3の発明は、
第1又は第2の発明の回転電気機械において、
前記ロータコア(12)には、永久磁石(14)が埋め込まれていることを特徴とする。

【0011】

この構成では、いわゆる磁石埋め込み形の回転電気機械において、駆動軸(50)、円筒部材(60)、及びロータコア(12)の三者が強固に締結されることになる。

【0012】

また、第4の発明は、
第3の発明の回転電気機械において、
前記ロータコア(12)は、電磁鋼板が積層されて構成されていることを特徴とする。

40

【0013】

この構成では、積層構造のロータコアにおいて、駆動軸(50)、円筒部材(60)、及びロータコア(12)の三者が強固に締結される。

【0014】

また、第5の発明は、
第4の発明の回転電気機械において、
前記永久磁石(14)は、前記駆動軸(50)を前記円筒部材(60)に嵌合させた際におけ

50

る該円筒部材（60）の拡管に伴う前記ロータコア（12）の変形によって、該ロータコア（12）内に固定されることを特徴とする。

【0015】

この構成では、いわゆる磁石埋め込み形の回転電気機械において、円筒部材（60）の拡管によって、永久磁石（14）がロータコア（12）内に固定される。

【発明の効果】

【0016】

第1の発明によれば、駆動軸（50）、円筒部材（60）、及びロータコア（12）の三者の締結は、単に焼嵌めで固定する従来のロータにおける締結よりもより強固になる。それにより、回転電気機械に高速回転が求められる場合や、運転中にロータ（ロータコア（12））の温度が上昇しやすい場合において、確実に回転電気機械の機能を発揮させることができる。

10

【0017】

また、第2の発明によれば、円筒部材（60）とロータコア（12）とを予め固定しておくことができる。

【0018】

また、第3の発明によれば、いわゆる磁石埋め込み形の構造を採用することで、ロータ表面の放熱特性は改善し、ロータ表面から磁石をよく冷やすことができるので、出力密度を上げられる。

【0019】

20

また、第4の発明によれば、ロータコア表面の渦電流を小さくできる。

【0020】

また、第5の発明によれば、永久磁石（14）とロータコア（12）との接触を高めることができるとともに、永久磁石（14）の冷却性を改善することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るモータを用いる圧縮機の構成を示す概略の断面図である。

【図2】図2は、実施形態に係るモータの構成を示す斜視図である。

【図3】図3は、ロータの構成を説明する図であり、各構成部品の組立て前の状態を示している。

30

【図4】図4は、ロータの完成状態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【0023】

《発明の実施形態》

図1は、実施形態に係るモータ（10）を用いる圧縮機（1）の構成を示す概略の断面図である。圧縮機（1）は、冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる冷媒回路に接続され、該冷媒回路を流れる冷媒を圧縮するものである。圧縮機（1）は、いわゆるターボ型の圧縮機であり、図1に示すように、モータ（10）と、ケーシング（30）と、羽根車（40）とを備えている。

40

【0024】

ケーシング（30）は、両端が閉塞された円筒状の容器である。ケーシング（30）内の空間は、壁部（31）によって区画されている。壁部（31）よりも右側の空間には、羽根車（40）が収容され、壁部（31）よりも左側の空間には、モータ（10）が収容されている。また、ケーシング（30）内には、モータ（10）のシャフト（50）を支持する軸受機構（36）が設けられている。軸受機構（36）は、タッチダウン軸受（37,37）、及び磁気軸受（38、

50

38)を備えている。磁気軸受(38,38)は、磁力によってシャフト(50)を非接触状態で支持する。タッチダウン軸受(37,37)は、例えば、玉軸受で構成され、磁気軸受(38)の非通電時にシャフト(50)を支持する。

【0025】

モータの構成

モータ(10)は、羽根車(40)を駆動するために用いられるものである。モータ(10)は、本発明の回転電気機械の一例である。この例では、モータ(10)は、ブラシレスDCモータである。より具体的には、モータ(10)は、いわゆる磁石埋め込み形のモータ(Interior Permanent Magnet Motor、以下、IPMモータとも呼ぶ)である。モータ(10)は、ロータ(11)と、ステータ(21)とを備え、圧縮機(1)のケーシング(30)に収容されている。なお、本実施形態では、軸方向とは、ロータ(11)のシャフト(50)の軸心の方向をいい、径方向とは、シャフト(50)の軸方向と直交する方向をいう。また、外周側とは、シャフト(50)の軸心からより遠い側をいい、内周側とは、シャフト(50)の軸心により近い側をいう。

【0026】

ステータの構成

図2は、実施形態に係るモータ(10)の構成を示す斜視図である。ステータ(21)は、円筒状のステータコア(22)及び、コイル(20)(図2では、図示を省略)とを備えている。ステータコア(22)は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて積層板を作製し、多数の積層板を軸方向に積層することにより構成された積層コアである。ステータコア(22)は、バックヨーク部(23)と、複数のティース部(24,24,...)と、複数のツバ部(25,25,...)とを備えている。バックヨーク部(23)は、ステータコア(22)の外周部に形成され、円環状である。バックヨーク部(23)の外周は、ケーシング(30)の内面に固定されている。ティース部(24)は、バックヨーク部(23)の内周面から径方向に伸びる直方体状に形成されている。ティース部(24,24,...)の間には、コイル(20)が収容されるコイル用スロットが形成されている。ティース部(24)にはコイル(20)が巻回されている。巻回されたコイル(20)は、コイル用スロット内に収容されている。これにより、ティース部(24,24,...)の各々において電磁石が形成される。ツバ部(25)は、ティース部(24)の内周側に連続形成されている。ツバ部(25)は、ティース部(24)よりも幅(周方向の長さ)が大きく構成され、内周側の面が円筒面に形成されている。ツバ部(25)の円筒面は、ロータ(11)の外周面(円筒面)と所定の距離(エアギャップ(G))をもって対向している。

