

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6851920号
(P6851920)

(45) 発行日 令和3年3月31日(2021.3.31)

(24) 登録日 令和3年3月12日(2021.3.12)

(51) Int. Cl.		F I			
H02K	3/52	(2006.01)	H02K	3/52	E
H02K	3/18	(2006.01)	H02K	3/18	J
B62D	5/04	(2006.01)	B62D	5/04	

請求項の数 7 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2017-134015 (P2017-134015)	(73) 特許権者	000144027
(22) 出願日	平成29年7月7日(2017.7.7)		株式会社ミツバ
(65) 公開番号	特開2019-17211 (P2019-17211A)		群馬県桐生市広沢町1丁目2681番地
(43) 公開日	平成31年1月31日(2019.1.31)	(74) 代理人	100161207
審査請求日	令和2年1月23日(2020.1.23)		弁理士 西澤 和純
		(74) 代理人	100126664
			弁理士 鈴木 慎吾
		(74) 代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(72) 発明者	大田原 昌弘
			群馬県桐生市広沢町一丁目二六八一番地
			株式会社ミツバ内
		(72) 発明者	前川 正樹
			群馬県桐生市広沢町一丁目二六八一番地
			株式会社ミツバ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブラシレスモータ及び電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Nを自然数としたとき、12N個のティース部を有し、該ティース部に集中巻方式によりコイルが巻回されるステータと、

前記コイルを、2系統の3相構造となるようにスター結線するバスバーと、を備え、

前記ステータの中心軸を中心に、同一系統の2つの同一相の前記コイルが対向配置されたブラシレスモータであって、

前記ティース部に巻回されている各前記コイルの巻き初めである始線の長さ、巻き終わりとなる終線の長さ、と異なった長さに設定され、且つ全ての前記始線の長さが同一長さに設定されると共に、全ての前記終線の長さが同一長さに設定されることを特徴とする
ブラシレスモータ。

10

【請求項2】

前記終線の長さよりも前記始線の長さが長く設定されていることを特徴とする請求項1に記載のブラシレスモータ。

【請求項3】

前記始線の始線引き出し位置と、対応する前記始線の前記バスバーへの始線接続位置とが周方向にずれていると共に、

前記終線の終線引き出し位置と、対応する前記終線の前記バスバーへの終線接続位置とが周方向にずれており、

前記始線接続位置の前記始線引き出し位置に対するずれ量と、前記終線接続位置の前記

20

終線引き出し位置に対するずれ量とが、それぞれ、同一に設定されていることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のブラシレスモータ。

【請求項 4】

1 2 個のティース部を有し、該ティース部に集中巻方式によりコイルが巻回されるステータを備え、

前記コイルは、2 系統の 3 相構造にスター結線されており、

前記ステータの中心軸を中心に、同一系統の 2 つの同一相の前記コイルが対向配置されたブラシレスモータであって、

前記対向配置された同一相の前記コイル同士を接続する渡り線コイルと、

電源に接続される側の前記コイルの電源側端末部を、前記電源に接続するための電源用バスバーと、

中性点に接続される側の前記コイルの中性点側端末部を、互いに接続するための中性点用バスバーと、

を備え、

前記電源用バスバーは 2 層に構成されており、前記中性点用バスバーは 1 層に構成されており、

1 層目の前記電源用バスバーには、前記 2 系統のうちの第 1 系統における第 1 U 相電源バスバー、及び第 1 W 相電源バスバーと、前記 2 系統のうちの第 2 系統における第 2 V 相電源バスバー、及び第 2 W 相電源バスバーと、が配置されており、

2 層目の前記電源用バスバーには、前記第 1 系統における第 1 V 相電源バスバーと、前記第 2 系統における第 2 U 相電源バスバーと、が配置されており、

前記中性点用バスバーは、前記第 1 系統における第 1 中性点バスバーと、前記第 2 系統における第 2 中性点バスバーと、からなることを特徴とするブラシレスモータ。

【請求項 5】

同一系統の 2 つの同一相の前記コイルと、対応する前記渡り線コイルとが、1 つのコイルによって連続形成されている

ことを特徴とする請求項 4 に記載のブラシレスモータ。

【請求項 6】

前記ステータの軸方向一端面側に、前記電源用バスバー及び前記中性点用バスバーが配置されており、

前記ステータの軸方向他端面側に、前記渡り線コイルが配置されていることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載のブラシレスモータ。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 の何れか 1 項に記載のブラシレスモータを、車両のステアリング操作に基づいて、該ステアリング操作をアシストするために用いることを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ブラシレスモータ及び電動パワーステアリング装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、インナーロータ型のブラシレスモータは、モータケースに内嵌固定されたステータと、モータケースの径方向中央に配置されステータに対して回転自在に支持されたロータとを有している。ロータの外周面には、複数の永久磁石が配設されている。ステータは、略円筒状のステータコアと、このステータコアから径方向内側に突設された複数のティース部とを備えている。

