

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6477338号  
(P6477338)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl. F 1  
**HO2K 3/28 (2006.01)** HO2K 3/28 N  
**HO2K 3/34 (2006.01)** HO2K 3/34 C

請求項の数 3 (全 15 頁)

|  |  |
|--|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2015-152554 (P2015-152554)<br/>                 (22) 出願日 平成27年7月31日 (2015.7.31)<br/>                 (65) 公開番号 特開2017-34847 (P2017-34847A)<br/>                 (43) 公開日 平成29年2月9日 (2017.2.9)<br/>                 審査請求日 平成29年11月2日 (2017.11.2)</p> | <p>(73) 特許権者 000004260<br/>                 株式会社デンソー<br/>                 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地<br/>                 (74) 代理人 110000604<br/>                 特許業務法人 共立<br/>                 (72) 発明者 田村 暁斗<br/>                 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会<br/>                 社デンソー内<br/> <br/>                 審査官 三澤 哲也</p> |
|--|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の固定子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

周方向に配列された複数のスロット(31)を有する固定子コア(30)と、前記スロットに收容されて前記固定子コアに巻装されたそれぞれ電氣的位相の異なる三相(U相, V相, W相)の相巻線(41U, 41V, 41W)よりなる固定子巻線(40)と、を備え、各前記スロットには前記相巻線が径方向1列に偶数本ずつ層をなして收容されている回転電機の固定子(20)において、

前記スロットは、前記固定子巻線の一極一相あたりM(Mは2以上の自然数)個の割合で形成されてスロット倍数がMとされ、

前記固定子巻線は、前記固定子コアの軸方向端面から前記スロットの外部に延出した開放端部の所定の端末同士が電氣的に接続された複数の導体セグメント(50)により構成され、

前記三相の前記相巻線は、スター結線で結線されており、

各相それぞれの前記相巻線は、3以上の奇数本の並列巻線(U1~U5, V1~V5, W1~W5)よりなり、

各前記並列巻線は、互いに隣接する二極における一方の極の前記スロット内のN(Nは1以上の自然数)層目と他方の極の前記スロット内の(N+1)層目とのスロット收容部(51C)同士が電氣的に接続されているとともに、前記スロット收容部が周方向にM極ずつ一極一相あたりM個の前記スロットのうち同じ位置の前記スロットに順番に配置されるように構成されており、

10

20

前記固定子に形成される極数は、前記並列巻線の並列数の倍数に設定され、  
各相それぞれの奇数本の前記並列巻線は、同じ巻線形状に形成され、360°を前記並列巻線の並列数で除算した角度ずつ周方向にずれて回転対称となる位置に配置されており、一極一相あたりM個の前記スロットの全ての層に同じ数ずつ均等に配置されている、回転電機の固定子。

【請求項2】

前記極数は、2と前記並列巻線の並列数の最小公倍数である請求項1に記載の回転電機の固定子。

【請求項3】

前記固定子巻線は、波巻きで巻かれている請求項1又は2に記載の回転電機の固定子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両等に搭載されて電動機や発電機として使用される回転電機の固定子に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両に搭載されて使用される回転電機として、回転可能に設けられ界磁として働く回転子と、該回転子と径方向に対向して配置され電機子として働く固定子と、を備えたものが一般に知られている。特許文献1には、回転電機の固定子として、周方向に配列された複数のスロットを有する円環状の固定子コアと、スロットに収容されて固定子コアに巻装されたそれぞれ電氣的位相の異なる三相（U相、V相、W相）の相巻線よりなる固定子巻線と、を備えたものが開示されている。固定子巻線を構成する各相巻線は、それぞれ並列接続された2本の並列巻線により構成されてスター結線で結線されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2014-147190号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記のような回転電機において高効率化を図るために、固定子巻線の各相巻線を構成する並列巻線の並列数を増加させてAC銅損を低減させる手法が知られている。しかし、従来の巻線構造では、各相巻線を構成する並列巻線間の電氣的バランスがとれないことから、循環電流が発生してしまい電氣的損失が増加するという問題がある。

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、固定子巻線の各相巻線を構成する並列巻線内で循環電流が発生しない回転電機の固定子を提供することを解決すべき課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するためになされた本発明は、

周方向に配列された複数のスロット（31）を有する固定子コア（30）と、前記スロットに収容されて前記固定子コアに巻装されたそれぞれ電氣的位相の異なる三相（U相、V相、W相）の相巻線（41U、41V、41W）よりなる固定子巻線（40）と、を備え、各前記スロットには前記相巻線が径方向1列に偶数本ずつ層をなして収容されている回転電機の固定子（20）において、

前記スロットは、前記固定子巻線の一極一相あたりM（Mは2以上の自然数）個の割合で形成されてスロット倍数がMとされ、

前記固定子巻線は、前記固定子コアの軸方向端面から前記スロットの外部に延出した開

10

20

30

40

50

放端部の所定の端末同士が電氣的に接続された複数の導体セグメント（50）により構成され、

前記三相の前記相巻線は、スター結線で結線されており、

各相それぞれの前記相巻線は、3以上の奇数本の並列巻線（U1～U5，V1～V5，W1～W5）よりなり、

各前記並列巻線は、互いに隣接する二極における一方の極の前記スロット内のN（Nは1以上の自然数）層目と他方の極の前記スロット内の（N+1）層目とのスロット収容部（51C）同士が電氣的に接続されているとともに、前記スロット収容部が周方向にM極ずつ一極一相あたりM個の前記スロットのうち同じ位置の前記スロットに順番に配置されるように構成されており、

前記固定子に形成される極数は、前記並列巻線の並列数の倍数に設定され、

各相それぞれの奇数本の前記並列巻線は、同じ巻線形状に形成され、360°を前記並列巻線の並列数で除算した角度ずつ周方向にずれて回転対称となる位置に配置されており、一極一相あたりM個の前記スロットの全ての層に同じ数ずつ均等に配置されている。

10

#### 【0007】

この構成によれば、スロット倍数がM（Mは2以上の自然数）とされ、固定子巻線は、複数の導体セグメントにより構成されてそれぞれ3以上の奇数本の並列巻線よりなる相巻線がスター結線で結線されており、固定子に形成される極数は、並列巻線の並列数の倍数に設定され、各並列巻線は、スロット内の全ての層においてM個のスロットに均等に配置されている。これにより、固定子巻線の各相巻線を構成する並列巻線同士の電氣的平衡をとり、電位差を均一にすることができるので、並列巻線内での循環電流の発生を防止することができる。