【0027】

ロータの構成

図3は、ロータ(11)の構成を説明する図であり、各構成部品の組立て前の状態を示している。また、図4は、ロータ(11)の完成状態を示す断面図である。ロータ(11)は、ロータコア(12)、永久磁石(14)、カラー(60)、シャフト(50)、及びエンドプレート(70)を備えている。

【0028】

- ロータコア -

ロータコア(12)は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて積層板を作成し、複数の積層板を軸方向に積層した積層コアである。ロータコア(12)には、図3に示すように、圧縮機(1)を駆動するシャフト(50)(駆動軸)を挿入する軸孔(12a)が中心に形成されている。また、ロータコア(12)には、複数の永久磁石(14)が埋め込まれている(図4参照)。

【0029】

なお、ステータコア(22)とロータコア(12)は、互いに別の材料を採用することが考えられる。例えば、ステータコア(22)は低鉄損の電磁鋼板(特に低渦電流損の電磁鋼板が好ましい)を採用し、ロータコア(12)は高強度電磁鋼板を採用することが考えられる。本実施形態の圧縮機(1)のような、ターボ圧縮機は、少量の生産台数の分野であり、

10

20

30

40

50

また、ロータコア(12)やステータコア(22)がモータ(10)全体に占めるコアのコスト割合は小さい。よって、このように、ステータコア(22)とロータコア(12)に、それぞれ別の材料を採用し、ステータコア(22)をプレス加工で打ち抜いて、内径側で打ち抜いた部分を廃棄したとしてもコストへの影響は小さい。また、ロータコア(12)に採用する高強度電磁鋼板は、一般に鉄損特性は良くないが、ロータ側に発生する鉄損はステータ側に比べれば小さいので、ロータコア(12)に高強度電磁鋼板を採用してもモータ効率にはほとんど影響しない。

【0030】

- カラー -

カラー(60)は、図3に示すように、中空部(60b)が形成された円筒形状である。カラー(60)は、本発明の円筒部材の一例である。カラー(60)の外径は、全長にわたり同一の外径であり、ロータコア(12)の軸孔(12a)の内径よりも僅かに大きく形成されている。ただし、カラー(60)の外径は、ロータコア(12)の軸孔(12a)に、比較的弱い力で圧入できるように寸法設定してある。この圧入による両者の締結強度は、ロータ(11)の使用時に必要な強度よりも小さくてよい。

10

【0031】

また、カラー(60)の内周面は、図3の左方から右方に向かって内径が小さくなるテーパ面(60a)である。このカラー(60)を構成する材料は、ロータコア(12)及びシャフト(50)の何れよりも低ヤング率の材料を採用している。

【0032】

- シャフト -

シャフト(50)は、ストレート部(52)、ストッパ部(53)、及びテーパ部(54)を備えている(図3参照)。シャフト(50)は、例えばクロムモリブデン鋼で構成する。ストレート部(52)は、シャフト(50)の両端の部分であり、一方のストレート部(52)は、軸受機構(36)で支持されるとともに羽根車(40)に連結されている。また、もう一方のストレート部(52)は、別の軸受機構(36)で支持されている。ストッパ部(53)は、ストレート部(52)よりも外径が大きな円柱状の部分である。

20

【0033】

ストッパ部(53)は、エンドプレート(70)の軸方向の位置を規定するために用いられる。テーパ部(54)は、図3の左方から右方に向かって内径が小さくなるテーパ面(54a)が形成された部分である(図3参照)。テーパ部(54)のテーパ面(54a)は、カラー(60)のテーパ面(60a)に面接触して嵌合するように、その外径(d1,d2)及びテーパ角度を定めてある。

30

【0034】

- エンドプレート -

エンドプレート(70)は、円筒状の部材であり、シャフト(50)には2枚設けられている。エンドプレート(70)は、ロータコア(12)に挿入した永久磁石(14)の抜止めの機能を有している。また、エンドプレート(70)を削るもしくはエンドプレート(70)にウェイトを付けることで、ロータ全体のアンバランスの修正を行うこともできる。

40

【0035】

ロータの製造

本実施形態のロータ(11)を製造するには、まずカラー(60)にロータコア(12)を固定し、カラー(60)付きのロータコア(12)を作る。本実施形態では、カラー(60)をロータコア(12)の軸孔(12a)に圧入することによって両者を固定する。勿論、両者は他の工法、例えば焼嵌めによって固定することも可能である。

【0036】

次に、ひとつのエンドプレート(70)をシャフト(50)のストッパ部(53)の位置まで挿入する。そして、シャフト(50)のテーパ部(54)を、図3の左方から、カラー(60)の中空部(60b)に挿入し、軸方向に加圧して圧入する。テーパ部(54)とカラー(60)の中空部(60b)は、何れもテーパ面(54a,60a)同士で接触(面接触)するので、

50

このように、軸方向の圧入を行うことで、図4に矢印で示すように、カラー(60)が変形してその外径が大きくなる。一方、シャフト(50)は、カラー(60)よりも変形は小さい、或いは殆ど変形しない。これは、カラー(60)の方がシャフト(50)よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。

【0037】

カラー(60)の外径が拡径(拡管)すると、該カラー(60)とロータコア(12)とが、より強固に締結されることになる。これは、カラー(60)の方がロータコア(12)よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。次に、ロータコア(12)に永久磁石(14)を挿入し、それをエンドプレート(70)でカバーする。これにより、ロータ(11)は完成状態となる(図4参照)。

10

【0038】

なお、カラー(60)の拡管に伴うロータコア(12)の変形を利用して、永久磁石(14)をロータコア(12)内に固定するようにしてもよい。これには、例えば、ロータコア(12)に形成した磁石用スロット(永久磁石挿入用の孔)に、永久磁石(14)を予め挿入しておいて、カラー(60)をロータコア(12)に挿入(例えば圧入)する。そして、シャフト(50)をカラー(60)に挿入(圧入)することによってカラー(60)を拡管すれば、永久磁石(14)は、磁石用スロットの外周側に押し付けられて固定される。

