

(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2017-169310

(P2017-169310A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
**H02K 1/14 (2006.01)** H02K 1/14 Z 5H601

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-50966(P2016-50966)  
 (22) 出願日 平成28年3月15日(2016.3.15)

(71) 出願人 000005348  
 株式会社SUBARU  
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号  
 (74) 代理人 100122770  
 弁理士 上田 和弘  
 (72) 発明者 西条 公啓  
 東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 富士重工業株式会社内  
 Fターム(参考) 5H601 AA11 BB20 CC01 CC15 CC19  
 DD01 DD09 DD11 EE03 GA02  
 GB05 GB13 GB22 GB33 GB48  
 GD02 GD08 GD12 GD13 GD22

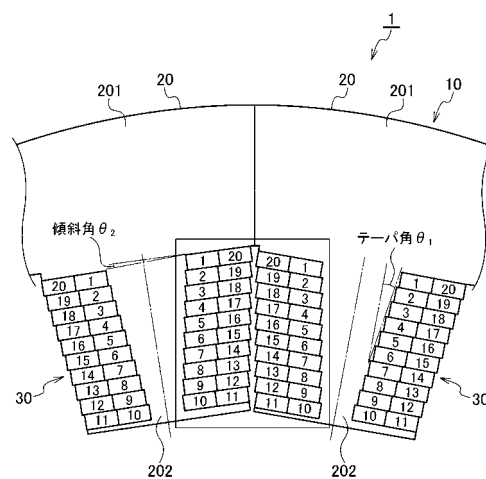
(54) 【発明の名称】 ステータ

(57) 【要約】

【課題】隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間の距離をより均一にすることが可能なステータを提供する。

【解決手段】ステータ1は、周方向に沿って所定の間隔を空けて配置され径方向内方に延伸する複数のティース202を有する、円環状のステータコア10と、ティース202に巻回された平角線からなるステータ巻線30とを備えている。ティース202は、先端部の断面積が基端部の断面積より小さくなるようにテーパ状に形成されており、ステータ巻線30は、ティース10の軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角を持ちつつ、ティース202の軸線方向に沿って、螺旋状に巻回されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

周方向に沿って所定の間隔を空けて配置され径方向内方に延伸する複数のティースを有する、円環状のステータコアと、

前記ティースに巻回されたステータ巻線と、を備え、

前記ティースは、先端部の断面積が基端部の断面積よりも小さくなるようにテーパ状に形成されており、

前記ステータ巻線は、前記ティースの軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角を持ちつつ、前記ティースの軸線方向に沿って、螺旋状に巻回されていることを特徴とするステータ。

10

## 【請求項 2】

前記ティースは、該ティースの軸線方向に沿って、外側面に階段状の段差が形成されており、該軸線方向に沿った断面で見た場合に、両側面に形成された前記階段状の段差の位置が前記軸線方向に対してオフセットされていることを特徴とする請求項 1 に記載のステータ。

## 【請求項 3】

前記ステータ巻線は、平角線からなり、隣り合う前記ティースそれぞれの軸線を通る断面で見た場合に、隣り合う前記ティースそれぞれに巻回された各平角線の角部と角部とが、前記ティースの軸線方向に沿って互い違いに配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のステータ。

20

## 【請求項 4】

テーパ状に形成された前記ティースのテーパ角は、隣り合うティースそれぞれに巻回された平角線間の距離が略一定となるように設定されていることを特徴とする請求項 3 に記載のステータ。

## 【請求項 5】

前記所定の傾斜角は、前記平角線の厚みに応じて、螺旋状に巻回される前記平角線を隙間なく巻回することができる角度に設定されていることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のステータ。