20

#### 【0008】

本発明では、スロット倍数Mが2以上の自然数とされていることから、固定子コアに巻装される固定子巻線の巻き方法は、波巻きや重ね巻きなどのいわゆる分布巻きが採用される。即ち、スロット倍数Mが1であるいわゆる集中巻きは排除される。

#### 【0009】

なお、この欄及び特許請求の範囲に記載された各部材や部位の後の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的な部材や部位との対応関係を示すものであり、特許請求の範囲に記載された各請求項の構成に何ら影響を及ぼすものではない。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0010】

【図1】実施形態1に係る固定子を搭載した回転電機の軸方向断面図である。

【図2】実施形態1に係る固定子の全体斜視図である。

【図3】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部を示す斜視図である。

【図4】実施形態1に係る固定子巻線に用いられる大小一組の導体セグメントの斜視図である。

【図5】実施形態1に係る固定子巻線に用いられる大小一組の導体セグメントを模式的に示す正面図である。

40

【図6】実施形態1に係る固定子巻線を構成する導体セグメントの断面図である。

【図7】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部の径方向断面図である。

【図8】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部の一部を示す部分斜視図である。

【図9】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部の外側頭頂部の配置状態を示す説明図である。

【図10】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部の外側頭頂部を模式的に示す説明図である。

【図11】実施形態1に係る固定子巻線の第1コイルエンド部の内側頭頂部を模式的に示す説明図である。

50

【図 1 2】実施形態 1 に係る固定子巻線のスター結線図である。

【図 1 3】実施形態 1 に係る固定子巻線を構成する相巻線のうち U 相巻線だけを示す巻線配置図である。

【図 1 4】図 1 3 に示す U 相巻線のうち並列巻線 U 1 だけを示す巻線配置図である。

【図 1 5】図 1 3 に示す U 相巻線のうち並列巻線 U 2 だけを示す巻線配置図である。

【図 1 6】図 1 3 に示す U 相巻線のうち並列巻線 U 3 だけを示す巻線配置図である。

【図 1 7】図 1 3 に示す U 相巻線のうち並列巻線 U 4 だけを示す巻線配置図である。

【図 1 8】図 1 3 に示す U 相巻線のうち並列巻線 U 5 だけを示す巻線配置図である。

【図 1 9】実施形態 1 において各 A・B スロットに収容された U 相巻線を構成する 5 本の並列巻線の配置状態を示す説明図である。

10

【図 2 0】実施形態 1 において各 A・B スロットの 1～6 層目に収容された U 相巻線を構成する 5 本の並列巻線の配置本数を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係る回転電機の固定子の実施形態について図面を参照して具体的に説明する。

【0012】

〔実施形態 1〕

本実施形態に係る固定子 20 が搭載された回転電機 1 は、車両用電動機として使用されるものである。この回転電機 1 は、図 1 に示すように、有底筒状の一对のハウジング部材 10a, 10b が開口部同士で接合されてなるハウジング 10 と、ハウジング 10 に軸受け 11, 12 を介して回転自在に支承される回転軸 13 に固定された回転子 14 と、ハウジング 10 内の回転子 14 を包囲する位置でハウジング 10 に固定された固定子 20 と、を備えている。

20

【0013】

回転子 14 は、固定子 20 の内周側と径方向に対向する外周側に、周方向に所定距離を隔てて極性が交互に異なるように配置された複数の磁極を有する。これらの磁極は、回転子 14 の所定位置に埋設された複数の永久磁石により形成されている。回転子 14 の磁極の数は、回転電機により異なるため限定されるものではない。本実施形態では、10 極 (N 極: 5、S 極: 5) の回転子が用いられている。

30

【0014】

次に、図 2～図 20 を参照して固定子 20 について説明する。固定子 20 は、図 2 及び図 3 に示すように、周方向に配列された複数のスロット 31 を有する円環状の固定子コア 30 と、固定子コア 30 のスロット 31 に分布巻きの波巻きで巻装されたそれぞれ電気的位相の異なる三相 (U 相、V 相、W 相) の相巻線 41U, 41V, 41W よりなる固定子巻線 40 と、各相巻線 41U, 41V, 41W とインバータ (図示せず) を電気的に接続する U 相バスバー 61、V 相バスバー 62 及び W 相バスバー 63 と、各相巻線 41U, 41V, 41W を電気的に接続して中性点を形成する中性線バスバー 64 とを備えている。

【0015】

固定子コア 30 は、円環状の複数の電磁鋼板を固定子コア 30 の軸方向に積層して形成された一体型のものである。この固定子コア 30 は、円環状のバックコア 33 と、バックコア 33 から径方向内方へ突出し周方向に所定距離を隔てて配列された複数のティース 34 とからなり、隣り合うティース 34 の間にスロット 31 が形成されている。固定子コア 30 に形成されたスロット 31 の数は、回転子 14 の磁極数 (10 磁極) に対し、固定子巻線 40 の一相あたり M (M は 2 以上の自然数) 個の割合で形成されており、スロット倍数が M とされている。本実施形態では、スロット倍数 M が 2 とされ、 $10 \times 3 \times 2 = 60$  より、スロット 31 の数は 60 個とされている。

40

【0016】

固定子巻線 40 を構成する三相の相巻線 41U, 41V, 41W は、スロット 31 に収容されるスロット収容部 51C と、周方向に異なるスロット 31 に収容されたスロット収

50

容部 5 1 C 同士をスロット 3 1 の外部で接続しているターン部 5 2 A , 5 2 B とを有する。この固定子巻線 4 0 は、U 形状をなす複数の導体セグメント 5 0 を固定子コア 3 0 の軸方向一端側からスロット 3 1 に挿入して、軸方向他端側に延出した一对の開放端部を互いに周方向反対側へ捻った後、所定の捻り部の末端同士を溶接等により接合して所定のパターンで電氣的に接続することにより形成されている。

