

(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2014-103707  
(P2014-103707A)

(43) 公開日 平成26年6月5日(2014.6.5)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)  
H02K 3/28 (2006.01) H02K 3/28 J 5H603

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2012-252205 (P2012-252205)  
(22) 出願日 平成24年11月16日 (2012.11.16)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 110001210  
特許業務法人YK I 国際特許事務所  
(72) 発明者 福永 顕一  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
Fターム(参考) 5H603 AA01 BB07 BB12 CA01 CA05  
CB01 CB11 CC05 CC17 CD06  
CD23 CE05

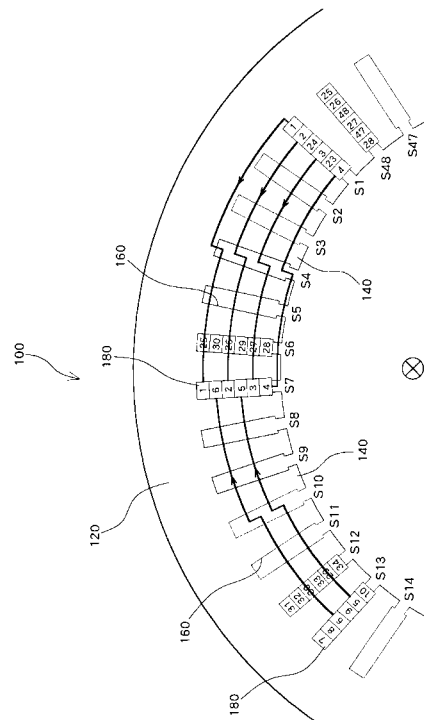
(54) 【発明の名称】 回転電機のステータ

(57) 【要約】

【課題】 コイルを構成する導体セグメント間の最大電位差を低減させることが可能な回転電機のステータを提供する。

【解決手段】 単位コイル間隔で配置される2つのスロット160の径方向に沿って複数の導体セグメントが配置されるように、ステータコア120の軸方向の一方側から他方側に複数の導体セグメントを挿入し、軸方向の他方側の端面から突出した導体セグメントの脚部を径方向にオフセットして折り曲げ、径方向に隣り合う単位コイル内の導体セグメントの脚部同士を接続することによりステータコイルを形成する。巻き始めの導体セグメント1の素線と、巻き終わりの導体セグメント24の素線とが同じスロットS1内に配置されている。巻き始めの導体セグメント1の素線と巻き終わりの導体セグメント24の素線との間に他の導体セグメント2の素線が配置されている。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

径方向の内側に延びた複数のティースを備え、隣り合うティースの間にスロットが形成された環状のステータコアと、

予め定めたスロット間隔を単位コイル間隔とし、単位コイル間隔で前記ステータコアの径方向に予め定めた配置順序で複数の素線を巻回して形成される単位コイルから成り、素線として、それぞれ両端部に脚部を有する U 字状の導体セグメントを用い、単位コイル間隔で配置される 2 つのスロットの前記径方向に沿って複数の導体セグメントが配置されるように、前記ステータコアの軸方向の一方側から他方側に複数の導体セグメントを挿入し、前記軸方向の前記他方側の端面から突出した前記脚部を前記径方向にオフセットして折り曲げ、前記径方向に隣り合う単位コイル内の導体セグメントの脚部同士を接続し、これを隣接する複数の導体セグメントについて順次繰り返して、複数巻の単位コイルを形成するステータコイルと、

10

を有し、

前記ステータコイルの巻き始めの導体セグメントの素線と、巻き終わりの導体セグメントの素線とが同じスロット内に配置される回転電機のステータであって、

前記巻き始めの導体セグメントの素線と前記巻き終わりの導体セグメントの素線との間に他の導体セグメントの素線が配置されている、

ことを特徴とする回転電機のステータ。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、回転電機のステータに関し、特に、導体セグメント巻線構造を有するステータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

環状のステータコアの内周部に、複数相のステータコイルが巻回されているステータを備えた回転電機が知られている。例えば三相同期型回転電機では、U 相、V 相及び W 相のステータコイルがステータコアに巻回されている。ステータコアの内周部には、径方向に向かって突出するティースが周方向に所定間隔で複数形成されており、周方向に隣り合うティース間にはスロットが形成されている。各相のステータコイルは、導線をステータコアのスロット内に挿入してティースの周囲に巻くことによって構成されており、一端部が電力供給用リード線の接続点である入力点に接続され、他端部が他相のステータコイルとの接続点である中性点に接続されている。