【0039】

このように、カラー(60)の拡管に伴うロータコア(12)の変形によって永久磁石(14)を固定することで、永久磁石(14)とロータコア(12)との接触を高めることができ、永久磁石(14)の冷却性を改善することが可能になる。

20

【0040】

また、テーパ付き構造でシャフト(50)を圧入するので、積層方向一様にロータコア(12)が変形できる。そのため、ロータコア(12)の変形中(圧入中)に永久磁石(14)の割れが発生しない。また、ロータコア(12)とシャフト(50)の一体化の工程において、同時に永久磁石(14)の固定も行うことができる。すなわち、組み立て工程の簡略化が可能になる。

【0041】

本実施形態における効果

以上のように、カラー(60)を、ロータコア(12)及びシャフト(50)よりも低ヤング率の材料で構成しつつ、カラー(60)とシャフト(50)の締結面をテーパ面(54a,60a)とした。これにより、本実施形態によれば、シャフト(50)、カラー(60)、及びロータコア(12)の三者の締結は、単に焼嵌めによって固定する従来のロータにおける締結よりもより強固になる。なお、シャフト(50)、カラー(60)、及びロータコア(12)の三者の締結強度は、カラー(60)の材質の機械特性(ヤング率)と、それぞれのテーパ面(54a,60a)のテーパ角度で調整することができる。

30

【0042】

例えば、従来のターボ冷凍機用の圧縮機や高速駆動される大容量(大径)モータには、表面磁石形モータ(Surface Permanent Magnet Motor、以下、SPMモータとも呼ぶ)が採用されることが多く、このようなSPMモータでは、磁石の外周に補強環を設ける構造が一般的である。SPMモータでは、外周に補強環があるため、補強環と磁石の十分な締め代を確保するように、シャフトを圧入して、磁石の内径側に配置したロータコアを変形させるものがある。そして、SPMモータでは、ロータの表面の磁石を外側に膨らませて補強環で保持しつつ、シャフト、ロータコア、磁石および補強環を一体化しているものがある。この構造においては、シャフトとロータコアに、それぞれテーパを設けて、圧入時に軸方向に一様な締め代を実現している例がある。

40

【0043】

しかし、本実施形態のようなIPMモータでは、ロータコアが鋼板の積層構造の場合が多く、一般的にシャフトの挿入口は同一内径とされる。そのため、ロータコアのシャフト挿入口にテーパを設けることができず、単にシャフトをロータコアに圧入したのでは、

50

軸方向に一様な締め代を得るのは難しい。

【 0 0 4 4 】

これに対し本実施形態では、シャフト（50）とロータコア（12）間に、ロータコア（12）及びシャフト（50）よりも低ヤング率のカラー（60）を設け、カラー（60）の内面とシャフト外周をテーパ状にすることで、圧入時に軸方向に一様な締め代を得られる。

【 0 0 4 5 】

また、ロータコアの構造として鋼板の積層構造を採用した場合に、その鋼板の加工にプレス加工を採用すると、プレス加工によるダレやバリが生じて、シャフトを挿入する穴の内径面が粗くなりがちである。一方、シャフトは、一般的にはクロムモリブデン鋼などの高強度な材質であり、ロータコアとシャフトを直に締結したとすれば、双方の変形が小さいので嵌合力を確保しにくい。その結果、両者の接触度が低く十分な締結が得られにくい。

10

【 0 0 4 6 】

しかしながら、本実施形態のように、ロータコア（12）及びシャフト（50）よりも低ヤング率のカラー（60）をこれらの間に設けると、カラー（60）自身が変形し、三者間の接触度がよくなって、三者間の十分な締結を実現できる。接触度が高まれば、更に、シャフト（50）とロータコア（12）間の伝熱特性もよくでき、ロータ（11）において発生する熱を効率よくシャフト（50）側へ逃がすことができる。すなわち、モータ（10）に高速回転が求められる場合や、運転中にロータの温度が上昇しやすい場合において、確実にモータの機能を発揮させることができる。

20

【 0 0 4 7 】

また、本実施形態では、ロータコアを鋼板の積層で構成したので、ロータコア表面の渦電流を小さくできる。

【 0 0 4 8 】

《その他の実施形態》

なお、ロータコア（12）は、いわゆる圧粉磁心で構成してもよい。

【 0 0 4 9 】

また、ロータ（11）の構造は、モータ（10）に限らず、発電機にも適用できる。

【 0 0 5 0 】

また、永久磁石（14）の取付け構造は例示である。エンドプレート（70）も必須ではない。

30

【 0 0 5 1 】

また、ロータコア（12）やステータコア（22）を構成する電磁鋼板の加工法は、プレス加工には限定されない。例えば、ワイヤカットやレーザーによる加工を採用することも可能である。

【 0 0 5 2 】

また、シャフト（50）、カラー（60）、及びロータコア（12）の締結構造は、S P Mモータにも採用できる。S P Mモータも、電磁鋼板を積層してロータコアを形成してもよいし、圧粉磁心で構成してもよい。

【 0 0 5 3 】

なお、I P Mモータを採用した場合には、S P Mモータとは異なる以下の利点が得られる。

40

【 0 0 5 4 】

例えば、S P Mモータでは磁石の外周に金属の筒状補強環を使う場合があり、その場合は、筒状補強環の表面に渦電流損が発生する。C F R P（炭素繊維強化プラスチック）の筒状補強環を採用すれば渦電流は起こらないが、遠心力に対する強度を確保するために所定の厚みが必要となつて、磁気的エアギャップが大きくなる。磁気的エアギャップが大きくなると、モータの性能に悪影響を及ぼす可能性がある。