#### 【 0 0 1 7 】

本実施形態では、基本となる導体セグメント 5 0 として、図 4 に示すように、大きさの異なる 2 種類の大小セグメント 5 0 A , 5 0 B が採用されている。大セグメント 5 0 A 及び小セグメント 5 0 B は、矩形断面のコイル線材をそれぞれ異なる成形型で押圧成形することにより U 形状に形成されており、互いに平行な一对の直線部 5 1 A , 5 1 B と、一対の直線部 5 1 A , 5 1 B の一端同士を連結するターン部 5 2 A , 5 2 B とからなる。大セグメント 5 0 A と小セグメント 5 0 B は、ターン部 5 2 A , 5 2 B の延伸方向長さが異なる。

10

#### 【 0 0 1 8 】

具体的には、大セグメント 5 0 A のターン部 5 2 A は、7 スロットピッチの長さに形成され、小セグメント 5 0 B のターン部 5 2 B は、5 スロットピッチの長さに形成されている。これにより、大セグメント 5 0 A のターン部 5 2 A は、小セグメント 5 0 B のターン部 5 2 B の軸方向外側に重なるように配置可能とされている。よって以下、大セグメント 5 0 A のターン部 5 2 A を「外側ターン部 5 2 A」と呼び、小セグメント 5 0 B のターン部 5 2 B を「内側ターン部 5 2 B」と呼ぶ場合もある。

20

#### 【 0 0 1 9 】

ターン部 5 2 A , 5 2 B の延伸方向（周方向）中央部で固定子コア 3 0 の軸方向端面 3 0 a から最も離間した部位には、軸方向端面 3 0 a と平行に周方向に延びる頭頂部 5 3 A , 5 3 B が設けられている。この場合、図 5 に示すように、外側ターン部 5 2 A の頭頂部（外側頭頂部）5 3 A の周方向長さ  $L_1$  は、内側ターン部 5 2 B の頭頂部（内側頭頂部）5 3 B の周方向長さ  $L_2$  よりも所定長さだけ長くなるように設定されている。頭頂部 5 3 A , 5 3 B の周方向中央部には、径方向に折れ曲がるクランク部 5 4 A , 5 4 B が押圧成形により形成されている。各クランク部 5 4 A , 5 4 B の径方向への折れ曲がり量は、1 本の導体セグメント 5 0 の径方向幅と概ね同じにされている。また、各クランク部 5 4 A , 5 4 B の径方向への傾き角度は、それぞれが同じになるように統一されている。

30

#### 【 0 0 2 0 】

ここで、軸方向外側に位置する大セグメント 5 0 A の外側頭頂部 5 3 A に形成されたクランク部 5 4 A の径方向への折れ曲がり方向と、軸方向内側に位置する小セグメント 5 0 B の内側頭頂部 5 3 B に形成されたクランク部 5 4 B の径方向への折れ曲がり方向が、逆方向となるようにされている。この場合、大セグメント 5 0 A のクランク部 5 4 A は、周方向一端側（図 4 の右側）から他端側（図 4 の左側）に向かうにつれて径方向外側（図 4 の奥側）へ寄るように折れ曲がっている。一方、小セグメント 5 0 B のクランク部 5 4 B は、周方向他端側（図 4 の左側）から一端側（図 4 の右側）に向かうにつれて径方向外側（図 4 の奥側）へ寄るように折れ曲がっている。

#### 【 0 0 2 1 】

ターン部 5 2 A , 5 2 B の頭頂部 5 3 A , 5 3 B の周方向両側には、固定子コア 3 0 の軸方向端面 3 0 a に対して所定の角度で傾斜した斜行部 5 5 A , 5 5 B が設けられている。本実施形態の場合には、図 5 に示すように、大セグメント 5 0 A の斜行部（外側斜行部）5 5 A の傾斜角度  $\theta_1$  と、小セグメント 5 0 B の斜行部（内側斜行部）5 5 B の傾斜角度  $\theta_2$  が同等にされている。また、ターン部 5 2 A , 5 2 B の両側にある各斜行部 5 5 A , 5 5 B と各直線部 5 1 A , 5 1 B との間には、成形型で押圧成形することによってくの字形に曲げ加工された立ち上がり部 5 6 A , 5 6 B がそれぞれ形成されている。この立ち上がり部 5 6 A , 5 6 B は、固定子コア 3 0 の軸方向端面 3 0 a から露出した部位である。

40

#### 【 0 0 2 2 】

50

これら大セグメント50A及び小セグメント50Bは、図6に示すように、断面形状が長方形の導体58と、導体58の外周面を被覆する絶縁被膜59とからなる角線で形成されている。そして、図7に示すように、固定子巻線40を構成する各相巻線41U, 41V, 41Wは、導体セグメント50の長方形断面の長辺に当たる面が固定子コア30の径方向を向く状態に配置されている。

【0023】

固定子巻線40の軸方向一方側(図2の上方側)には、固定子コア30の軸方向端面30aから突出した多数のターン部52A, 52Bの集合体により円環状の第1コイルエンド部40aが形成されている。また、固定子巻線40の軸方向他方側(図2の下方側)には、固定子コア30の軸方向端面30aから突出した多数の捻り部及び接合部の集合体により円環状の第2コイルエンド部40bが形成されている。

10

【0024】

第1コイルエンド部40aは、図8に示すように、周方向に隣り合う所定の大セグメント50Aと小セグメント50Bのターン部52A, 52Bの頭頂部53A, 53B同士が軸方向に重なる2層構造を有する。即ち、軸方向外側に位置する大セグメント50Aの外側ターン部52Aにより外側層が形成され、軸方向内側に位置する小セグメント50Bの内側ターン部52Bにより内側層が形成されている。この場合、軸方向外側に位置する外側頭頂部53Aのクランク部54Aの径方向への折れ曲がり方向と、軸方向内側に位置する内側頭頂部53Bのクランク部54Bの径方向への折れ曲がり方向が逆方向にされている。

20

【0025】

そして、図9に示すように、外側頭頂部53Aの径方向に並んだクランク部54A同士は、径方向への傾き角度が同じにされて、互いに径方向の離間距離Sを保つように配置されている。この場合、外側頭頂部53Aのクランク部54Aは、径方向に延びる直線Xと直角に交わる直線Yに対して、周方向一端側(図9の右側)から他端側(図9の左側)に向かうにつれて径方向外側(図9の上側)へ傾き角度で折れ曲がっている。これにより、図10に示すように、回転子14が矢印a方向に左回転した際に、回転子14から遠心方向に向かって流れる冷却風が、外側層の径方向に並んだ外側頭頂部53A同士の間を流れるようになり、冷却性が確保される。