各ティース部には、絶縁性を有する樹脂材料により形成されたインシュレータが装着され、このインシュレータを介してコイルが巻装されている。そして、コイルに外部電源からの電力が給電されると、コイルに発生する磁束と永久磁石との間に吸引力、または反発

10

20

30

40

50

力が生じロータが回転する。

【0003】

ここで、ブラシレスモータのコイルの結線方法として、2系統の3相構造となるように形成する方法がある（例えば、特許文献1参照）。これによれば、回転軸線を中心に点対称に配置されたティースに、同一系統の同一相のコイルがそれぞれ巻回される。

このように、コイルを2系統の3相構造とすることにより、不具合等が生じて1系統のコイルに給電できなくなった場合であっても、もう1系統のコイルに給電を行うことができる。このため、ブラシレスモータが完全に駆動しなくなってしまうことを防止できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2004-201364号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上述のブラシレスモータの各コイルのコイル端（後述する始線と終線）を任意に電氣的に結線して各コイルに電流を供給するための給電手段として、バスバーユニットを用いる場合がある。バスバーユニットは、金属製の複数のバスバーを互いに絶縁された状態で樹脂モールドにより略円環状に形成されている。例えば、コイルをスター結線方式にて結線する場合にあっては、樹脂モールド体に、各相のコイルに給電を行うための複数の相バスバーと、中性点（コモン）を形成する中性点バスバーとが互いに絶縁された状態で積層される。そして、これら相バスバーと中性点バスバーとが、樹脂モールドにより略円環状に形成される。

20

【0006】

しかしながら、上述の従来技術のように、同一系統の同一相のコイルが、回転軸線を中心に点対称に配置されていると、これを配線するための距離も長くなる。この結果、バスバーの積層数も増大し、ブラシレスモータ全体として大型化してしまう可能性があった。

【0007】

そこで、本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、コイルを2系統の3相構造に構成する場合において、コイルの結線箇所を小型化できるブラシレスモータ及び電動パワーステアリング装置を提供するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、本発明に係るブラシレスモータは、 N を自然数としたとき、 $12N$ 個のティース部を有し、該ティース部に集中巻方式によりコイルが巻回されるステータと、前記コイルを、2系統の3相構造となるようにスター結線するバスバーと、を備え、前記ステータの中心軸を中心に、同一系統の2つの同一相の前記コイルが対向配置されたブラシレスモータであって、前記ティース部に巻回されている各前記コイルの巻き初めである始線の長さ、巻き終わりとなる終線の長さが異なった長さに設定され、且つ全ての前記始線の長さが同一長さに設定されると共に、全ての前記終線の長さが同一長さに設定されることを特徴とする。

40

【0009】

このように、始線と終線との長さを異ならせることにより、バスバーのコイルとの接続位置をずらすことができる。これにより、バスバーの配線長さを短く設定でき、この結果、バスバーの積層数を減少させることができる。また、全ての始線の長さが同一長さに設定されると共に、全ての終線の長さが同一長さに設定されるので、各バスバーの形をできる限り同一にできる。このため、バスバーを簡素化でき、コイルの結線箇所を小型化できる。

【0010】

本発明に係るブラシレスモータは、前記終線の長さよりも前記始線の長さが長く設定さ

50

れていることを特徴とする。

【0011】

ここで、コイルの長さが長くなると、この分、寸法管理も煩わしいものとなる。

ところで、各ティース部にコイルを巻回する場合、始線を配置した後、この始線に重なるようにコイルが巻回されていき、最後に終線が引き出される。このため、始線は、後に巻回されるコイルによってティース部に固定されるので、始線の長さを管理し易くできる。この管理し易い始線を、終線の長さよりも長く設定することにより、コイルの長さ管理を容易化できる。

【0012】

本発明に係るブラシレスモータは、前記始線の始線引き出し位置と、対応する前記始線の前記バスバーへの始線接続位置とが周方向にずれていると共に、前記終線の終線引き出し位置と、対応する前記終線の前記バスバーへの終線接続位置とが周方向にずれており、前記始線接続位置の前記始線引き出し位置に対するずれ量と、前記終線接続位置の前記終線引き出し位置に対するずれ量とが、それぞれ、同一に設定されていることを特徴とする。