## 【請求項 6】

前記ティースに巻回される  $n$  層目（ただし  $n$  は自然数）の平角線は、前記ティースの基端側から先端側に巻回され、 $n + 1$  層目の平角線は、前記ティースの先端側から基端側へ巻回されることを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載のステータ。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電動モータに用いられるステータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、エンジンと電動モータとを併用することで車両の燃料消費率（燃費）を効果的に向上させることができるハイブリッド自動車（HEV）が広く実用化されている。また、電動モータのみを動力源とし、排気ガスを排出しない電気自動車（EV）も実用化されている。

40

## 【0003】

このようなハイブリッド自動車や電気自動車では、例えば、小型で高効率な永久磁石式同期モータ（PM同期モータ）などが好適に用いられている。永久磁石式同期モータは、ロータ（回転子）に永久磁石（Permanent Magnet）を内蔵し、ステータ（固定子）に電機子巻線（ステータ巻線）を設けた回転界磁形の電動機である。

## 【0004】

ここで、特許文献 1 には、ステータ巻線の占積率（コイル断面積に占める導体断面積の

50

割合)を向上させる技術(ステータ巻線)が開示されている。より詳細には、このステータ巻線は、ステータの円周方向に所定間隔毎に配置された複数のティース毎に平角線が複数列かつ複数層に集中的に巻回されたステータ巻線であって、ステータの径方向に沿った複数列の各列毎に、平角線が複数層を成すように渦巻状に巻回された渦状コイル部を備え、複数の渦状コイル部が複数列を成すようにステータの径方向に沿って配列されている。

【0005】

この構成のステータ巻線では、例えば列方向で隣り合う渦状コイル部同士を接続する接続部のみにおいて平角線を隣り合う列に列替わりさせることにより、例えば平角線が複数列かつ複数層に巻回されたステータ巻線の各層において列替わり部が形成されてしまうことを防止している。これにより、平角線の列替わりの回数に応じて増大する平角線の変形の累積量や単位周回あたりの巻線長が過剰に増大してしまうことを防止して、ステータ巻線の占積率を向上させている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-102477号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上述したステータ巻線の構成では、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間の距離(絶縁距離/相間距離)を、ティースの軸線方向に沿って均一(又は略均一)にすることが困難である。ここで、ステータ巻線の絶縁特性は、通常、最も短い距離に基づいて決定されるため、上記距離が離れている箇所ではオーバースペックとなるおそれがある。すなわち、余分な絶縁距離が生じるおそれがある。

20

【0008】

本発明は、上記問題点を解消する為になされたものであり、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間の距離をより均一にすることが可能なステータ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】

【0009】

本発明に係るステータは、周方向に沿って所定の間隔を空けて配置され径方向内方に延伸する複数のティースを有する、円環状のステータコアと、ティースに巻回されたステータ巻線とを備え、ティースが、先端部の断面積が基端部の断面積よりも小さくなるようにテーパ状に形成されており、ステータ巻線が、ティースの軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角を持ちつつ、ティースの軸線方向に沿って、螺旋状に巻回されていることを特徴とする。

30

【0010】

本発明に係るステータによれば、先端部(一方の端部)の断面積が基端部(他方の端部)の断面積よりも小さくなるように、ティースがテーパ状に形成されており、かつ、ステータ巻線が、ティースの軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角を持ちつつ、ティースの軸線方向に沿って、螺旋状に巻回されている。そのため、隣り合うティースに巻回されたステータ巻線それぞれの凸部と凸部とが、ティースの軸線方向に沿って、互い違いに配置されるように(すなわち互いの位相がずれるように)巻回することができる。その結果、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間の距離を、拡げることなくより均一にすることが可能となる。また、その結果、最短絶縁距離を拡大すること、又はステータ巻線の占積率を向上させることも可能となる。

40

【0011】

また、本発明に係るステータでは、ティースの軸線方向に沿って、ティースの外側面に階段状の段差が形成されており、該軸線方向に沿った断面で見た場合に、両側面に形成された階段状の段差の位置が軸線方向に対してオフセットされていることが好ましい。