30

## 【0003】

コイルを巻回する方法として、互いに周方向に離れた 2 つのスロットを用いてステータコイルを巻回する分布巻が知られている。このステータコイルとして、それぞれ両端部に脚部を有する複数の U 字状の導体セグメントを、ステータコアの軸方向の一方側から他方側に複数のスロットに挿入するとともに、軸方向の他方側の端面から突出した脚部を径方向にオフセットして折り曲げ、径方向に隣り合う導体セグメントの脚部同士を接続することでコイル状に形成し、セグメントコイルとすることも考えられている。

40

## 【0004】

例えば特許文献 1 には、複数の導体セグメントを連結することによりコイル状に形成し、単位コイルとしたものを複数個設け、ステータコアの周方向に複数の単位コイルを連結することにより各相のステータコイルを構成することが開示されている。特許文献 1 に記載された回転電機においては、同じスロット内に配置される異なる単位コイル間の電圧差を抑制するために、巻き始めの単位コイルと巻き終わりの単位コイルとがそれぞれ異なるスロットに配置されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 6 1 9 5 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

導体セグメント巻線構造において分布巻を採用した場合、ある相のステータコイルを製作するために、複数の単位コイルがステータコアの周方向に沿って一巡あるいは多巡したとき、巻き始めの導体セグメントの素線と巻き終わりの導体セグメントの素線とが同じスロット内に隣接して配置されることがある。この場合、巻き始めの導体セグメントの素線と巻き終わりの導体セグメントの素線との間の電位差が、導体セグメント間に生じる電位差の最大値となる。その電位差によって部分放電が発生し、コイルの皮膜が電食し、最終的に絶縁破壊を引き起こすおそれがある。

10

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、コイルを構成する導体セグメント間の最大電位差を低減させることが可能な回転電機のステータを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明は、径方向の内側に延びた複数のティースを備え、隣り合うティースの間にスロットが形成された環状のステータコアと、予め定めたスロット間隔を単位コイル間隔とし、単位コイル間隔で前記ステータコアの径方向に予め定めた配置順序で複数の素線を巻回して形成される単位コイルから成り、素線として、それぞれ両端部に脚部を有する U 字状の導体セグメントを用い、単位コイル間隔で配置される 2 つのスロットの前記径方向に沿って複数の導体セグメントが配置されるように、前記ステータコアの軸方向の一方側から他方側に複数の導体セグメントを挿入し、前記軸方向の前記他方側の端面から突出した前記脚部を前記径方向にオフセットして折り曲げ、前記径方向に隣り合う単位コイル内の導体セグメントの脚部同士を接続し、これを隣接する複数の導体セグメントについて順次繰り返して、複数巻の単位コイルを形成するステータコイルと、を有し、前記ステータコイルの巻き始めの導体セグメントの素線と、巻き終わりの導体セグメントの素線とが同じスロット内に配置される回転電機のステータであって、前記巻き始めの導体セグメントの素線と前記巻き終わりの導体セグメントの素線との間に他の導体セグメントの素線が配置されている、ことを特徴とする回転電機のステータである。

20

30

【 0 0 0 9 】

また、本発明は、径方向の内側に延びた複数のティースを備え、隣り合うティースの間にスロットが形成された環状のステータコアと、予め定めたスロット間隔を単位コイル間隔とし、単位コイル間隔で前記ステータコアの径方向に予め定めた配置順序で複数の素線を巻回して形成される単位コイルから成り、素線として、それぞれ両端部に脚部を有する U 字状の導体セグメントを用い、単位コイル間隔で配置される 2 つのスロットの前記径方向に沿って複数の導体セグメントが配置されるように、前記ステータコアの軸方向の一方側から他方側に複数の導体セグメントを挿入し、前記軸方向の前記他方側の端面から突出した前記脚部を前記径方向にオフセットして折り曲げ、前記径方向に隣り合う単位コイル内の導体セグメントの脚部同士を接続し、これを隣接する複数の導体セグメントについて順次繰り返して、複数巻の単位コイルを形成するステータコイルと、を有し、スロット内に配置される導体セグメントの数を  $N$  とすると、スロット内の単位コイルの素線数は、 $[(N/2) - 1]$  及び  $[(N/2) + 1]$  であり、単位コイルの一方の脚部が貫通する第 1 スロット群には、前記ステータコアの外径側に 2 本の隣接した導体セグメントの素線が配置され、単位コイルの他方の脚部が貫通する第 2 スロット群には、前記ステータコアの内径側に 2 本の隣接した導体セグメントの素線が配置されている、ことを特徴とする回転電機のステータである。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

50

本発明によると、巻き始めの導体セグメントの素線と巻き終わりの導体セグメントの素線とが、同じスロット内で隣接することなく配置されるため、導体セグメント間の最大電位差を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施形態に係るステータを軸方向の一方側（反リード側）から見た平面図である。