10

【0013】

このように構成することで、始線及び終線の引き回しを容易に行うことができ、各線の引き回しを同一方向に揃えることができる。このため、コイルの結線作業を容易化できると共に、コイルの結線箇所をさらに小型化できる。

【0014】

本発明に係るブラシレスモータは、1 2 個のティース部を有し、該ティース部に集中巻方式によりコイルが巻回されるステータを備え、前記コイルは、2 系統の 3 相構造にスター結線されており、前記ステータの中心軸を中心に、同一系統の 2 つの同一相の前記コイルが対向配置されたブラシレスモータであって、前記対向配置された同一相の前記コイル同士を接続する渡り線コイルと、電源に接続される側の前記コイルの電源側端末部を、前記電源に接続するための電源用バスバーと、中性点に接続される側の前記コイルの中性点側端末部を、互いに接続するための中性点用バスバーと、を備え、前記電源用バスバーは 2 層に構成されており、前記中性点用バスバーは 1 層に構成されており、1 層目の前記電源用バスバーには、前記 2 系統のうちの第 1 系統における第 1 U 相電源バスバー、及び第 1 W 相電源バスバーと、前記 2 系統のうちの第 2 系統における第 2 V 相電源バスバー、及び第 2 W 相電源バスバーと、が配置されており、2 層目の前記電源用バスバーには、前記第 1 系統における第 1 V 相電源バスバーと、前記第 2 系統における第 2 U 相電源バスバーと、が配置されており、前記中性点用バスバーは、前記第 1 系統における第 1 中性点バスバーと、前記第 2 系統における第 2 中性点バスバーと、からなることを特徴とする。

20

30

【0015】

このように、電源用バスバー及び中性点用バスバーと、渡り線コイルとを併用することにより、バスバーの積層数を減少させることができる。しかも、バスバーを、配線距離が長くなる同一系統の同一相のコイルを結線するために用いずに、電源用バスバーと中性点用バスバーに限定している。このため、バスバー自体も小型化できる。この結果、コイルの結線箇所を小型化できる。

40

【0016】

本発明に係るブラシレスモータは、同一系統の 2 つの同一相の前記コイルと、対応する前記渡り線コイルとが、1 つのコイルによって連続形成されていることを特徴とする。

【0017】

このように構成することで、同一系統の 2 つの同一相のコイルを、1 回の作業で一連にティース部に巻回できる。このため、渡り線コイルの長さが無駄に長くなってしまふことを防止でき、コイルの結線箇所をさらに小型化できると共に、コイルの結線作業を容易化できる。

【0018】

本発明に係るブラシレスモータは、前記ステータの軸方向一端面側に、前記電源用バス

50

バー及び前記中性点用バスバーが配置されており、前記ステータの軸方向他端面側に、前記渡り線コイルが配置されていることを特徴とする。

【0019】

このように構成することで、各バスバーと渡り線コイルとが干渉してしまうことを防止できる。このため、各バスバーとコイルとの結線作業を行う際、渡り線コイルが邪魔になることがなく、各バスバーとコイルとの結線作業を容易化できる。

【0020】

本発明に係る電動パワーステアリング装置は、上記に記載のブラシレスモータを、車両のステアリング操作に基づいて、該ステアリング操作をアシストするために用いることを特徴とする。

10

【0021】

このように構成することで、コイルの結線箇所を小型化して、全体として小型な電動パワーステアリング装置を提供できる。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、始線と終線との長さを異ならせることにより、バスバーのコイルとの接続位置をずらすことができる。これにより、バスバーの配線長さを短く設定でき、この結果、バスバーの積層数を減少させることができる。また、全ての始線の長さが同一長さに設定されると共に、全ての終線の長さが同一長さに設定されるので、各バスバーの形をできる限り同一にできる。このため、バスバーを簡素化でき、コイルの結線箇所を小型化

20

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の第1実施形態におけるブラシレスモータの斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態におけるステータ及びバスバーユニットの斜視図である。

【図3】本発明の第1実施形態における分割コアの斜視図である。

【図4】本発明の第1実施形態における各コイルの相の割り当てと始線及び終線の引き回しを説明するための図である。

【図5】本発明の第1実施形態におけるバスバーユニットの平面図である。

【図6】本発明の第1実施形態における1層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

30

【図7】本発明の第1実施形態における2層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

【図8】本発明の第1実施形態における3層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

【図9】本発明の第1実施形態における各相のコイル及びバスバーユニットを展開した図である。

【図10】本発明の第1実施形態におけるコイルの結線図である。

【図11】本発明の第2実施形態における分割コアの斜視図である。

【図12】本発明の第2実施形態における各コイルの相の割り当てと始線、終線及び渡り線コイルの引き回しを説明するための図である。

40

【図13】本発明の第2実施形態におけるバスバーユニットの平面図である。

【図14】本発明の第2実施形態における1層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

【図15】本発明の第2実施形態における2層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

【図16】本発明の第2実施形態における3層目のバスバーユニットのパターン配置図である。

【図17】本発明の第2実施形態における各相のコイル及びバスバーユニットを展開した図である。

50

【図 18】本発明の第 2 実施形態の変形例における分割コアの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