【0026】

また、内側頭頂部53Bの径方向に並んだクランク部54B同士は、外側頭頂部53Aの場合とは折れ曲がり方向が逆方向の傾き角度で同じにされて、互いに径方向の離間距離Sを保つように配置されている。これにより、図11に示すように、回転子14が矢印b方向に右回転した際に、回転子14から遠心方向に向かって流れる冷却風が、内側層の径方向に並んだ内側頭頂部53B同士の間を流れるようになり、冷却性が確保される。

30

【0027】

この固定子巻線40は、図12に示すように、それぞれ5本の並列巻線U1~U5, V1~V5, W1~W5よりなる三相の相巻線41U, 41V, 41Wにより構成されており、各相巻線41U, 41V, 41Wの巻線端がスター結線(Y結線)で結線されている。以下、図13~図20を参照して、固定子巻線40の巻線仕様について説明する。なお、固定子巻線40を構成する各相巻線41U, 41V, 41Wは、電氣的位相が異なるだけで巻線仕様が同じであるため、それらの代表としてU相巻線41Uの巻線仕様について説明する。

40

【0028】

図13は、固定子巻線40を構成する三相の相巻線41U, 41V, 41WのうちU相巻線41Uだけを示す巻線配置図である。また、図14~図18は、図13に記載されたU相巻線41Uの巻回状態を容易に理解できるようにするために、U相巻線41Uを構成する各並列巻線U1~U5のそれぞれの巻回状態を単独で記載した巻線配置図である。なお、本実施形態では、回転電機1の作動時に回転子14の鎖交磁束によって固定子20に形成される極数は、回転子14の磁極数に対応して10極となっており、並列巻線U1~

50

U 5 の並列数の倍数に設定されている。ここで極数の 10 は、2 と並列巻線 U 1 ~ U 5 の並列数 5 の最小公倍数である。

【 0 0 2 9 】

なお、図 1 3 ~ 図 1 8 において、時計の 1 2 時方向の位置にある極を第 1 極とし、時計回り方向に順番に、第 2 極、第 3 極、・・・、第 10 極とする。また、図 1 3 ~ 図 1 8 においては、各並列巻線 U 1 ~ U 5 の第 1 コイルエンド部 4 0 a 側の結線構造が実線で記載され、各並列巻線 U 1 ~ U 5 の第 2 コイルエンド部 4 0 b 側の結線構造が破線で記載されている。ここで、各スロット 3 1 に 6 本ずつ収容される U 相巻線 4 1 U のスロット収容部 5 1 C は、固定子コア 3 0 の内周側から順番に、1 層目、2 層目、・・・、5 層目、6 層目とする。

10

【 0 0 3 0 】

また、U 相巻線 4 1 U が収容されるスロット 3 1 は、本実施形態ではスロット倍数 M が 2 とされていることから、固定子コア 3 0 に周方向に隣接して配置された A スロットと B スロットが周方向に 6 スロットピッチで設けられている。これらの A スロット及び B スロットに収容される各並列巻線 U 1 ~ U 5 のスロット収容部は、巻き始め側から巻き終わり側に向かって順番に第 1 スロット収容部、第 2 スロット収容部、・・・、第 2 4 スロット収容部とする。

【 0 0 3 1 】

並列巻線 U 1 は、図 1 4 に示すように、巻き始め側の第 1 スロット収容部が第 1 極の B スロットの 6 層目に収容され、第 2 スロット収容部が時計回り方向に 6 スロット離れた第 2 極の B スロットの 5 層目に収容されている。なお、第 1 スロット収容部の巻き始め側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側（図 1 4 の手前側）に延出して、入力側引き出し線 4 2 U 1 とされている。次いで、第 3 スロット収容部が第 3 極の A スロットの 6 層目に収容され、第 4 スロット収容部が第 4 極の A スロットの 5 層目に収容されている。

20

【 0 0 3 2 】

次いで、第 5 スロット収容部が第 5 極の B スロットの 4 層目に収容され、第 6 スロット収容部が第 6 極の B スロットの 3 層目に収容されている。次いで、第 7 スロット収容部が第 7 極の A スロットの 4 層目に収容され、第 8 スロット収容部が第 8 極の A スロットの 3 層目に収容されている。次いで、第 9 スロット収容部が第 9 極の B スロットの 2 層目に収容され、第 10 スロット収容部が第 10 極の B スロットの 1 層目に収容されている。次いで、第 11 スロット収容部が第 1 極の A スロットの 2 層目に収容され、第 12 スロット収容部が第 2 極の A スロットの 1 層目に収容されている。

30

【 0 0 3 3 】

次の第 13 スロット収容部は、第 3 極の A スロットの 1 層目に収容されており、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側において、第 12 スロット収容部と渡り線 4 5（図 8 参照）を介して接続されている。次の第 14 スロット収容部が反時計回り方向に 6 スロット離れた第 2 極の A スロットの 2 層目に収容されており、この第 14 スロット収容部から反時計回り方向への巻き戻しが開始される。次いで、第 15 スロット収容部が第 1 極の B スロットの 1 層目に収容され、第 16 スロット収容部が第 10 極の B スロットの 2 層目に収容されている。次いで、第 17 スロット収容部が第 9 極の A スロットの 3 層目に収容され、第 18 スロット収容部が第 8 極の A スロットの 4 層目に収容されている。

40

【 0 0 3 4 】

次いで、第 19 スロット収容部が第 7 極の B スロットの 3 層目に収容され、第 20 スロット収容部が第 6 極の B スロットの 4 層目に収容されている。次いで、第 21 スロット収容部が第 5 極の A スロットの 5 層目に収容され、第 22 スロット収容部が第 4 極の A スロットの 6 層目に収容されている。第 23 スロット収容部が第 3 極の B スロットの 5 層目に収容され、巻き終わり側の第 24 スロット収容部が第 2 極の B スロットの 6 層目に収容されている。なお、第 24 スロット収容部の巻き終わり側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側（図 1 4 の手前側）に延出して、中性点側引き出し線 4 3 U 1 とされている。