【 0 0 5 5 】

これに対し、I P Mモータでは、それらの外周の補強環（例えばC F R P、S U S（ス

50

テンレス鋼)、インコネル等で構成される)が不要であり、磁気的エアギャップを小さくできる。そのため、IPMモータでは、SPMモータと比べ、より少ない磁石量で同じ性能を実現できる。

【0056】

また、SPMモータで用いられるCFRPの補強環は伝熱特性が良くない上、CFRPの温度制約(一般には100前後)のため、モータの出力密度を上げられない。しかしながら、IPMモータを採用することで、ロータ表面の放熱特性は改善し、ロータ表面から磁石をよく冷やすことができるので、出力密度を上げられる。

【0057】

以上のように、前記締結構造を採用することにより、例えば数百kW出力、数万rpmのターボ圧縮機用のモータやターボ発電機用の発電機(モータ及び発電機を包含する名称として回転電気機械を用いる)として、IPMモータやIPM発電機(磁石埋め込み形の発電機)を実現できるとともに、磁石埋め込み形の回転電気機械の採用によって、表面磁石形の回転電気機械と比べ、より少ない磁石量で高出力密度なものを実現できる。

10

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明は、回転電気機械(例えばモータや発電機)のロータ構造として有用である。

【符号の説明】

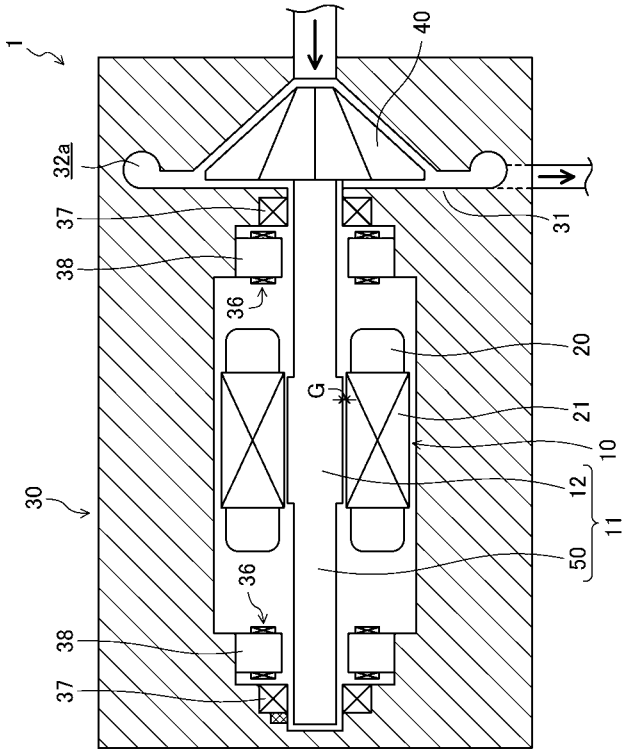
【0059】

- 10 モータ(回転電気機械)
- 12 ロータコア
- 12a 軸孔
- 14 永久磁石
- 50 シャフト
- 50 シャフト(駆動軸)
- 54a テーパー面
- 60 カラー(円筒部材)
- 60a テーパー面
- 60b 中空部
- 70 エンドプレート

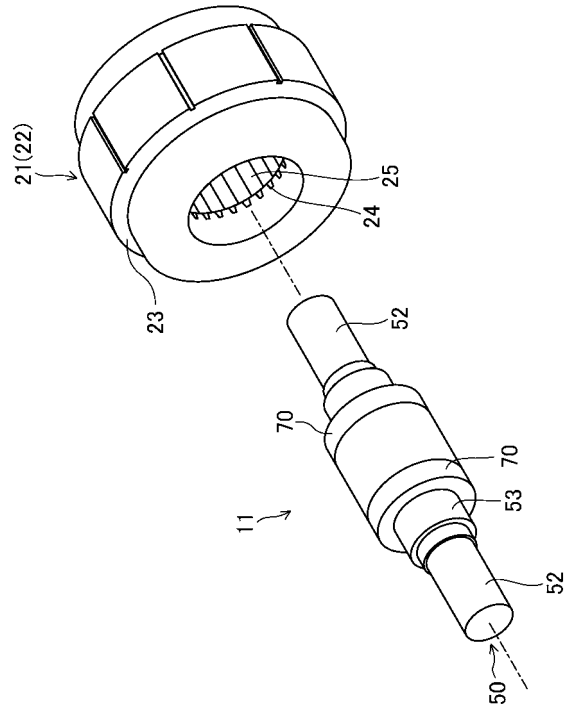
20

30

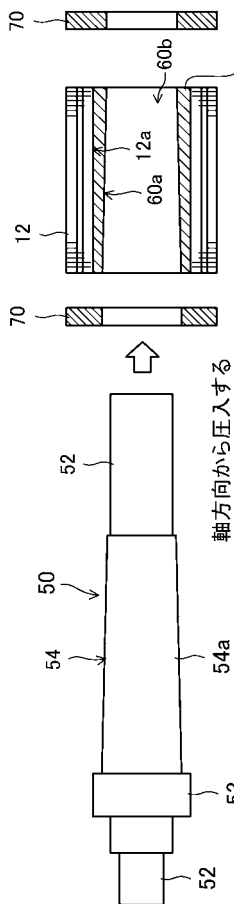
【図 1】



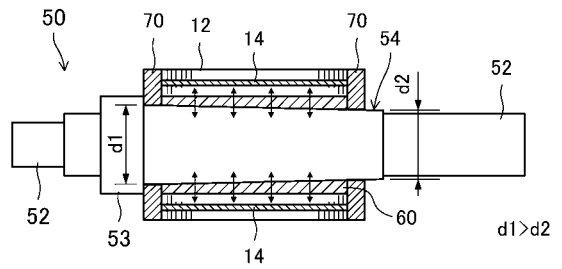
【図 2】



【図 3】



【図 4】



軸方向から圧入する

【手続補正書】

【提出日】平成25年11月5日(2013.11.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電気機械に関し、特にロータ構造に係るものである。