次に、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0025】

(第 1 実施形態)

(ブラシレスモータ)

図 1 は、ブラシレスモータ 1 の斜視図、図 2 は、ステータ 2 及びバスバーユニット 5 の斜視図である。

図 1、図 2 に示すように、ブラシレスモータ 1 は、電動パワーステアリング装置 (EPS; Electric Power Steering) 100 に用いられるものである。10
ブラシレスモータ 1 は、略有底円筒状のモータハウジング 4 と、このモータハウジング 4 内に内嵌固定された略有筒状のステータ 2 と、ステータ 2 の径方向内側に回転自在に配置されたロータ 3 と、ステータ 2 の軸方向一端側に配置され、このステータ 2 に給電を行うためのバスバーユニット 5 と、を備えている。

なお、以下の説明では、ロータ 3 の回転軸線 L1 方向を単に軸方向、ロータ 3 の回転方向を周方向、軸方向及び周方向に直交するロータ 3 の径方向を単に径方向と称して説明する。

【0026】

モータハウジング 4 の底部 4a とは反対側の開口部には、この開口部を閉塞するように 20
ブラケット 8 が設けられている。このブラケット 8 のモータハウジング 4 とは反対側の大部分に、凹部 8a が形成されている。そして、凹部 8a の底部から、ロータ 3 の回転軸 7 の一端が不図示の軸受を介して突出されている。この回転軸 7 の一端には、ロータ 3 の回転位置を検出するためのセンサマグネット 80 が設けられている。センサマグネット 80 は、不図示の制御機器に設けられたセンサマグネット 80 の磁束を検出する検出部 (不図示) と協働してロータ 3 の回転位置を検出する。

【0027】

また、ブラケット 8 に設けられた凹部 8a の底部には、ターミナル 72 を挿通可能な開口部 8b が形成されている。(本第 1 実施形態では回転軸 7 を中心としてそれぞれ反対側に位置するように 2 箇所設けられている。) この開口部 8b を介して複数本 (本第 1 実施 30
形態では 6 本) のターミナル 72 の一端 72a が突出されている。各ターミナル 72 の他端 (不図示) は、モータハウジング 4 に収納されているバスバーユニット 5 側に向かって突出している。そして、各ターミナル 72 の他端が、それぞれバスバーユニット 5 の後述する各相給電端子 25U ~ 26W に接続されている。

【0028】

ロータ 3 の回転軸 7 の他端は、モータハウジング 4 の底部に設けられた不図示の軸受を介して軸方向外側に突出している。この突出した一端に、ピニオンギヤ 9 が外嵌固定されている。このピニオンギヤ 9 に、電動パワーステアリング装置 100 のステアリング 101 に設けられたギヤ 102 が噛合される。

【0029】

また、ロータ 3 は、回転軸 7 のステータ 2 に対応する位置に外嵌固定された円柱状のロータコア 10 を有している。ロータコア 10 の外周面には、複数 (例えば、本第 1 実施形態では 8 個) のマグネット (不図示) が周方向に等間隔で設けられている。各マグネットは、周方向に磁極が順番となるように配置されている。このマグネットとステータ 2 に形成される磁界との間で磁気的な吸引力や反発力が生じ、ロータ 3 が回転する。

【0030】

図 2 に詳示するように、ステータ 2 は、モータハウジング 4 の周壁 4b (図 1 参照) の内周面に、例えば焼嵌め固定されるステータコア 14 を有している。ステータコア 14 は、略有筒状に形成され磁路として構成されるバックヨーク部 12 と、バックヨーク部 12 から径方向中央に向かって突出する 12 個のティース部 33 と、により構成されている。 50

そして、ステータ2は、中心軸線L2がロータ3の回転軸線L1と一致するように配置されている。

【0031】

ここで、ステータコア14のバックヨーク部12は、周方向に分割可能な分割コア方式が採用されている。すなわち、ステータコア14のバックヨーク部12は、周方向に複数に分割された分割コア30を環状に連結して構成されている。