【 0 0 3 5 】

50

並列巻線 U 1 は、上記のように固定子コア 3 0 の各 A ・ B スロットに收容されて巻装されている。この場合、第 1 コイルエンド部 4 0 a を形成するターン部 5 2 A , 5 2 B ( 図 1 4 において実線 ) は、5 スロットピッチの長さに形成された内側ターン部 5 2 B と、7 スロットピッチの長さに形成された外側ターン部 5 2 A が周方向に交互に配置されている。また、第 2 コイルエンド部 4 0 b を形成する導体線 ( 図 1 4 において破線 ) は、隣り合うスロット收容部同士を 6 スロットピッチで接続している。

【 0 0 3 6 】

並列巻線 U 2 は、図 1 5 に示すように、巻き始め側の第 1 スロット收容部が第 9 極の B スロットの 6 層目に收容され、第 2 スロット收容部が時計回り方向に 6 スロット離れた第 1 0 極の B スロットの 5 層目に收容されている。即ち、並列巻線 U 2 の巻き始めとなる第 9 極の B スロットは、並列巻線 U 1 の巻き始めとなる第 1 極の B スロットから反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある。ここで角度 7 2 ° は、3 6 0 ° を並列巻線 U 1 ~ U 5 の並列数 ( 本実施形態では並列数が 5 ) で除算した角度に相当する。そして、その後続く並列巻線 U 2 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部は、並列巻線 U 1 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部と全く同様に、反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある各 A ・ B スロットに收容されている。

【 0 0 3 7 】

なお、並列巻線 U 2 の第 1 スロット收容部の巻き始め側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、入力側引き出し線 4 2 U 2 とされている。また、並列巻線 U 2 の第 2 4 スロット收容部の巻き終わり側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、中性点側引き出し線 4 3 U 2 とされている。

【 0 0 3 8 】

並列巻線 U 3 は、図 1 6 に示すように、巻き始め側の第 1 スロット收容部が第 7 極の B スロットの 6 層目に收容され、第 2 スロット收容部が時計回り方向に 6 スロット離れた第 8 極の B スロットの 5 層目に收容されている。即ち、並列巻線 U 3 の巻き始めとなる第 7 極の B スロットは、並列巻線 U 2 の巻き始めとなる第 9 極の B スロットから反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある。そして、その後続く並列巻線 U 3 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部は、並列巻線 U 2 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部と全く同様に、反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある各 A ・ B スロットに收容されている。

【 0 0 3 9 】

なお、並列巻線 U 3 の第 1 スロット收容部の巻き始め側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、入力側引き出し線 4 2 U 3 とされている。また、並列巻線 U 3 の第 2 4 スロット收容部の巻き終わり側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、中性点側引き出し線 4 3 U 3 とされている。

【 0 0 4 0 】

並列巻線 U 4 は、図 1 7 に示すように、巻き始め側の第 1 スロット收容部が第 5 極の B スロットの 6 層目に收容され、第 2 スロット收容部が時計回り方向に 6 スロット離れた第 6 極の B スロットの 5 層目に收容されている。即ち、並列巻線 U 4 の巻き始めとなる第 5 極の B スロットは、並列巻線 U 3 の巻き始めとなる第 7 極の B スロットから反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある。そして、その後続く並列巻線 U 4 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部も、並列巻線 U 3 の第 2 ~ 第 2 4 スロット收容部と全く同様に、反時計回り方向に角度で 7 2 ° ずれた位置にある各 A ・ B スロットに收容されている。

【 0 0 4 1 】

なお、並列巻線 U 4 の第 1 スロット收容部の巻き始め側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、入力側引き出し線 4 2 U 4 とされている。また、並列巻線 U 4 の第 2 4 スロット收容部の巻き終わり側端末は、第 1 コイルエンド部 4 0 a 側 ( 図 1 4 の手前側 ) に延出して、中性点側引き出し線 4 3 U 4 とされている。

【 0 0 4 2 】

並列巻線 U 5 は、図 1 8 に示すように、巻き始め側の第 1 スロット收容部が第 3 極の B スロットの 6 層目に收容され、第 2 スロット收容部が時計回り方向に 6 スロット離れた第



4極のBスロットの5層目に收容されている。即ち、並列巻線U5の巻き始めとなる第3極のBスロットは、並列巻線U4の巻き始めとなる第5極のBスロットから反時計回り方向に角度で72°ずれた位置にある。そして、その後続く並列巻線U5の第2～第24スロット收容部も、並列巻線U4の第2～第24スロット收容部と全く同様に、反時計回り方向に角度で72°ずれた位置にある各A・Bスロットに收容されている。

【0043】

なお、並列巻線U5の第1スロット收容部の巻き始め側端末は、第1コイルエンド部40a側(図14の手前側)に延出して、入力側引き出し線42U5とされている。また、並列巻線U5の第24スロット收容部の巻き終わり側端末は、第1コイルエンド部40a側(図14の手前側)に延出して、中性点側引き出し線43U5とされている。

10

【0044】

以上のように巻装された並列巻線U1～U5は、360°を並列巻線U1～U5の並列数で除算した角度ずつ周方向にずれて回転対称となる位置に配置されている。この場合、各A・Bスロットには、U相巻線41Uを構成する並列巻線U1～U5のスロット收容部51Cが径方向1列に偶数本ずつ(本実施形態では6本ずつ)收容されている。また、U相巻線41Uを構成する並列巻線U1～U5は、各A・Bスロット内のN(Nは1以上の自然数)層目と(N+1)層目のスロット收容部51C同士が電氣的に接続されている。本実施形態の場合には、N=1とされている。

【0045】

そして、U相巻線41Uを構成する5本の並列巻線U1～U5は、図19に示すように、各A・Bスロット内の全ての層において、M個(M=2で2個)のスロットに均等に配置されている。即ち、図20に示すように、並列巻線U1～U5は、Aスロット及びBスロットの1～6層目にそれぞれ2本ずつ均等に配置されている。