50

## 【0012】

この場合、ティースの軸線方向に沿って、外側面に階段状の段差が形成されており、該軸線方向に沿った断面を見た場合に、両側面に形成された階段状の段差の位置が軸線方向に対してオフセットされている。すなわち、ティースの外側面に階段状の段差が螺旋状に形成されている。そのため、該段差に合わせてステータ巻線を巻回することにより、隣り合うティースに巻回されたステータ巻線それぞれの凸部と凸部が、ティースの軸線方向に沿って互い違いに配置されるように（互いに位相がずれるように）巻回することが可能となる。

## 【0013】

特に、本発明に係るステータでは、上記ステータ巻線が、平角線からなり、隣り合うティースそれぞれの軸線を通る断面を見た場合に、隣り合うティースそれぞれに巻回された各平角線の角部と角部とが、ティースの軸線方向に沿って互い違いに配置されていることが好ましい。

10

## 【0014】

この場合、ステータ巻線が、平角線からなり、隣り合うティースそれぞれの軸線を通る断面を見た場合（すなわちステータコアの中心軸方向から見た場合）に、隣り合うティースそれぞれに巻回された各平角線（ステータ巻線）の角部と角部とが、ティースの軸線方向に沿って互い違いに（すなわち互いに位相がずれるように）配置されている。そのため、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間（平角線間）の距離を、広げることなくより均一にすることが可能となる。

20

## 【0015】

特に、本発明に係るステータでは、テーパ状に形成されたティースのテーパ角が、隣り合うティースそれぞれに巻回された平角線間の距離が略一定となるように設定されていることが好ましい。

## 【0016】

この場合、ティースのテーパ角が、隣り合うティースそれぞれに巻回された平角線間（ステータ巻線間）の距離が略一定となるように設定されているため、ステータ巻線の占積率をより向上させることが可能となる。

## 【0017】

また、本発明に係るステータでは、上記所定の傾斜角が、平角線の厚みに応じて、螺旋状に巻回される平角線を隙間なく巻回することができる角度に設定されていることが好ましい。

30

## 【0018】

この場合、上記所定の傾斜角が、平角線の厚みに応じて、螺旋状に巻回される平角線を隙間なく巻回することができる角度に設定されているため、ステータ巻線の占積率をより向上させることが可能となる。

## 【0019】

なお、本発明に係るステータでは、ティースに巻回される $n$ 層目（ただし $n$ は自然数）の平角線が、ティースの基端側から先端側に巻回され、 $n+1$ 層目の平角線が、ティースの先端側から基端側へ巻回されることが好ましい。

40

## 【0020】

このようにすれば、例えば、層替わりを行う際に、斜め掛けなどを行うことなく、平角線を整列して連続的に巻回することができる。

## 【発明の効果】

## 【0021】

本発明によれば、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間の距離をより均一にすることが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0022】

【図1】実施形態に係るステータの構造（要部）を示す断面図である。

50

【図2】図1のスロット部を拡大して示した図である。

【図3】所定の傾斜角を設けることなく（すなわちティースの軸線に対して垂直に）巻回した場合のステータ巻線（比較例）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、特に区別する必要がある場合を除いて、図中、同一又は相当部分には同一符号を用いることとする。また、各図において、同一要素には同一符号を付して重複する説明を省略する。

【0024】

まず、図1、図2を併せて用いて、実施形態に係るステータ1の構成について説明する。図1は、実施形態に係るステータの構造（要部）を示す断面図である。また、図2は、図1のスロット部（図1の長方形部）を拡大して示した図である。

10

【0025】

ステータ1は、断面形状が略矩形の平角線を用いた集中巻きのステータであって、例えば、永久磁石（Permanent Magnet）を内蔵し該ステータ1の内側に配設されるロータ（回転子）（図示省略）を有する永久磁石式同期モータ（PM同期モータ）などにおいて好適に用いられる。