【背景技術】

【0002】

圧縮機構などを回転駆動させる回転電気機械が知られている。この種の回転電気機械は、駆動軸に取り付けられたロータと、該ロータの外周に配置されるステータとを備え、駆動軸を回転させることで圧縮機構を回転駆動させている。高速回転用の電動機に用いられる回転電気機械のロータでは、回転の遠心力に対抗するために、ロータコアとシャフトの間に、スリーブ若しくはカラーを介在させて三者を圧入締結構造としたものがある（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許4586531号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、単に圧入締結構造とするだけでは、ロータの回転速度が高速になると、十分な締結力を確保できない可能性がある。また、運転中にはロータの温度が上昇するので、ロータコアが径方向に拡大して、やはり締結力低下の原因になる。

【0005】

本発明は前記の問題に着目してなされたものであり、より確実にロータコアと駆動軸を締結できるようにすることを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記の課題を解決するため、第1の発明は、

中心に軸孔(12a)を有するロータコア(12)と、

円筒状に形成され、外周面で前記ロータコア(12)の軸孔(12a)に嵌合する円筒部材(60)と、

前記円筒部材(60)の中空部(60b)に挿入される駆動軸(50)と、

を備え、

前記円筒部材(60)は、前記ロータコア(12)及び前記駆動軸(50)よりも低ヤング率の材料で、且つ内周面がテーパ面(60a)に形成され、

前記駆動軸(50)には、前記円筒部材(60)のテーパ面(60a)に面接触するように嵌合するテーパ面(54a)が外周に形成され、

前記ロータコア(12)には、永久磁石(14)が埋め込まれ、

前記ロータコア(12)は、電磁鋼板が積層されて構成されていることを特徴とする。

【0007】

この構成では、駆動軸(50)と円筒部材(60)とは、テーパ面(54a,60a)同士で接触するので、例えば、駆動軸(50)を軸方向から円筒部材(60)に圧入すれば、円筒部材(60)が変形してその外径が大きくなる。このとき、駆動軸(50)は円筒部材(60)より

も変形は小さい、或いは殆ど変形しない。これは、円筒部材（60）の方が駆動軸（50）よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。そして、円筒部材（60）の外径が拡張すると、該円筒部材（60）とロータコア（12）とが、より強固に締結されることになる。これは、円筒部材（60）の方がロータコア（12）よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。

【0008】

また、この構成では、いわゆる磁石埋め込み形の回転電気機械において、駆動軸（50）、円筒部材（60）、及びロータコア（12）の三者が強固に締結されることになる。

【0009】

また、この構成では、積層構造のロータコアにおいて、駆動軸（50）、円筒部材（60）、及びロータコア（12）の三者が強固に締結される。

【0010】

また、第2の発明は、

第1の発明の回転電気機械において、

前記永久磁石（14）は、前記駆動軸（50）を前記円筒部材（60）に嵌合させた際における該円筒部材（60）の拡張に伴う前記ロータコア（12）の変形によって、該ロータコア（12）内に固定されることを特徴とする。

【0011】

この構成では、いわゆる磁石埋め込み形の回転電気機械において、円筒部材（60）の拡張によって、永久磁石（14）がロータコア（12）内に固定される。

【0012】

また、第3の発明は、

第1又は2の発明の回転電気機械において、

前記円筒部材（60）の外径は、ロータコア（12）の軸孔（12a）の内径よりも大きく形成されていることを特徴とする。

【0013】

この構成では、圧入若しくは焼嵌めといった工法で、円筒部材（60）とロータコア（12）とを固定できる。

【発明の効果】

【0014】

第1の発明によれば、駆動軸（50）、円筒部材（60）、及びロータコア（12）の三者の締結は、単に焼嵌めで固定する従来のロータにおける締結よりもより強固になる。それにより、回転電気機械に高速回転が求められる場合や、運転中にロータ（ロータコア（12））の温度が上昇しやすい場合において、確実に回転電気機械の機能を発揮させることができる。

【0015】

また、第1の発明によれば、いわゆる磁石埋め込み形の構造を採用することで、ロータ表面の放熱特性は改善し、ロータ表面から磁石をよく冷やすことができるので、出力密度を上げられる。

【0016】

また、第1の発明によれば、ロータコア表面の渦電流を小さくできる。

【0017】

また、第2の発明によれば、永久磁石（14）とロータコア（12）との接触を高めることができるとともに、永久磁石（14）の冷却性を改善することが可能になる。

【0018】

また、第3の発明によれば、円筒部材（60）とロータコア（12）とを予め固定しておくことができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、本発明の実施形態に係るモータを用いる圧縮機の構成を示す概略の断面

図である。

【図2】図2は、実施形態に係るモータの構成を示す斜視図である。

【図3】図3は、ロータの構成を説明する図であり、各構成部品の組立て前の状態を示している。

【図4】図4は、ロータの完成状態を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下の実施形態は、本質的に好ましい例示であって、本発明、その適用物、あるいはその用途の範囲を制限することを意図するものではない。

【0021】

《発明の実施形態》

図1は、実施形態に係るモータ(10)を用いる圧縮機(1)の構成を示す概略の断面図である。圧縮機(1)は、冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる冷媒回路に接続され、該冷媒回路を流れる冷媒を圧縮するものである。圧縮機(1)は、いわゆるターボ型の圧縮機であり、図1に示すように、モータ(10)と、ケーシング(30)と、羽根車(40)とを備えている。