20

【0046】

また、各A・Bスロット内の各層において、外側頭頂部53Aに繋がるスロット收容部と内側頭頂部53Bに繋がるスロット收容部が周方向に交互に配置されている(図13参照)。そして、軸方向外側に配置される外側ターン部52Aの外側斜行部55Aと、軸方向内側に配置される内側ターン部52Bの内側斜行部55Bは、周方向の少なくとも一部が接触している(図5参照)。この場合、図5に示された2本の外側ターン部52Aと内側ターン部52Bは、右側の外側斜行部55Aと内側斜行部55Bの一部が接触している。外側ターン部52Aの残りの非接触部は、図示されていない他の内側ターン部52Bの内側斜行部55Bと接触している。

30

【0047】

そして、U相巻線41Uを構成する並列巻線U1～U5の入力側引き出し線42U1～42U5は、U相バスバー61を介してインバータと電氣的に接続される。また、V相巻線41Vを構成する並列巻線V1～V5の入力側引き出し線42V1～42V5は、V相バスバー62を介してインバータと電氣的に接続される。また、W相巻線41Wを構成する並列巻線W1～W5の入力側引き出し線42W1～42W5は、W相バスバー63を介してインバータと電氣的に接続される。さらに、各相巻線41U、41V、41Wを構成する並列巻線U1～U5、V1～V5、W1～W5の中性点側引き出し線43U1～43U5、43V1～43V5、43W1～43W5は、中性線バスバー64を介して電氣的に接続されて中性点を形成する。

40

【0048】

以上のように構成された本実施形態の固定子20によれば、スロット倍数Mが2とされ、固定子巻線40は、複数の導体セグメント50により構成されてそれぞれ5本の並列巻線U1～U5、V1～V5、W1～W5よりなる相巻線41U、41V、41Wがスター結線で結線されており、固定子20に形成される極数は、並列巻線U1～U5、V1～V5、W1～W5の並列数の倍数に設定され、各並列巻線U1～U5、V1～V5、W1～W5は、スロット内の全ての層において2個のA・Bスロットに均等に配置されている。これにより、固定子巻線40の各相巻線41U、41V、41Wを構成する並列巻線U1

50

～U5, V1～V5, W1～W5同士の電氣的平衡をとり、電位差を均一にすることができるので、並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5内での循環電流の発生を防止することができる。

【0049】

また、本実施形態では、各相巻線41U, 41V, 41Wを構成する各並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5は、360°を並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5の並列数で除算した角度ずつ周方向にずれて回転対称となる位置に配置されている。これにより、各並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5同士の巻線形状や経路長が同一になり、相抵抗を均一にすることができるため、相抵抗の不均一に起因する並列回路内の電流偏りと、これによる損失の増加を防止することができる。

10

【0050】

また、本実施形態では、固定子20に形成される極数は、2と並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5の並列数の最小公倍数である10とされている。これにより、極数が少ないほど同じ回転数に対して周波数が下がり、損失を低減することができるので、効率を上げることができる。

【0051】

また、本実施形態の固定子巻線40は、波巻きで巻かれているため、重ね巻きに比べて、回転子14の芯ずれによるトルク変動が小さくなる。そのため、回転子14の芯ずれの影響があっても、循環電流の発生を抑制することができる。

【0052】

〔他の実施形態〕

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更することが可能である。

20

【0053】

例えば、上記実施形態の各相巻線41U, 41V, 41Wは、それぞれ5本の並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5により構成されているが、並列巻線U1～U5, V1～V5, W1～W5の本数は、それぞれ3以上の奇数本に設定してもよい。また、上記実施形態の固定子巻線40は、分布巻きの波巻きで巻かれたものであるが、分布巻きの重ね巻きの巻かれたものであってもよい。

【0054】

また、上記実施形態では、周方向に隣接したM個(M=2で2個)のスロット31に、各相巻線41U, 41V, 41Wの同相のスロット収容部51Cがそれぞれ配置されているが、必ずしも各スロット31内に同相のスロット収容部51Cだけが配置されていなくてもよい。即ち、スロット31内の各層において各相巻線41U, 41V, 41Wの同相のスロット収容部51Cが周方向にMスロットずつ順番に配置されていればよい。

30

【0055】

また、上記の実施形態では、本発明に係る回転電機の固定子を車両用電動機に適用した例を説明したが、本発明は、車両に搭載される回転電機としての発電機あるいは電動機、さらには両者を選択的に使用し得る回転電機にも適用することができる。

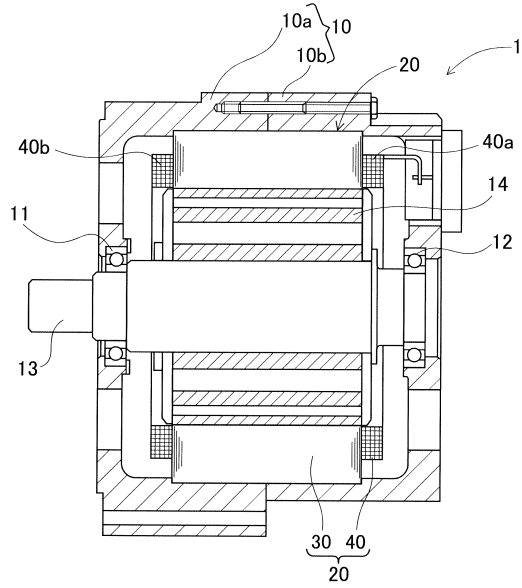
【符号の説明】

40

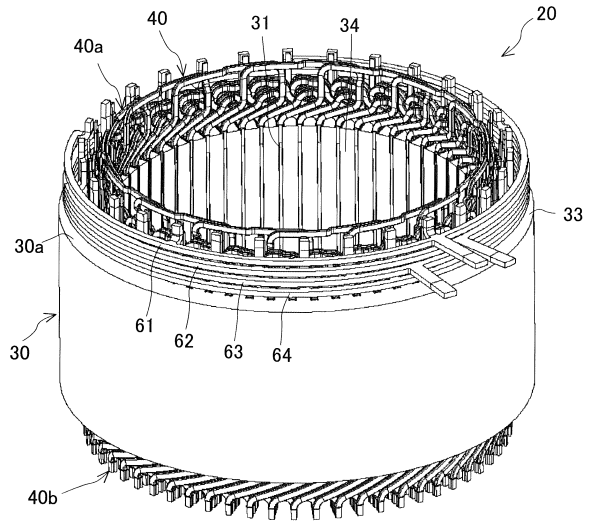
【0056】

1...車両用電動機(回転電機)、20...固定子、30...固定子コア、31...スロット、40...固定子巻線、41U, 41V, 41W...相巻線、U1～U5, V1～V5, W1～W5...並列巻線、50...導体セグメント、51C...スロット収容部。