【0026】

ステータ1は、主として、複数のティース202を有する円環状（円筒状）のステータコア10と、各ティース202それぞれに巻回されたステータ巻線30とを有して構成されている。

20

【0027】

ステータコア10は、例えば、ステータセグメント（分割コア）20がステータ1の周方向に複数（例えば12個等）配列されることにより、円環状（円筒状）に構成されている。各ステータセグメント20は、ステータコア10の周方向に延出する円弧状のヨーク201と、ステータコア10の径方向内方に向けて突出する複数のティース202とを含んで構成されている。また、各ステータセグメント20は、例えば、珪素鋼板等の方向性を有する電磁鋼板が積層されて構成される。

【0028】

上述したように構成されることにより、ステータコア10には、周方向に沿って、所定の間隔毎に、径方向内方に延伸する複数のティース202が配置される。なお、ティース202はステータコア10の全内周に亘って形成されているが、図1では、その中の2つのステータセグメント20（ティース202）のみを示した。

30

【0029】

ティース202は、ステータコア10の半径方向（ティース202の軸線）に直交する平面によって切断した場合に、略矩形（又は円形）の断面形状を示すように形成されている。また、ティース202は、先端部（一方の端部）の断面積（ティース202の軸線と直交する断面の断面積）（又は径）が基端部（他方の端部）の断面積（又は径）よりも小さくなるようにテーパ状に形成されている。ここで、テーパ状に形成されたティース202のテーパ角（図1中の1）は、隣り合うティース202それぞれに巻回されたステータ巻線30間（平角線間）の距離（詳細は後述する）が略一定となるように設定されることが好ましい。

40

【0030】

また、ティース202には、軸線方向に沿って、外側面に階段状の段差（ガイド凸部）が形成されており、軸線方向に沿った断面で見た場合に、両側面に形成された階段状の段差の位置（すなわち巻線位置）が、軸線方向（すなわちステータコア10の径方向）に対してオフセットされている（位相差が設けられている）。すなわち、ティース202の外側面には階段状の段差が螺旋状に形成されている。なお、上記段差（ガイド凸部）は、例えば、平角線の寸法や、巻線形状などに応じて設定することが好ましい。

【0031】

50

ティース202の側面には、銅等の高導電性線材をエナメル等の絶縁材料で被覆した巻線からなるステータ巻線（固定子巻線）30が巻装されている。本実施形態においては、短手方向の断面形状が略矩形に形成されたいわゆる平角線が各ティース202に集中巻きで巻回されてステータ巻線30を形成している。すなわち、本実施形態に係るステータ1は、いわゆる突極集中巻き分割ステータである。

【0032】

より詳細には、ステータ巻線30は、ティース202の軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角（図1中の2）を持ちつつ、ティース202の軸線方向に沿って、平角線が螺旋状に巻回されて形成されている。ここで、上記所定の傾斜角は、平角線の厚みに応じて、螺旋状に巻回される平角線を隙間なく巻回することができる角度に設定されることが好ましい。

10

【0033】

そのため、ステータ巻線30は、隣り合うティース202それぞれの軸線を通る断面で見た場合（すなわち、ステータコア10の中心軸方向から見た場合に）に、隣り合うティース202それぞれに巻回された各平角線（ステータ巻線30）の角部（凸部）と角部（凸部）とが、ティース202の軸線方向に沿って互い違いに、すなわち互いに位相がずれるように巻回されている。

【0034】

なお、ティース202に平角線（ステータ巻線30）が巻回される際に、ティース202に巻回される $n$ 層目（ただし $n$ は自然数）の平角線は、ティース202の基端側から先端側に巻回され、 $n+1$ 層目の平角線は、ティース202の先端側から基端側へ巻回される。このように、ティース202の外周上で平角線が複数段に亘って積み重なるように多層巻きされて平角線多層巻コイル（図1の例では平角線二層巻コイル）とされる。なお、図1（図2）において、ステータ巻線30（平角線）の断面に付した「1」～「20」の数字は、ステータ巻線30がティース202に巻回される際の順番を示している。