【0032】

図3は、分割コア30の斜視図である。

同図に示すように、分割コア30は、例えば金属板を複数積層してなるものであって、周方向に延びる分割バックヨーク31を有している。分割バックヨーク31は、分割コア30を環状に連結したときにバックヨーク部12の環状の磁路を形成する部分である。分割バックヨーク31は、断面略円弧状に形成されている。

10

【0033】

分割バックヨーク31の周方向の両端部は、他の分割バックヨーク31に圧入によって連結される連結部31a, 31bになっている。一方の連結部31aは凸形状を有し、他方の連結部31bは連結部31aを受け入れ可能な凹形状を有している。

なお、図2に示すように、連結部31a, 31bを介して各分割コア30を連結した状態(バックヨーク部12を形成した状態)では、バックヨーク部12の外周面12aには、連結部31a, 31bが形成されている箇所に、これら連結部31a, 31bによって軸方向に沿う凹部32が形成される。

20

【0034】

また、分割バックヨーク31の内側面には、周方向略中央からティース部33が径方向内側(ロータの回転中心側)に向かって突出形成されている。つまり、各分割コア30は、それぞれティース部33を1つ備えている。ティース部33は、軸方向からみて径方向内側に周方向に延びる鏝部34を備えた略T字状に形成されている。そして、ティース部33の分割バックヨーク31と鏝部34との間に、ティース部33の周囲を被覆する樹脂製のインシュレータ35が装着されている。

【0035】

インシュレータ35は軸方向に分割構成されており、ティース部33の軸方向両側からこのティース部33を挟み込むように装着される。インシュレータ35を装着した状態では、ティース部33は、分割バックヨーク31の軸方向端面及び連結部31a, 31bと、鏝部34の内周面と、が露出されている。

30

【0036】

また、インシュレータ35の軸方向両端面には、径方向外側に外壁部36が一体成形されていると共に、径方向内側に内壁部37が一体成形されている。

外壁部36は、軸方向に沿って立ち上がり、且つ分割バックヨーク31に沿って周方向に延びるように、軸方向からみて円弧状に形成されている。外壁部18aには、2つのスリット36a, 36b(第1スリット36a、第2スリット36b)が周方向に等間隔で形成されている。

【0037】

40

このような構成のもと、各分割コア30のティース部33に、インシュレータ35の上からコイル16が集中巻方式により巻回されている。より具体的には、ティース部33の根元、つまり、ティース部33の分割バックヨーク31側に、コイル16の始線(巻き始め端)16aを配置する。そして、ここからティース部33の鏝部34に向かって螺旋状にコイル16を巻回する。鏝部34の内側面(径方向外側の側面)にコイル16が到達すると1段目のコイル16の巻回作業が完了する。

【0038】

続いて、1段目のコイル16の上に2段目のコイル16を巻回する。この際、ティース部33の鏝部34側から根本に向かって螺旋状にコイル16を巻回する。分割バックヨーク31の内側面(径方向内側の側面)にコイルが到達すると2段目のコイル16の巻回作

50

業が完了する。そして、このような1段目のコイル16の巻回作業及び2段目のコイル16の巻回作業と同じ作業を繰り返すことにより、ティース部33に、所定回数だけコイル16が巻回される。なお、各段のコイル16は、俵積みされている。

【0039】

このように、各ティース部33にコイル16が巻回されるので、コイル16の始線16aは、巻進められるコイル16によってティース部33に押え付けられる形になる。このため、始線16aは、後に巻回されるコイル16によって、ティース部33に配置された箇所、つまり、ティース部33の根元(ティース部33の分割バックヨーク31側)に固定される。

【0040】

一方、コイル16の終線16bは、インシュレータ35の外壁部36に形成された2つの第2スリット36bに引っ掛けるようにして固定される。このように、外壁部36に形成された2つのスリット36a, 36bは、コイル16の始線16aや終線16bを固定するために用いられる他、外壁部36を介して径方向外側に向かって始線16aや終線16bを引き出すために用いられる。

【0041】

ここで、コイル16の始線16aの長さ、及びコイル16の終線16bの長さを、それぞれティース部33に巻回されている俵積みのコイル16から引き出された長さとして定義する。このとき、本第1実施形態では、コイル16の始線16aの長さが、コイル16の終線16bの長さよりも長くなるように設定されている。また、各分割コア30の各コイル16は、それぞれ始線16aが全て同一長さに設定されていると共に、終線16bが全て同一長さに設定されている。さらに、コイル16の始線16a及び終線16bは、制御ハウジング8側に引き出されている。