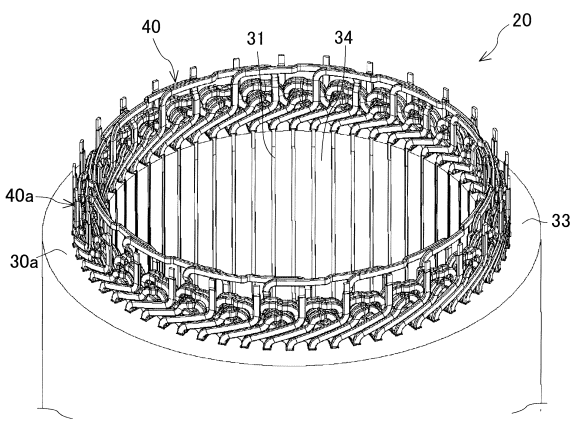
【図 1】



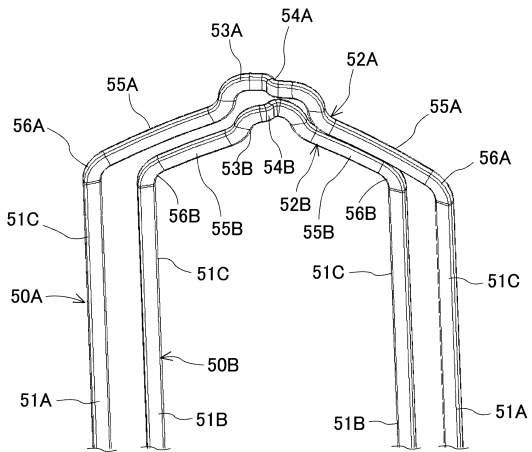
【図 2】



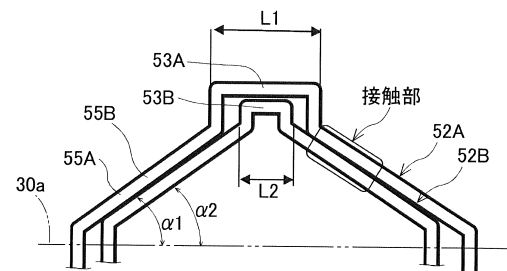
【図 3】



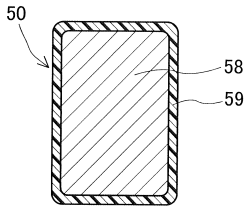
【図 4】



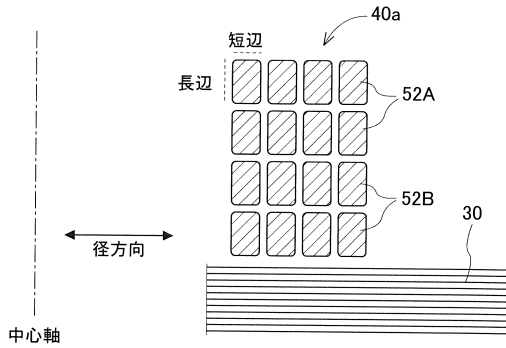
【図 5】



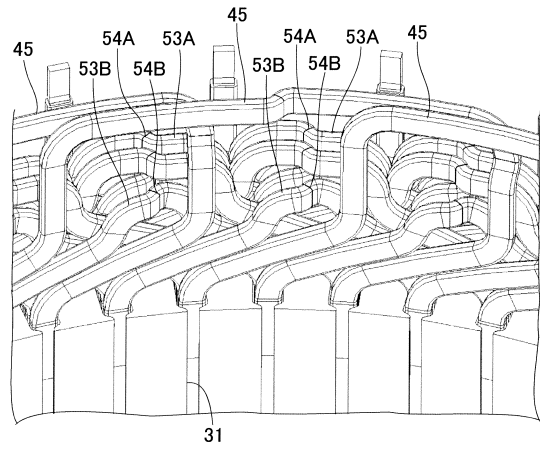
【図 6】



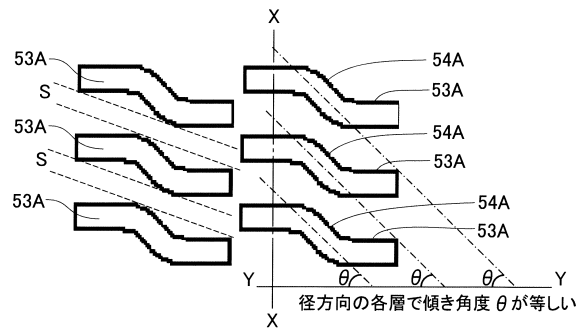
【図 7】



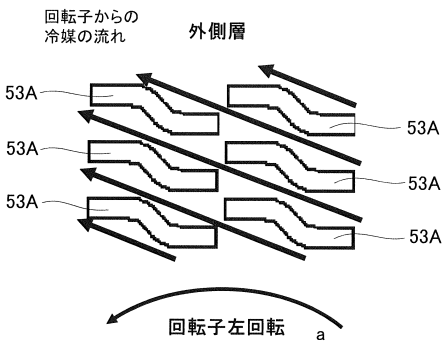
【図 8】



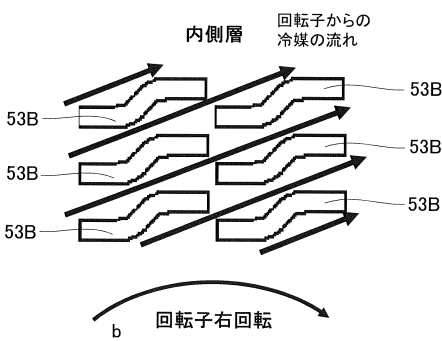
【図 9】



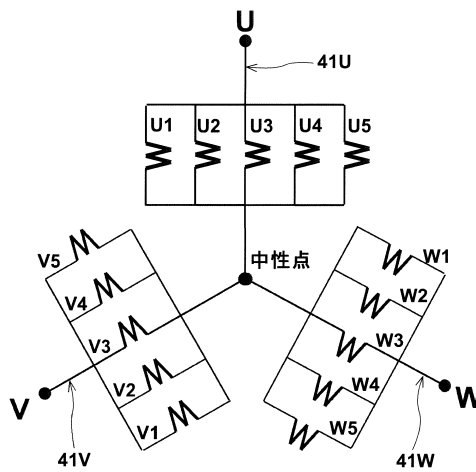
【図 10】



【図 11】

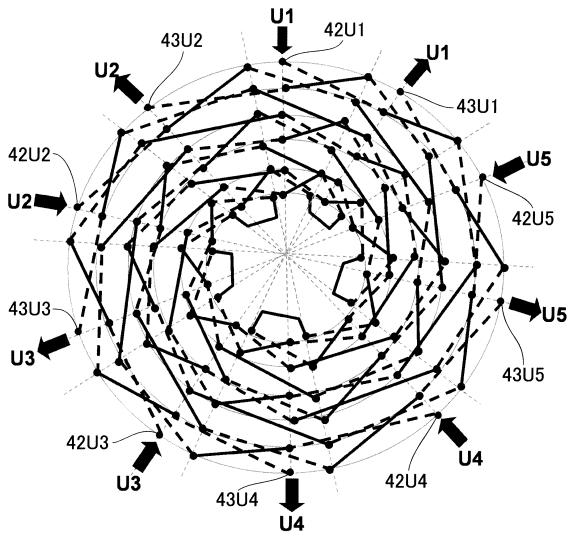


【図 12】



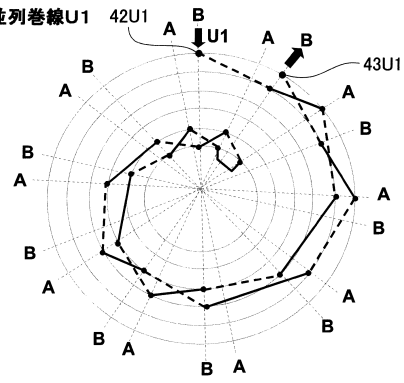
【図13】

U相巻線の並列巻線U1~U5を表示



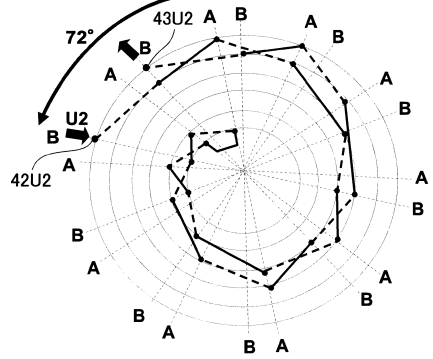
【図14】

並列巻線U1



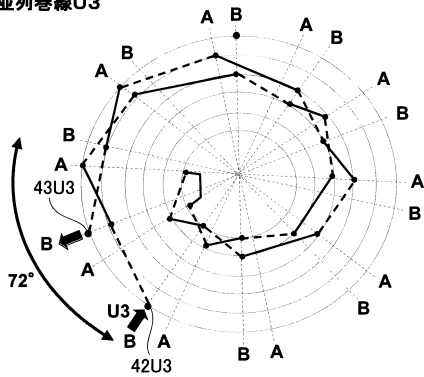