20

【0035】

なお、ここで、ティース202（ステータコア10）とステータ巻線30との間に絶縁材料からなるインシュレータを介装する構成としてもよい。また、その場合には、ティース202自体には上記階段状の段差を設けることなく、インシュレータの外側面に階段状の段差を設ける構成としてもよい。すなわち、このような場合、特許請求の範囲に記載のティースという用語はインシュレータを含む意として用いる。

30

【0036】

上述したように構成されることにより、ステータ巻線30が、隣り合うティース202それぞれの軸線を通る断面で見た場合（すなわちステータコア10の中心軸方向から見た場合）に、隣り合うティース202それぞれに巻回された各平角線（ステータ巻線30）の角部と角部とが、ティース202の軸線方向に沿って、互い違いに、すなわち互いに位相がずれるように巻回される。そのため、隣り合うティース202それぞれに巻回された平角線間（ステータ巻線30間）の距離がより均一になる。また、最短絶縁距離を拡大すること、又はステータ巻線30の占積率を向上させることもできる。

【0037】

ここで、従来のように、ティースが円筒状の場合には、隣り合うティースそれぞれに巻回されたステータ巻線間（平角線間）の距離（相間距離/絶縁距離）を、ティースの軸線方向に沿って均一（又は略均一）にすることが困難である。特に、ティースが円筒状の場合、ティースの先端側と基端側とで上記距離が異なってしまうため、余分な絶縁距離が生じていた。

40

【0038】

このような問題を解決するため、次に、ティースをテーパ状に形成した場合の例を図3に示す。ここで、図3は、上述した所定の傾斜角を設けることなく、ティースの軸線に対して垂直に巻回した場合のステータ巻線（比較例）を示す図である。図3の比較例に示されるように、ティースをテーパ状にただけでは、まだ十分な程度には絶縁距離（相間距

50

離)を均一にすることができない。すなわち、対向する平角線が同位相となるため、ステータ巻線30(平角線)の凸部と凸部、凹部と凹部が対向し、凸部と凸部とが対向する箇所では絶縁距離が短く、凹部と凹部とが対向する箇所では絶縁距離が長くなる。すなわち、絶縁距離が十分に均一にならない。よって、凸部と凸部とが対向する箇所の絶縁距離を大きく取ろうとした場合、ステータ巻線30の占積率が低下する。

#### 【0039】

これに対して、本実施形態に係るステータ1によれば、図1, 2に示されるように、ティース202をテーパ状に形成するとともに、ステータ巻線30を螺旋状に巻回することにより、絶縁距離がより均一になる。すなわち、ステータ巻線30(平角線)の凸部と凹部とが対向するように配置されることにより、絶縁距離(相間距離)がより均一になる。その結果、絶縁距離をより拡大することができ、又はステータ巻線30の占積率を向上させることもできる。

10

#### 【0040】

以上、説明したように、本実施形態によれば、先端部の断面積(又は径)が基端部の断面積(又は径)よりも小さくなるように、ティース202がテーパ状に形成されており、かつ、ステータ巻線30(平角線)が、ティース202の軸線と直行する平面に対して所定の傾斜角を持ちつつ、軸線方向に沿って螺旋状に巻回されている。そのため、隣り合うティース202に巻回された平角線(ステータ巻線30)それぞれの角部と角部とを、ティース202の軸線方向に沿って、互い違いに(互いに位相がずれるように)配置することができる。その結果、隣り合うティース202それぞれに巻回された平角線間(ステータ巻線30間)の距離(絶縁距離/相間距離)を、広げることなくより均一にすることが可能となる。また、その結果、最短絶縁距離を拡大すること、又はステータ巻線の占積率を向上させることも可能となる。