【0042】

また、分割コア30の個数Mは、Nを自然数としたとき、

$$M = 12 \times N \cdot \cdot \cdot (1)$$

を満たすように設定されている。

本実施形態では、N = 1に設定され、分割コア30の個数Mは「12」に設定されている。

【0043】

各分割コア30を連結することにより、周方向に隣接するティース部33間に蟻溝状のスロット17が形成される。つまり、スロット17の個数も12個に設定される。このように、本実施形態のブラシレスモータ1は、マグネット11の個数が8個(磁極数が8極)、スロット17の個数が12個(スロット数が12)の8極12スロットのモータである。

【0044】

ここで、制御ハウジング8側に引き出された各コイル16の始線16a及び終線16bは、バスバーユニット5に接続されている。各コイル16は、バスバーユニット5によって、2系統の3相(U相、V相、W相)構造となるようにスター結線されている。以下、詳述する。

【0045】

(各相コイルの割り当て)

図4は、各コイル16の相の割り当てと始線16a及び終線16bの引き回しを説明するための図であって、軸方向からみたステータ2の平面図に相当している。

同図に示すように、まず、ティース部33に巻回されている各コイル16の相の割り当てについて説明する。

各コイル16は、同一系統が1つ置きにティース部33に配置されている。また、各コイル16は、2系統のうち一方の系統の任意の相に対し、この相の周方向両隣が他方の系統の他の相であって、且つ互いに異なる相となるように割り当てられている。

【0046】

10

20

30

40

50

すなわち、1系統目のコイル16は、1つ置きのティース部33に紙面反時計回りで第1U相コイル161Ua、第1W相コイル161Wa、第1V相コイル161Va、第1U相コイル161Ub、第1W相コイル161Wb、第1V相コイル161Vbの順に割り当てられている。

また、2系統目のコイル16は、1つ置きのティース部33に紙面時計回りで第2U相コイル162Ua、第2V相コイル162Va、第2W相コイル162Wa、第2U相コイル162Ub、第2V相コイル162Vb、第2W相コイル162Wb、の順に割り当てられている。

【0047】

このように、各相コイル161Ua～162Wbはそれぞれ2つずつ存在し、同一系統においては、同一相のコイル161Ua～162Wbが回転軸7（回転軸線L1、中心軸線L2）を中心に対向配置（点対称配置）されている。また、第2V相コイル162Vbと第2W相コイル162Wbとの間に、第1U相コイル161Uaが配置されている。

10

【0048】

ここで、コイル16の始線16aの長さ及び終線16bの長さの具体的な長さについて説明する。コイル16の始線16aの長さは、周方向に並ぶ3つのティース部33に跨る長さに設定されている。すなわち、例えば、第1U相コイル161Uaの始線16aの端部は、第1V相コイル161Vaのほぼ真上に位置するように引き回されている。

一方、コイル16の終線16bの長さは、始線16aの引き回し方向と同じ方向にやや斜め上に引き出されてバスバーユニット5に接続可能な長さに設定されている。

20

【0049】

（バスバーユニット）

図5は、バスバーユニット5の平面図である。図6は、1層目のバスバーユニット5のパターン配置図である。図7は、2層目のバスバーユニット5のパターン配置図である。図8は、3層目のバスバーユニット5のパターン配置図である。

図2、図5～図8に示すように、バスバーユニット5は略円環状に形成された3層構造とされ、複数のバスバー21U～22Wを有している。そして、各層にそれぞれ所定のバスバー21U～22Wが配置されている。また、バスバーユニット5は、各層に配置された各バスバー21U～22Wの絶縁距離を確保すると共に、各バスバー21U～22Wを3層に分けて配置した状態で保持する樹脂製のバスバーホルダ20を備えている。このバスバーホルダ20が、略円環状に形成されている。

30

【0050】

図6に示すように、バスバーユニット5の1層目には、第1系統の各相の第1電源バスバー21U、21V、21W（第1U相電源バスバー21U、第1V相電源バスバー21V、第1W相電源バスバー21W）と、第2系統の各相の第2電源バスバー22U、22V、22W（第2U相電源バスバー22U、第2V相電源バスバー22V、第2W相電源バスバー22W）と、が互いに絶縁距離を確保した状態で配置されている。

【0051】

第1系統の各相の第1電源バスバー21U、21V、21Wは、軸方向からみてバスバーホルダ20の半円分に集約配置されている。また、各相の第1電源バスバー21U、21V、21Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものであり、それぞれ別個に構成されている。