【図15】

並列巻線U2



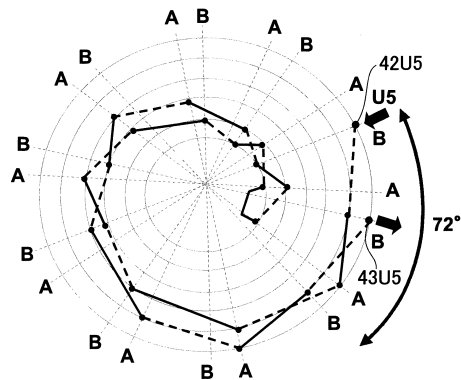
【図16】

並列巻線U3



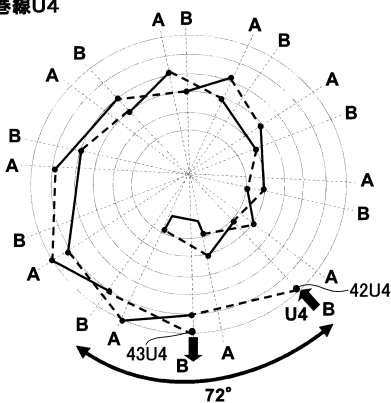
【図18】

並列巻線U5



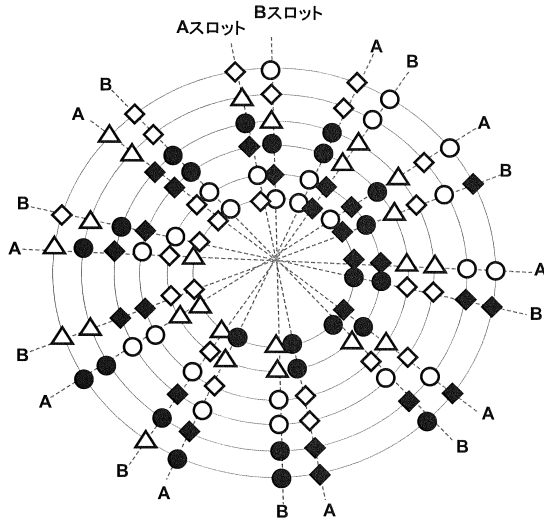
【図17】

並列巻線U4



【図19】

- 並列巻線U1 ○
- 並列巻線U2 ◇
- 並列巻線U3 △
- 並列巻線U4 ●
- 並列巻線U5 ◆



【図20】

|     | Aスロット | Bスロット |
|-----|-------|-------|
| 6層目 | 2     | 2     |
| 5層目 | 2     | 2     |
| 4層目 | 2     | 2     |
| 3層目 | 2     | 2     |
| 2層目 | 2     | 2     |
| 1層目 | 2     | 2     |

U1～U5の全ての並列巻線が、  
M倍スロットの1～6層目に均等配置

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-084635(JP,A)  
国際公開第2013/046459(WO,A1)  
特開2014-096857(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0104885(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 3/28  
H02K 3/34