【図2】本発明の実施形態に係るステータを軸方向の他方側（リード側）から見た平面図である。

【図3】本発明の実施形態に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。

【図4】変形例に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。

【図5】従来技術に係るステータを軸方向の一方側（反リード側）から見た平面図である。

【図6】従来技術に係るステータを軸方向の他方側（リード側）から見た平面図である。

【図7】従来技術に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

図1及び図2を参照して、本発明の実施形態に係る回転電機のステータについて説明する。図1は、ステータの一部をステータコアの軸方向の一方側（反リード側）から見た平面図であり、図2は、ステータの一部を軸方向の他方側（リード側）から見た平面図である。本実施形態に係る回転電機は、一例として三相同期型回転電機であり、ハイブリッド自動車、電気自動車又は燃料電池自動車等の車両に搭載される。

【0013】

本実施形態に係る回転電機は、ステータ100と図示しないロータとを備えている。ステータ100は、複数の電磁鋼板の積層体である環状のステータコア120から成り、ステータコア120の内周部には径方向に向かって突出し、所定間隔で周方向に配置された複数のティース140を備えている。周方向に隣り合うティース140間には、スロット160が形成されている。ステータ100には、U相、V相及びW相のそれぞれのステータコイルが巻回されている。図示しないロータは、複数の電磁鋼板の積層体であるロータコアと永久磁石とを含み、ステータコア120の内側に配置されている。

【0014】

本実施形態に係るステータコイルは、予め定めたスロット間隔を単位コイル間隔とし、単位コイル間隔でステータコア120の径方向に予め定めた配置順序で複数の素線を巻回して形成される単位コイルから成る。本実施形態に係るステータ100には導体セグメント巻線構造が採用され、素線として、例えば、それぞれ両端部に脚部を有するU字状の導体セグメント180が用いられる。また、ステータコイルを巻回する方法として、分布巻が採用されている。

【0015】

具体的には、単位コイル間隔で配置される2つのスロット160の径方向に沿って複数のU字状の導体セグメント180が配置されるように、図1に示すステータコア120の軸方向の一方側から他方側に複数の導体セグメント180の脚部を挿入する。そして、図2に示すステータコア120の軸方向の他方側の端面から突出した導体セグメント180の脚部を径方向にオフセットして折り曲げ、径方向に隣り合う単位コイル内の導体セグメント180の脚部同士を接続する。これを隣接する複数の導体セグメント180について順次繰り返すことによりステータコイルを形成する。各相のステータコイルの一端部が、電力供給用のリード線の接続点である入力点に接続され、他端部が他相のステータコイルとの接続点である中性点に接続される。本実施形態では、図2に示すステータコア120の軸方向の他方側にて、各相のステータコイルにリード線が接続される。従って、図2がステータコア120のリード側に相当し、図1がステータコア120の反リード側に相当する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 6 】

図 1 及び図 2 に示す例では、48 個のスロット 160 がステータコア 120 に形成されている。各スロット 160 にはそれぞれ 6 個の導体セグメント 180 が径方向に配置され、コイルのターン数は 6 ターンとなっている。そして、それぞれ 16 個のスロット 160 に U 相、V 相及び W 相のステータコイルが配置されている。なお、説明を簡便にするために、図 1 及び図 2 には、一相のステータコイルを構成する一部の導体セグメント 180 のみを模式的な接続関係として示している。図中の S 1 ~ S 48 は、48 個のスロット 160 を区別するためのスロット番号である。導体セグメント 180 内に示された 1, 2, 3, … 等の番号は、各スロット 160 に挿入される導体セグメント 180 を区別するための番号である。以下の説明では、一相のステータコイルの巻き始めとなる導体セグメントを 1 ターン目の導体セグメント 1 と称し、次に巻かれる導体セグメントを 2 ターン目の導体セグメントと称する。

10

## 【 0 0 1 7 】

本実施形態では、24 個の導体セグメント 1 ~ 24 によってステータコア 120 を 1 周することで 1 番目から 8 番目の単位コイルが形成され、その 8 個の単位コイルによって 1 相のステータコイルの前半部が形成される。さらに、他の 24 個の導体セグメント 25 ~ 48 によって、後半部の 9 番目から 16 番目の単位コイルが形成される。そして、8 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 24 の脚部と、9 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 25 の脚部とが接続されて 1 相のステータコイルとなる。この場合、24 ターン目の導体セグメント 24 が、前半部の巻き終わりの導体セグメントに該当する。

20

## 【 0 0 1 8 】

図 3 を参照して、導体セグメントの配置関係及び接続関係について説明する。図 3 は、本実施形態に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。図 3 中の実線は、反リード側での導体セグメント間の接続関係を示し、破線は、リード側での導体セグメント間の接続関係を示している。