40

【0052】

そして、各相の第1電源バスバー21U、21V、21Wは、それぞれ径方向外側に向かって突出する各相のコイル接続端子23U、23V、23W（第1U相コイル接続端子23U、第1V相コイル接続端子23V、第1W相コイル接続端子23W）と、軸方向に沿ってターミナルユニット70側に向かって突出する各相の給電端子25U、25V、25W（第1U相給電端子25U、第1V相給電端子25V、第1W相給電端子25W）と、これら同相のコイル接続端子23U、23V、23Wと給電端子25U、25V、25Wとを接続する各相の渡り部27U、27V、27W（第1U相渡り部27U、第1V相

50

渡り部 27V、第1W相渡り部 27W)と、により構成されている。

【0053】

第1U相コイル接続端子 23Uは、第1U相コイル 161Uaの始線 16aの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1U相コイル 161Uaの始線 16aの端部が接続される。

第1V相コイル接続端子 23Vは、第1V相コイル 161Vaの始線 16aの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1V相コイル 161Vaの始線 16aの端部が接続される。

第1W相コイル接続端子 23Wは、第1W相コイル 161Waの始線 16aの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1W相コイル 161Waの始線 16aの端部が接続される。

10

【0054】

各相の給電端子 25U、25V、25Wは、近接して並んで配置されている。各相の給電端子 25U、25V、25Wは、ターミナルユニット 70のそれぞれ対応するターミナル 72の他端に接続される。

各相の渡り部 27U、27V、27Wは、バスバーホルダ 20の形状に沿って軸方向からみて円弧状に形成されている。各相の渡り部 27U、27V、27Wは、それぞれ周長が異なっている。

【0055】

一方、第2系統の各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wは、各相の第1電源バスバー 21U、21V、21Wが配置されている箇所とは反対側のバスバーホルダ 20の半円分に集約配置されている。各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものであり、それぞれ別個に構成されている。

20

【0056】

各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wの基本的構成は、各相の第1電源バスバー 21U、21V、21Wと同様であり、接続されるコイル 16が異なるだけである。

すなわち、各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wは、第2U相コイル接続端子 24U、第2V相コイル接続端子 24V、及び第2W相コイル接続端子 24Wを備えている。また、各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wは、第2U相給電端子 26U、第2V相給電端子 26V、及び第2W相給電端子 26Wを備えている。さらに、各相の第2電源バスバー 22U、22V、22Wは、第2U相渡り部 28U、第2V相渡り部 28V、及び第2W相渡り部 28Wを備えている。

30

【0057】

第2U相コイル接続端子 24Uには、第2U相コイル 162Uaの始線 16aの端部が接続される。

第2V相コイル接続端子 24Vには、第2V相コイル 162Vaの始線 16aの端部が接続される。

第2W相コイル接続端子 24Wには、第2W相コイル 162Waの始線 16aの端部が接続される。

40

【0058】

図7に示すように、バスバーユニット 5の2層目には、第1系統の第1中性点バスバー 41と、第2系統の第2中性点バスバー 42と、第2系統の第2W相コイル 162Waと第2W相コイル 162Wbとを接続する第2W相中間バスバー 44Wと、が互いに絶縁距離を確保した状態で配置されている。

【0059】

第1中性点バスバー 41は、軸方向からみてバスバーホルダ 20の半円分よりもやや短い範囲に配置されている。第1中性点バスバー 41は、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第1中性点バスバー 41は、径方向外側に向かって突出する各相のコイル接続端子 45U、45V、45W(第1U相コイル接続端子 45U、第1

50

V相コイル接続端子45V、第1W相コイル接続端子45W)と、各相のコイル接続端子45U, 45V, 45Wを接続する第1渡り部47と、により構成されている。

【0060】

第1U相コイル接続端子45Uは、第1U相コイル161Ubの終線16bの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1U相コイル161Ubの終線16bの端部が接続される。

第1V相コイル接続端子45Vは、第1V相コイル161Vbの終線16bの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1V相コイル161Vbの終線16bの端部が接続される。

第1W相コイル接続端子45Wは、第1W相コイル161Wbの終線16bの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1W相コイル161Wbの終線16bの端部が接続される。

10

第1渡り部47は、バスバーホルダ20の形状に沿って軸方向からみて円弧状に形成されている。

【0061】

一方、第2中性点バスバー42は、第1中性点バスバー41に対し、任意の径方向に沿う直線を中心に線対称の範囲に配置されている。第2中性点バスバー42の基本的構成は、第1中性点バスバー41と同様であり、接続されるコイル16が異なるだけである。

すなわち、第2中性点バスバー42は、第2U相コイル接続端子46U、第2V相コイル接続端子46V、及び第2W相コイル接続端子46Wと、各相のコイル接続端子46U, 46V, 46Wを接続する第2渡り部48と、により構成されている。