【0022】

ケーシング(30)は、両端が閉塞された円筒状の容器である。ケーシング(30)内の空間は、壁部(31)によって区画されている。壁部(31)よりも右側の空間には、羽根車(40)が収容され、壁部(31)よりも左側の空間には、モータ(10)が収容されている。また、ケーシング(30)内には、モータ(10)のシャフト(50)を支持する軸受機構(36)が設けられている。軸受機構(36)は、タッチダウン軸受(37,37)、及び磁気軸受(38,38)を備えている。磁気軸受(38,38)は、磁力によってシャフト(50)を非接触状態で支持する。タッチダウン軸受(37,37)は、例えば、玉軸受で構成され、磁気軸受(38)の非通電時にシャフト(50)を支持する。

【0023】

モータの構成

モータ(10)は、羽根車(40)を駆動するために用いられるものである。モータ(10)は、本発明の回転電気機械の一例である。この例では、モータ(10)は、ブラシレスDCモータである。より具体的には、モータ(10)は、いわゆる磁石埋め込み形のモータ(Interior Permanent Magnet Motor、以下、IPMモータとも呼ぶ)である。モータ(10)は、ロータ(11)と、ステータ(21)とを備え、圧縮機(1)のケーシング(30)に収容されている。なお、本実施形態では、軸方向とは、ロータ(11)のシャフト(50)の軸心の方向をいい、径方向とは、シャフト(50)の軸方向と直交する方向をいう。また、外周側とは、シャフト(50)の軸心からより遠い側をいい、内周側とは、シャフト(50)の軸心により近い側をいう。

【0024】

ステータの構成

図2は、実施形態に係るモータ(10)の構成を示す斜視図である。ステータ(21)は、円筒状のステータコア(22)及び、コイル(20)(図2では、図示を省略)とを備えている。ステータコア(22)は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて積層板を作製し、多数の積層板を軸方向に積層することにより構成された積層コアである。ステータコア(22)は、バックヨーク部(23)と、複数のティース部(24,24,...)と、複数のツバ部(25,25,...)とを備えている。バックヨーク部(23)は、ステータコア(22)の外周部に形成され、円環状である。バックヨーク部(23)の外周は、ケーシング(30)の内面に固定されている。ティース部(24)は、バックヨーク部(23)の内周面から径方向に伸びる直方体状に形成されている。ティース部(24,24,...)の間には、コイル(20)が収容されるコイル用スロットが形成されている。ティース部(24)にはコイル(20)が巻回されている。巻回されたコイル(20)は、コイル用スロット内に収容されている。これにより、ティ

ース部 (24, 24, ...) の各々において電磁石が形成される。ツバ部 (25) は、ティース部 (24) の内周側に連続形成されている。ツバ部 (25) は、ティース部 (24) よりも幅 (周方向の長さ) が大きく構成され、内周側の面が円筒面に形成されている。ツバ部 (25) の円筒面は、ロータ (11) の外周面 (円筒面) と所定の距離 (エアギャップ (G)) をもって対向している。

【0025】

ロータの構成

図3は、ロータ (11) の構成を説明する図であり、各構成部品の組立て前の状態を示している。また、図4は、ロータ (11) の完成状態を示す断面図である。ロータ (11) は、ロータコア (12)、永久磁石 (14)、カラー (60)、シャフト (50)、及びエンドプレート (70) を備えている。

【0026】

- ロータコア -

ロータコア (12) は、電磁鋼板をプレス加工によって打ち抜いて積層板を作成し、複数の積層板を軸方向に積層した積層コアである。ロータコア (12) には、図3に示すように、圧縮機 (1) を駆動するシャフト (50) (駆動軸) を挿入する軸孔 (12a) が中心に形成されている。また、ロータコア (12) には、複数の永久磁石 (14) が埋め込まれている (図4参照)。

【0027】

なお、ステータコア (22) とロータコア (12) は、互いに別の材料を採用することが考えられる。例えば、ステータコア (22) は低鉄損の電磁鋼板 (特に低渦電流損の電磁鋼板が好ましい) を採用し、ロータコア (12) は高強度電磁鋼板を採用することが考えられる。本実施形態の圧縮機 (1) のような、ターボ圧縮機は、少量の生産台数の分野であり、また、ロータコア (12) やステータコア (22) がモータ (10) 全体に占めるコアのコスト割合は小さい。よって、このように、ステータコア (22) とロータコア (12) に、それぞれ別の材料を採用し、ステータコア (22) をプレス加工で打ち抜いて、内径側で打ち抜いた部分を廃棄したとしてもコストへの影響は小さい。また、ロータコア (12) に採用する高強度電磁鋼板は、一般に鉄損特性は良くないが、ロータ側に発生する鉄損はステータ側に比べれば小さいので、ロータコア (12) に高強度電磁鋼板を採用してもモータ効率にはほとんど影響しない。

【0028】

- カラー -

カラー (60) は、図3に示すように、中空部 (60b) が形成された円筒形状である。カラー (60) は、本発明の円筒部材の一例である。カラー (60) の外径は、全長にわたり同一の外径であり、ロータコア (12) の軸孔 (12a) の内径よりも僅かに大きく形成されている。ただし、カラー (60) の外径は、ロータコア (12) の軸孔 (12a) に、比較的弱い力で圧入できるように寸法設定してある。この圧入による両者の締結強度は、ロータ (11) の使用時に必要な強度よりも小さくてよい。

【0029】

また、カラー (60) の内周面は、図3の左方から右方に向かって内径が小さくなるテーパ面 (60a) である。このカラー (60) を構成する材料は、ロータコア (12) 及びシャフト (50) の何れよりも低ヤング率の材料を採用している。

【0030】

- シャフト -

シャフト (50) は、ストレート部 (52)、ストッパ部 (53)、及びテーパ部 (54) を備えている (図3参照)。シャフト (50) は、例えばクロムモリブデン鋼で構成する。ストレート部 (52) は、シャフト (50) の両端の部分であり、一方のストレート部 (52) は、軸受機構 (36) で支持されるとともに羽根車 (40) に連結されている。また、もう一方のストレート部 (52) は、別の軸受機構 (36) で支持されている。ストッパ部 (53) は、ストレート部 (52) よりも外径が大きな円柱状の部分である。