## 【 0 0 1 9 】

単位コイルの一方の脚部が貫通する第 1 スロット群には、ステータコア 120 の外径側に 2 本の隣接した導体セグメントの素線が配置され、当該単位コイルの他方の脚部が貫通する第 2 スロット群には、ステータコア 120 の内径側に 2 本の隣接した導体セグメント 180 の素線が配置される。また、スロット 160 内に配置される導体セグメント 180 の数を N とすると、スロット 160 内の一方の単位コイルの素線数は  $[(N/2) - 1]$  となり、他方の単位コイルの素線数は  $[(N/2) + 1]$  となる。一例として  $N = 6$  の場合、スロット 160 内の一方の単位コイルの素線数は 2 本となり、他方の単位コイルの素線数は 4 本となる。

30

## 【 0 0 2 0 】

例えば、スロット S 1 には、1 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 1, 2, 3, 4 の素線と、8 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 23, 24 の素線とが配置されている。スロット S 1 には、導体セグメント 1, 2, 24, 3, 23, 4 の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このようにスロット S 1 には、1 番目の単位コイル内の 2 本の導体セグメント 1, 2 の素線が外径側に隣接して配置されており、1 番目の単位コイルの素線数が 4 本、8 番目の単位コイルの素線数が 2 本となっている。

40

## 【 0 0 2 1 】

また、スロット S 7 には、1 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 1, 2, 3, 4 の素線と、2 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 5, 6 の素線とが配置されている。スロット S 7 には、導体セグメント 1, 6, 2, 5, 3, 4 の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このようにスロット S 7 には、1 番目の単位コイル内の 2 本の導体セグメント 3, 4 の素線が内径側に隣接して配置されており、1 番目の単位コイルの素線数が 4 本、2 番目の単位コイルの素線数が 2 本となっている。

50

## 【 0 0 2 2 】

また、スロット S 1 3 には、2 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 5 , 6 の素線と、3 番目の単位コイルを構成する導体セグメント 7 , 8 , 9 , 1 0 の素線とが配置されている。スロット S 1 3 には、導体セグメント 7 , 8 , 6 , 9 , 5 , 1 0 の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このようにスロット S 1 3 には、3 番目の単位コイル内の 2 本の導体セグメント 7 , 8 の素線が外径側に隣接して配置されており、2 番目の単位コイルの素線数が 2 本、3 番目の単位コイルの素線数が 4 本となっている。

## 【 0 0 2 3 】

他のスロットについても同様に、ある単位コイルを構成する導体セグメントの素線と、他の単位コイルを構成する導体セグメントの素線とが配置されている。上記の例では、スロット S 1 , S 1 3 , S 2 5 , S 3 7 が第 1 スロット群に属し、スロット S 7 , S 1 9 , S 3 1 , S 4 3 が第 2 スロット群に属し、第 1 スロット群に属すスロットと、第 2 スロット群に属すスロットとが交互に配置されている。また、1 , 3 , 5 , 7 番目の単位コイルの素線数が 4 本、2 , 4 , 6 , 8 番目の単位コイルの素線数が 2 本となっている。

10

## 【 0 0 2 4 】

そして、図 3 の破線で示すように、スロット S 7 に配置された導体セグメント 1 の脚部と、スロット S 1 に配置された導体セグメント 2 の脚部とが径方向にオフセットして接続されている。また、スロット S 7 に配置された導体セグメント 2 の脚部と、スロット S 1 に配置された導体セグメント 3 の脚部とが径方向にオフセットして接続されている。また、スロット S 7 に配置された導体セグメント 3 の脚部と、スロット S 1 に配置された導体セグメント 4 の脚部とが径方向にオフセットして接続されている。このように、スロット S 1 , S 7 に配置された導体セグメント 1 , 2 , 3 , 4 が接続されることで、1 番目の単位コイルが形成される。同様に、スロット S 7 , S 1 3 に配置された導体セグメント 5 , 6 が接続されることで、2 番目の単位コイルが形成される。以降においても同様にして、3 番目から 8 番目の単位コイルが形成される。

20

## 【 0 0 2 5 】

また、スロット S 7 に配置された導体セグメント 4 の脚部と、スロット S 1 3 に配置された導体セグメント 5 の脚部とが径方向にオフセットして接続され、これにより、1 番目の単位コイルと 2 番目の単位コイルとが連結される。以降においても同様にして、2 番目から 8 番目の単位コイルが、その順番で連結される。

30

## 【 0 0 2 6 】

以上のようにして、2 4 個の導体セグメント 1 ~ 2 4 によって前半部の 8 個の単位コイルが形成され、さらに、他の 2 4 個の導体セグメント 2 5 ~ 4 8 によって後半部の 8 個の単位コイルが形成され、前半部と後半部とが接続されて 1 相のステータコイルとなる。