20

#### 【0041】

また、本実施形態によれば、ティース202の軸線方向に沿って、ティース202の外側面に階段状の段差が形成されており、軸線方向に沿った断面で見た場合に、両側面に形成された階段状の段差の位置(すなわち巻線位置)が、ティース202の軸線方向に対してオフセットされている(すなわち、ティース202の外側面に階段状の段差が螺旋状に形成されている)。そのため、当該階段状の段差に合わせて平角線を巻回することにより、隣り合うティース202に巻回された平角線(ステータ巻線30)それぞれの角部と角部とを、ティース202の軸線方向に沿って互い違いに、すなわち互いに位相がずれるように配置することが可能となる。

30

#### 【0042】

また、本実施形態によれば、ティース202のテーパ角が、隣り合うティース202それぞれに巻回された平角線間(ステータ巻線30間)の距離が略一定となるように設定されているため、ステータ巻線30の占積率をより向上させることが可能となる。

#### 【0043】

さらに、本実施形態によれば、上記所定の傾斜角が、平角線の厚みに応じて、螺旋状に巻回される平角線を隙間なく巻回することができる角度に設定されているため、ステータ巻線30の占積率をより高めることが可能となる。

40

#### 【0044】

本実施形態によれば、ティース202に巻回される $n$ 層目(ただし $n$ は自然数)の平角線が、ティース202の基端側から先端側に巻回され、 $n+1$ 層目の平角線が、ティース202の先端側から基端側へ巻回される。そのため、例えば、層替わりを行う際に、斜め掛けなどを行うことなく、平角線を整列して連続的に巻回することができる。

#### 【0045】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく種々の変形が可能である。例えば、上記実施形態では、ステータ1を、永久磁石同期モータ(PM同期モータ)に適用したが、ステータ1は、例えば、誘導モータ(IMモータ)などの他の形式の電動モータ(電動機)にも適用することもできる。

50

【 0 0 4 6 】

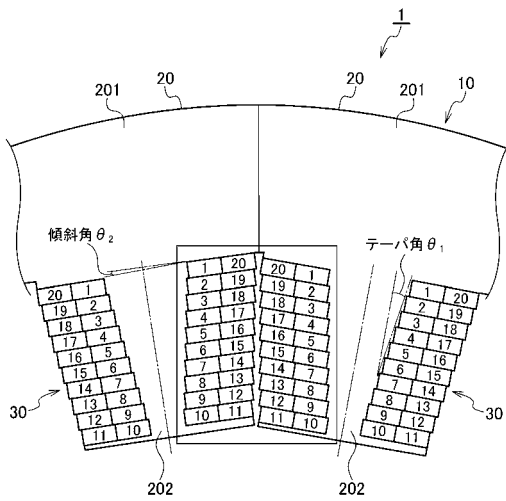
また、例えば、ティース202に形成される段差の数や、形状、大きさ等、及びスタータ巻線30（平角線）のサイズや巻線形状等は任意に設定することができ、上記実施形態には限られない。

【 符号の説明 】

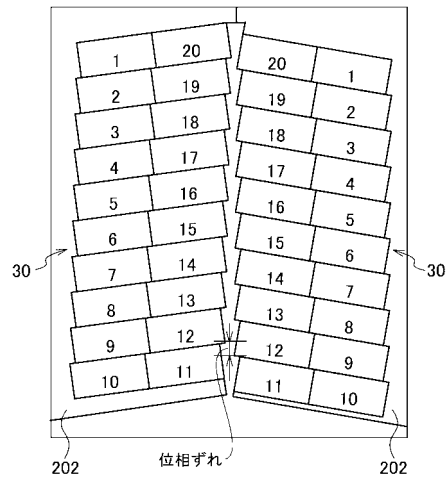
【 0 0 4 7 】

- 1 ステータ
- 10 ステータコア
- 20 ステータセグメント
- 201 ヨーク
- 202 ティース
- 30 ステータ巻線（平角線）

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