【 0 0 3 1 】

ストッパ部（53）は、エンドプレート（70）の軸方向の位置を規定するために用いられる。テーパ部（54）は、図3の左方から右方に向かって内径が小さくなるテーパ面（54a）が形成された部分である（図3参照）。テーパ部（54）のテーパ面（54a）は、カラー（60）のテーパ面（60a）に面接触して嵌合するように、その外径（ d_1, d_2 ）及びテーパ角度を定めてある。

【 0 0 3 2 】

- エンドプレート -

エンドプレート（70）は、円筒状の部材であり、シャフト（50）には2枚設けられている。エンドプレート（70）は、ロータコア（12）に挿入した永久磁石（14）の抜止めの機能を有している。また、エンドプレート（70）を削るもしくはエンドプレート（70）にウェイトを付けることで、ロータ全体のアンバランスの修正を行うこともできる。

【 0 0 3 3 】

ロータの製造

本実施形態のロータ（11）を製造するには、まずカラー（60）にロータコア（12）を固定し、カラー（60）付きのロータコア（12）を作る。本実施形態では、カラー（60）をロータコア（12）の軸孔（12a）に圧入することによって両者を固定する。勿論、両者は他の工法、例えば焼嵌めによって固定することも可能である。

【 0 0 3 4 】

次に、ひとつのエンドプレート（70）をシャフト（50）のストッパ部（53）の位置まで挿入する。そして、シャフト（50）のテーパ部（54）を、図3の左方から、カラー（60）の中空部（60b）に挿入し、軸方向に加圧して圧入する。テーパ部（54）とカラー（60）の中空部（60b）は、何れもテーパ面（54a, 60a）同士で接触（面接触）するので、このように、軸方向の圧入を行うことで、図4に矢印で示すように、カラー（60）が変形してその外径が大きくなる。一方、シャフト（50）は、カラー（60）よりも変形は小さい、或いは殆ど変形しない。これは、カラー（60）の方がシャフト（50）よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。

【 0 0 3 5 】

カラー（60）の外径が拡径（拡管）すると、該カラー（60）とロータコア（12）とが、より強固に締結されることになる。これは、カラー（60）の方がロータコア（12）よりも低ヤング率の材料で構成されているからである。次に、ロータコア（12）に永久磁石（14）を挿入し、それをエンドプレート（70）でカバーする。これにより、ロータ（11）は完成状態となる（図4参照）。

【 0 0 3 6 】

なお、カラー（60）の拡管に伴うロータコア（12）の変形を利用して、永久磁石（14）をロータコア（12）内に固定するようにしてもよい。これには、例えば、ロータコア（12）に形成した磁石用スロット（永久磁石挿入用の孔）に、永久磁石（14）を予め挿入しておいて、カラー（60）をロータコア（12）に挿入（例えば圧入）する。そして、シャフト（50）をカラー（60）に挿入（圧入）することによってカラー（60）を拡管すれば、永久磁石（14）は、磁石用スロットの外周側に押し付けられて固定される。

【 0 0 3 7 】

このように、カラー（60）の拡管に伴うロータコア（12）の変形によって永久磁石（14）を固定することで、永久磁石（14）とロータコア（12）との接触を高めることができ、永久磁石（14）の冷却性を改善することが可能になる。

【 0 0 3 8 】

また、テーパ付き構造でシャフト（50）を圧入するので、積層方向一様にロータコア（12）が変形できる。そのため、ロータコア（12）の変形中（圧入中）に永久磁石（14）の割れが発生しない。また、ロータコア（12）とシャフト（50）の一体化の工程において、同時に永久磁石（14）の固定も行うことができる。すなわち、組み立て工程の簡略化が可能になる。

【 0 0 3 9 】

本実施形態における効果

以上のように、カラー（60）を、ロータコア（12）及びシャフト（50）よりも低ヤング率の材料で構成しつつ、カラー（60）とシャフト（50）の締結面をテーパ面（54a,60a）とした。これにより、本実施形態によれば、シャフト（50）、カラー（60）、及びロータコア（12）の三者の締結は、単に焼嵌めによって固定する従来のロータにおける締結よりもより強固になる。なお、シャフト（50）、カラー（60）、及びロータコア（12）の三者の締結強度は、カラー（60）の材質の機械特性（ヤング率）と、それぞれのテーパ面（54a,60a）のテーパ角度で調整することができる。

【 0 0 4 0 】

例えば、従来のターボ冷凍機用の圧縮機や高速駆動される大容量（大径）モータには、表面磁石形モータ（Surface Permanent Magnet Motor、以下、S P Mモータとも呼ぶ）が採用されることが多く、このようなS P Mモータでは、磁石の外周に補強環を設ける構造が一般的である。S P Mモータでは、外周に補強環があるため、補強環と磁石の十分な締め代を確保するように、シャフトを圧入して、磁石の内径側に配置したロータコアを変形させるものがある。そして、S P Mモータでは、ロータの表面の磁石を外側に膨らませて補強環で保持しつつ、シャフト、ロータコア、磁石および補強環を一体化しているものがある。この構造においては、シャフトとロータコアに、それぞれテーパを設けて、圧入時に軸方向に一樣な締め代を実現している例がある。

【 0 0 4 1 】

しかし、本実施形態のようなI P Mモータでは、ロータコアが鋼板の積層構造の場合が多く、一般的にシャフトの挿入口は同一内径とされる。そのため、ロータコアのシャフト挿入口にテーパを設けることができず、単にシャフトをロータコアに圧入したのでは、軸方向に一樣な締め代を得るのは難しい。

【 0 0 4 2 】

これに対し本実施形態では、シャフト（50）とロータコア（12）間に、ロータコア（12）及びシャフト（50）よりも低ヤング率のカラー（60）を設け、カラー（60）の内面とシャフト外周をテーパ状にすることで、圧入時に軸方向に一樣な締め代を得られる。