## 【 0 0 2 7 】

また、他相のステータコイルとの重なりを避けて、全相のステータコイルをステータコア 1 2 0 に巻回するために、反リード側にて U 字状の導体セグメントを径方向に折り曲げて各スロットに配置している。従って、図 1 に示すように、例えばスロット S 1 , S 7 にわたって導体セグメント 1 を最外径側に配置した場合、反リード側のスロット S 1 , S 7 の間で、導体セグメント 1 の一部がスロットよりも外径側にオフセットして配置されることになる。また、スロット S 1 , S 7 にわたって導体セグメント 4 を最内径側に配置した場合、反リード側のスロット S 1 , S 7 の間で、導体セグメント 4 の一部がスロットよりも内径側にオフセットして配置されることになる。このように、反リード側にて、導体セグメントの一部がスロットよりも外径側又は内径側にオフセットして配置される。

40

## 【 0 0 2 8 】

上述したステータ 1 0 0 によると、スロット S 1 には、巻き始めとなる 1 ターン目の導体セグメント 1 の素線と、巻き終わりとなる 2 4 ターン目の導体セグメント 2 4 の素線とが隣接することなく配置され、2 ターン目の導体セグメント 2 の素線と導体セグメント 2 4 の素線とが隣接して配置される。これにより、導体セグメント 2 , 2 4 間の電位差が、

50

導体セグメント間に発生する電位差の最大値となる。

【0029】

ステータコイルの一端部から入力電圧が印加された場合、当該ステータコイルにかかる分担電圧は入力点からの線距離が比較的近い部分で高くなり、出力側である中性点に近くなるほど低くなる。従って、導体セグメント1, 24の素線が隣接して配置されたときの導体セグメント1, 24間の電位差よりも、導体セグメント2, 24の素線が隣接して配置されたときの導体セグメント2, 24間の電位差の方が低くなる。本実施形態によると、導体セグメント2, 24の素線が隣接して配置されるため、導体セグメント1, 24の素線が隣接して配置される場合と比べて、導体セグメント間に発生する最大電位差を1ターン分低減することが可能となる。その結果、回転電機の絶縁性能を向上させることが可能となる。

10

【0030】

(変形例)

次に、変形例に係るステータコイルについて説明する。上述した実施形態では、各スロット160にそれぞれ6個の導体セグメント180が配置される場合について説明したが、6個以外の個数の導体セグメント180が各スロット160に配置されていてもよい。一例として、図4を参照して、各スロット160にそれぞれ8個の導体セグメント180が配置される場合について説明する。図4は、変形例に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。変形例では $N = 8$ となるため、スロット160内の一方の単位コイルの素線数は3本となり、他方の単位コイルの素線数は5本となる。

20

【0031】

例えば、スロットS1には、1番目の単位コイルを構成する導体セグメント1, 2, 3, 4, 5の素線と、8番目の単位コイルを構成する導体セグメント30, 31, 32とが配置されている。スロットS1には、導体セグメント1, 2, 32, 3, 31, 4, 30, 5の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このようにスロットS1には、1番目の単位コイル内の2本の導体セグメント1, 2の素線が外径側に隣接して配置されており、1番目の単位コイルの素線数が5本、8番目の単位コイルの素線数が3本となっている。

【0032】

また、スロットS7には、1番目の単位コイルを構成する導体セグメント1, 2, 3, 4, 5の素線と、2番目の単位コイルを構成する導体セグメント6, 7, 8の素線とが配置されている。スロットS7には、導体セグメント1, 8, 2, 7, 3, 6, 4, 5の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このように、スロットS7には、1番目の単位コイル内の2本の導体セグメント4, 5の素線が内径側に隣接して配置されており、1番目の単位コイルの素線数が5本、2番目の単位コイルの素線数が3本となっている。

30

【0033】

また、スロットS13には、2番目の単位コイルを構成する導体セグメント6, 7, 8の素線と、3番目の単位コイルを構成する導体セグメント9, 10, 11, 12, 13の素線とが配置されている。スロットS13には、導体セグメント9, 10, 8, 11, 7, 12, 6, 13の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。このようにスロットS13には、3番目の単位コイル内の2本の導体セグメント9, 10の素線が外径側に隣接して配置されており、2番目の単位コイルの素線数が3本、3番目の単位コイルの素線数が5本となっている。

40

【0034】

そして、図4の破線で示すように、スロットS1, S7に配置された導体セグメント1, 2, 3, 4, 5が接続されることで、1番目の単位コイルが形成される。同様に、スロットS7, S13に配置された導体セグメント6, 7, 8が接続されることで、2番目の単位コイルが形成される。以降においても同様にして、3番目から8番目の単位コイルが形成される。また、スロットS7に配置された導体セグメント5の脚部と、スロットS1

50

3に配置された導体セグメント6の脚部とが径方向にオフセットして接続され、これにより、1番目の単位コイルと2番目の単位コイルとが連結される。以降においても同様にして、2番目から8番目の単位コイルが、その順番で連結される。

【0035】

以上のようにして、32個の導体セグメント1~32によって前半部の8個の単位コイルが形成され、さらに、他の32個の導体セグメント33~64によって後半部の8個の単位コイルが形成される。そして、8番目の単位コイルを構成する導体セグメント32の脚部と、9番目の単位コイルを構成する導体セグメント33の脚部とが接続されて1相のステータコイルとなる。

【0036】

この変形例においても、スロットS1には、巻き始めとなる1ターン目の導体セグメント1の素線と、巻き終わりとなる32ターン目の導体セグメント32の素線とが隣接することなく配置され、2ターン目の導体セグメント2の素線と導体セグメント32の素線とが隣接して配置される。これにより、導体セグメント2, 32間の電位差が、導体セグメント間に発生する電位差の最大値となる。従って、導体セグメント1, 32の素線が隣接して配置される場合と比べて、導体セグメント間に発生する最大電位差を1ターン分低減することが可能となる。

【0037】

次に、本実施形態に係るステータと従来技術に係るステータとを比較することで、本実施形態に係るステータの作用及び効果を明確に説明する。

【0038】

図5から図7に、従来技術に係るステータを示す。図5は、従来技術に係るステータの一部をステータコアの軸方向の一方側(反リード側)から見た平面図であり、図6は、ステータの一部をステータコアの軸方向の他方側(リード側)から見た平面図である。図7は、従来技術に係るステータコイルの模式的な接続関係を示す図である。

【0039】

従来技術に係るステータ300においても、48個のスロット160がステータコア120に形成され、各スロット160にはそれぞれ6個の導体セグメント180が径方向に配置されている。そして、スロットS1, S7に配置された導体セグメント1, 2, 3によって1番目の単位コイルが形成され、スロットS7, S13に配置された導体セグメント4, 5, 6によって2番目の単位コイルが形成される。以降においても同様であり、スロットS43, S1に配置された導体セグメント22, 23, 24によって8番目の単位コイルが形成される。

【0040】

図7に示すように、スロットS1には、1番目の単位コイルを構成する導体セグメント1, 2, 3の素線と、8番目の単位コイルを構成する導体セグメント22, 23, 24の素線とが交互に配置されている。スロットS1には、導体セグメント1, 24, 2, 23, 3, 22の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。

【0041】

また、スロットS7には、1番目の単位コイルを構成する導体セグメント1, 2, 3の素線と、2番目の単位コイルを構成する導体セグメント4, 5, 6の素線とが交互に配置されている。スロットS7には、導体セグメント6, 1, 5, 2, 4, 3の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。

【0042】

また、スロットS13には、2番目の単位コイルを構成する導体セグメント4, 5, 6の素線と、3番目の単位コイルを構成する導体セグメント7, 8, 9の素線とが交互に配置されている。スロットS13には、導体セグメント7, 6, 8, 5, 9, 4の順番で、各導体セグメントの素線が外径側から内径側に配置されている。

【0043】

他のスロットについても同様に、ある単位コイルを構成する導体セグメントの素線と、

10

20

30

40

50



他の単位コイルを構成する導体セグメントの素線とが交互に配置されている。そして、図7の破線で示すように、スロットS1, S7に配置された導体セグメント1, 2, 3が接続されることで、1番目の単位コイルが形成される。以降においても同様に、2番目から8番目の単位コイルが形成され、その順番通りに連結されてステータコイルの前半部が形成される。さらに、24個の導体セグメント25~48によって後半部の8個の単位コイルが形成され、前半部と後半部とが接続されて1相のステータコイルとなる。

**【0044】**

なお、従来技術においては、図6に示すように、スロットS13に6個の導体セグメントを配置するために、4ターン目の導体セグメント4の素線をスロットS13の最内径側に配置している。導体セグメント3もスロットS7にて最内径側に配置されており、最内径側に配置された導体セグメント3, 4の脚部同士を接続するために、リード側にて導体セグメント3の脚部をスロットよりも内径側にオフセットして折り曲げて導体セグメント4の脚部と接続している。また、最外径側に配置された導体セグメント6, 7の脚部同士を接続するために、リード側にて導体セグメント7の脚部をスロットよりも外径側にオフセットして折り曲げて導体セグメント6の脚部と接続している。このように、従来技術においては、リード側にて、一部の導体セグメントの脚部がスロットよりも内径側又は外径側にオフセットして折り曲げられて他の導体セグメントの脚部と接続される。

10

**【0045】**

従来技術に係るステータ300においては、スロットS1には、巻き始めとなる1ターン目の導体セグメント1の素線と、巻き終わりとなる24ターン目の導体セグメント24の素線とが隣接して配置され、導体セグメント1, 24間の電位差が、導体セグメント間に発生する電位差の最大値となる。