【 0 0 4 3 】

また、ロータコアの構造として鋼板の積層構造を採用した場合に、その鋼板の加工にプレス加工を採用すると、プレス加工によるダレやバリが生じて、シャフトを挿入する穴の内径面が粗くなりがちである。一方、シャフトは、一般的にはクロムモリブデン鋼などの高強度な材質であり、ロータコアとシャフトを直に締結したとすれば、双方の変形が小さいので嵌合力を確保しにくい。その結果、両者の接触度が低く十分な締結が得られにくい。

【 0 0 4 4 】

しかしながら、本実施形態のように、ロータコア（12）及びシャフト（50）よりも低ヤング率のカラー（60）をこれらの間に設けると、カラー（60）自身が変形し、三者間の接触度がよくなって、三者間の十分な締結を実現できる。接触度が高まれば、更に、シャフト（50）とロータコア（12）間の伝熱特性もよくでき、ロータ（11）において発生する熱を効率よくシャフト（50）側へ逃がすことができる。すなわち、モータ（10）に高速回転が求められる場合や、運転中にロータの温度が上昇しやすい場合において、確実にモータの機能を発揮させることができる。

【 0 0 4 5 】

また、本実施形態では、ロータコアを鋼板の積層で構成したので、ロータコア表面の渦電流を小さくできる。

【 0 0 4 6 】

《その他の実施形態》

なお、ロータコア（12）は、いわゆる圧粉磁心で構成してもよい。

【 0 0 4 7 】

また、ロータ（11）の構造は、モータ（10）に限らず、発電機にも適用できる。

【0048】

また、永久磁石（14）の取付け構造は例示である。エンドプレート（70）も必須ではない。

【0049】

また、ロータコア（12）やステータコア（22）を構成する電磁鋼板の加工法は、プレス加工には限定されない。例えば、ワイヤカットやレーザーによる加工を採用することも可能である。

【0050】

また、シャフト（50）、カラー（60）、及びロータコア（12）の締結構造は、SPMモータにも採用できる。SPMモータも、電磁鋼板を積層してロータコアを形成してもよいし、圧粉磁心で構成してもよい。

【0051】

なお、IPMモータを採用した場合には、SPMモータとは異なる以下の利点が得られる。

【0052】

例えば、SPMモータでは磁石の外周に金属の筒状補強環を使う場合があり、その場合は、筒状補強環の表面に渦電流損が発生する。CFRP（炭素繊維強化プラスチック）の筒状補強環を採用すれば渦電流は起こらないが、遠心力に対する強度を確保するために所定の厚みが必要となつて、磁気的エアギャップが大きくなる。磁気的エアギャップが大きくなると、モータの性能に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0053】

これに対し、IPMモータでは、それらの外周の補強環（例えばCFRP、SUS（ステンレス鋼）、インコネル等で構成される）が不要であり、磁気的エアギャップを小さくできる。そのため、IPMモータでは、SPMモータと比べ、より少ない磁石量で同じ性能を実現できる。

【0054】

また、SPMモータで用いられるCFRPの補強環は伝熱特性が良くない上、CFRPの温度制約（一般には100前後）のため、モータの出力密度を上げられない。しかしながら、IPMモータを採用することで、ロータ表面の放熱特性は改善し、ロータ表面から磁石をよく冷やすことができるので、出力密度を上げられる。

【0055】

以上のように、前記締結構造を採用することにより、例えば数百kW出力、数万rpmのターボ圧縮機用のモータやターボ発電機用の発電機（モータ及び発電機を包含する名称として回転電気機械を用いる）として、IPMモータやIPM発電機（磁石埋め込み形の発電機）を実現できるとともに、磁石埋め込み形の回転電気機械の採用によって、表面磁石形の回転電気機械と比べ、より少ない磁石量で高出力密度なものを実現できる。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明は、回転電気機械（例えばモータや発電機）のロータ構造として有用である。

【符号の説明】

【0057】

- 10 モータ（回転電気機械）
- 12 ロータコア
- 12 a 軸孔
- 14 永久磁石
- 50 シャフト
- 50 シャフト（駆動軸）
- 54 a テーパ面
- 60 カラー（円筒部材）

- 60a テーパー面
- 60b 中空部
- 70 エンドプレート

【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心に軸孔(12a)を有するロータコア(12)と、
円筒状に形成され、外周面で前記ロータコア(12)の軸孔(12a)に嵌合する円筒部材(60)と、

前記円筒部材(60)の中空部(60b)に挿入される駆動軸(50)と、
を備え、

前記円筒部材(60)は、前記ロータコア(12)及び前記駆動軸(50)よりも低ヤング率の材料で、且つ内周面がテーパー面(60a)に形成され、

前記駆動軸(50)には、前記円筒部材(60)のテーパー面(60a)に面接触するように嵌合するテーパー面(54a)が外周に形成され、

前記ロータコア(12)には、永久磁石(14)が埋め込まれ、

前記ロータコア(12)は、電磁鋼板が積層されて構成されていることを特徴とする回転電気機械。

【請求項2】

請求項1の回転電気機械において、

前記永久磁石(14)は、前記駆動軸(50)を前記円筒部材(60)に嵌合させた際における該円筒部材(60)の拡管に伴う前記ロータコア(12)の変形によって、該ロータコア(12)内に固定されることを特徴とする回転電気機械。

【請求項3】

請求項1又は2の回転電気機械において、

前記円筒部材(60)の外径は、ロータコア(12)の軸孔(12a)の内径よりも大きく形成されていることを特徴とする回転電気機械。

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H601 AA08 AA09 BB11 CC01 CC15 DD01 DD11 EE13 EE18 GA24
GC02 GC12 JJ05
5H615 AA01 BB01 PP02 PP24 SS19