20

**【0046】**

スロットS1に着目して本実施形態に係るステータ100と従来技術に係るステータ300とを比較すると、導体セグメントの素線の配列の順番に以下に示す差が生じる。ステータ100においては、スロットS1での導体セグメントの並び順は、「1ターン目、2ターン目、(スロット数×ターン数÷相数÷巻線回数÷2)ターン目、・・・」となる。従って、ターン間の最大電位差は、2ターン目と(スロット数×ターン数÷相数÷巻線回数÷2)ターン目との間の電位差となる。図1から図3に示す例では、スロット数は48、ターン数は6、相数は3である。また、ステータコア120において導体セグメントを2周させて1相のステータコイルを形成するため、巻線回数は2である。従って、ステータ100では、2ターン目の導体セグメント2の素線と24ターン目の導体セグメント24の素線との間の電位差が、導体セグメント間に生じる電位差の最大値となる。

30

**【0047】**

一方、ステータ300においては、スロットS1での導体セグメントの並び順は、「1ターン目、(スロット数×ターン数÷相数÷巻線回数÷2)ターン目、2ターン目、・・・」となる。従って、ターン間の最大電位差は、1ターン目と(スロット数×ターン数÷相数÷巻線回数÷2)ターン目との間の電位差となる。具体的には、1ターン目の導体セグメント1の素線と24ターン目の導体セグメント24の素線との間の電位差が、導体セグメント間に生じる電位差の最大値となる。

40

**【0048】**

以上のように、ステータ100によると、ステータ300と比較して、ターン間の最大電位差を1ターン分低減させることができ、その結果、回転電機の絶縁性能を向上させることが可能となる。

**【0049】**

上述した例では、ターン数が偶数(本実施形態では6又は8)の場合について説明したが、ターン数が奇数の場合(例えば5や7)であっても、巻き始めの導体セグメントの素線と巻き終わりの導体セグメントの素線との間に、他の導体セグメントの素線を巻回することで、従来技術と比べて、ターン間の最大電位差を1ターン分低減させることができる。なお、ターン数が奇数の場合、本実施形態に係るステータコイルでは、反リード側にて

50

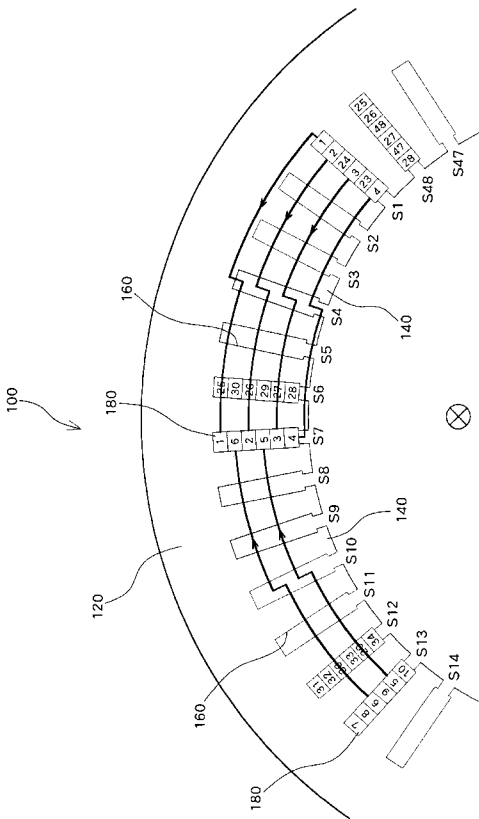
、導体セグメントの一部がスロットよりも外径側にオフセットして配置され、リード側にて、導体セグメントの脚部がスロットよりも内径側にオフセットして折り曲げられて他の導体セグメントの脚部と接続される。一方、従来技術に係るステータコイルでは、反リード側にて、導体セグメントの一部がスロットよりも内径側にオフセットして配置され、リード側にて、導体セグメントの脚部がスロットよりも外径側にオフセットして折り曲げられて他の導体セグメントの脚部と接続される。

【符号の説明】

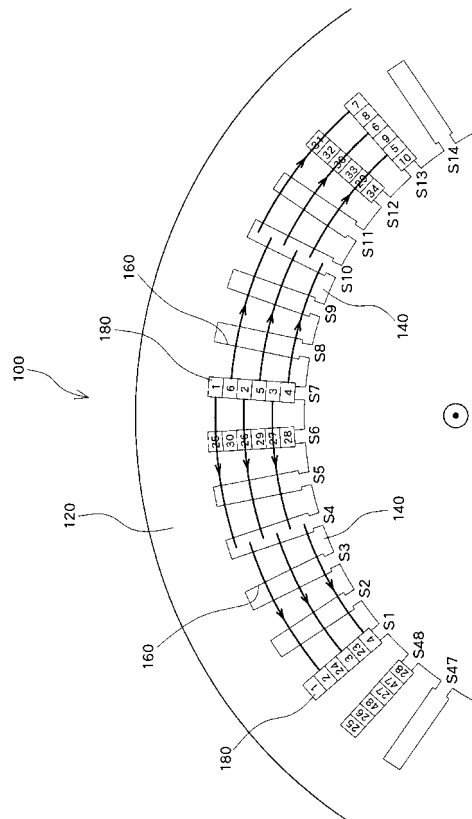
【 0 0 5 0 】

1 0 0 ステータ、1 2 0 ステータコア、1 4 0 ティース、1 6 0 スロット、1 8 0 導体セグメント。

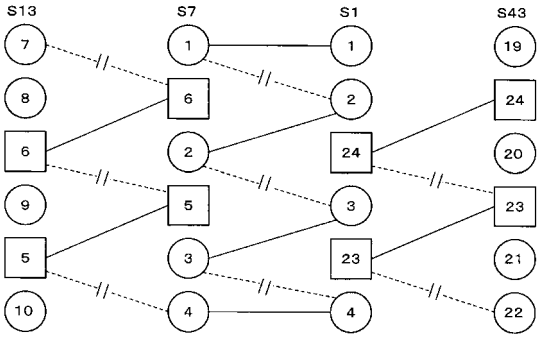
【 図 1 】



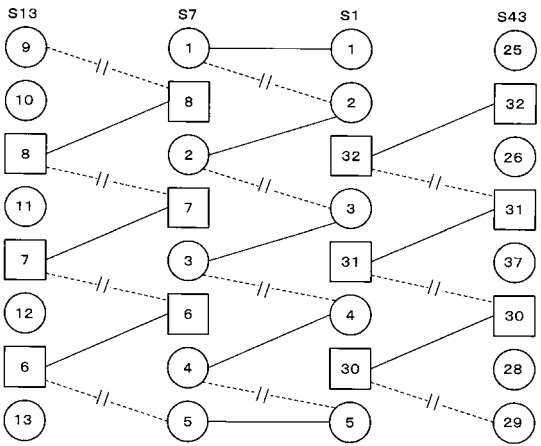
【 図 2 】



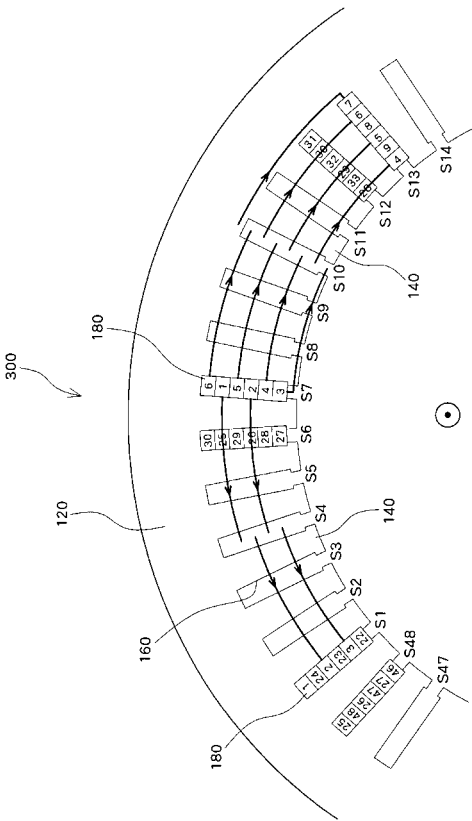
【 図 3 】



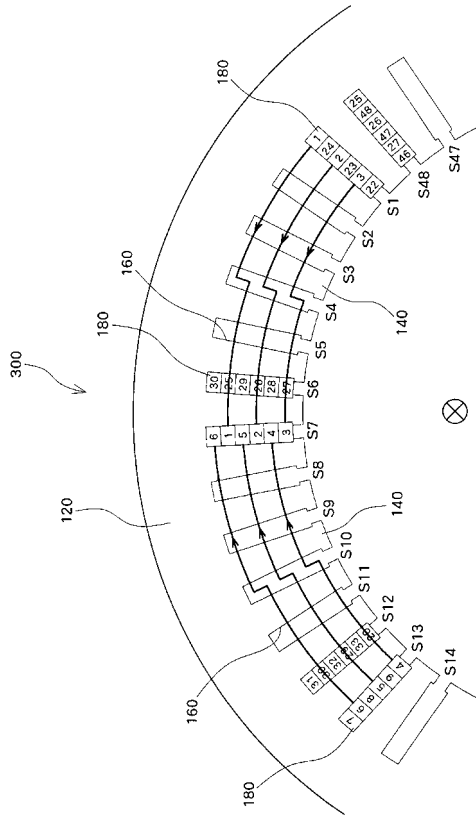
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】