20

【0062】

第2U相コイル接続端子46Uには、第2U相コイル162Ubの終線16bの端部が接続される。

第2V相コイル接続端子46Vには、第2V相コイル162Vbの終線16bの端部が接続される。

第2W相コイル接続端子46Wには、第2W相コイル162Wbの終線16bの端部が接続される。

【0063】

また、第2W相中間バスバー44Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第2W相中間バスバー44Wは、2つの第2W相コイル接続端子52Wと、これら2つの第2W相コイル接続端子52Wを接続する第2渡り部54Wと、により構成されている。

30

2つの第2W相コイル接続端子52Wは、それぞれ第2W相コイル162Waの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第2W相コイル162Wbの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第2W相コイル接続端子52Wには、それぞれ第2W相コイル162Waの終線16bと第2W相コイル162Wbの始線16aとが接続されている。

【0064】

図8に示すように、バスバーユニット5の3層目には、第1系統の第1U相コイル161Uaと第1U相コイル161Ubとを接続する第1U相中間バスバー43Uと、第1系統の第1V相コイル161Vaと第1V相コイル161Vbとを接続する第1V相中間バスバー43Vと、第1系統の第1W相コイル161Waと第1W相コイル161Wbとを接続する第1W相中間バスバー43Wと、第2系統の第1U相コイル162Uaと第2U相コイル162Ubとを接続する第2U相中間バスバー44Uと、第2系統の第1V相コイル162Vaと第2V相コイル162Vbとを接続する第2V相中間バスバー44Vと、が互いに絶縁距離を確保した状態で配置されている。

40

【0065】

第1U相中間バスバー43Uは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第1U相中間バスバー43Uは、2つの第1U相コイル接続端子51Uと、こ

50

れら2つの第1U相コイル接続端子51Uを接続する第1渡り部53Uと、により構成されている。

2つの第1U相コイル接続端子51Uは、それぞれ第1U相コイル161Uaの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第1U相コイル161Ubの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第1U相コイル接続端子51Uには、それぞれ第1U相コイル161Uaの終線16bと第1U相コイル161Ubの始線16aとが接続されている。

【0066】

第1V相中間バスバー43Vは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第1V相中間バスバー43Vは、2つの第1V相コイル接続端子51Vと、これら2つの第1V相コイル接続端子51Vを接続する第1渡り部53Vと、により構成されている。

10

2つの第1V相コイル接続端子51Vは、それぞれ第1V相コイル161Vaの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第1V相コイル161Vbの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第1V相コイル接続端子51Vには、それぞれ第1V相コイル161Vaの終線16bと第1V相コイル161Vbの始線16aとが接続されている。

【0067】

第1W相中間バスバー43Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第1W相中間バスバー43Wは、2つの第1W相コイル接続端子51Wと、これら2つの第1W相コイル接続端子51Wを接続する第1渡り部53Wと、により構成されている。

20

2つの第1W相コイル接続端子51Wは、それぞれ第1W相コイル161Waの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第1W相コイル161Wbの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第1W相コイル接続端子51Wには、それぞれ第1W相コイル161Waの終線16bと第1W相コイル161Wbの始線16aとが接続されている。

【0068】

第2U相中間バスバー44Uは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第2U相中間バスバー44Uは、2つの第2U相コイル接続端子52Uと、これら2つの第2U相コイル接続端子52Uを接続する第2渡り部54Uと、により構成されている。

30

2つの第2U相コイル接続端子52Uは、それぞれ第2U相コイル162Uaの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第2U相コイル162Ubの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第2U相コイル接続端子52Uには、それぞれ第2U相コイル162Uaの終線16bと第2U相コイル162Ubの始線16aとが接続されている。

【0069】

第2V相中間バスバー44Vは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第2V相中間バスバー44Vは、2つの第2V相コイル接続端子52Vと、これら2つの第2V相コイル接続端子52Vを接続する第2渡り部54Vと、により構成されている。

40

2つの第2V相コイル接続端子52Vは、それぞれ第2V相コイル162Vaの終線16bの端部が配置されている箇所の真上と第2V相コイル162Vbの始線16aの端部が配置されている箇所の真上に配置されている。そして、2つの第2V相コイル接続端子52Vには、それぞれ第2V相コイル162Vaの終線16bと第2V相コイル162Vbの始線16aとが接続されている。

【0070】

このように、3層にそれぞれ所定のバスバー21U～44Wを配置することにより、図5に示すように、各コイル16の始線16a及び終線16bが接続可能なように全周に各

50

コイル接続端子 2 3 U ~ 5 2 W が配置されたバスバーユニット 5 が構成される。

【 0 0 7 1 】

図 9 は、各相のコイル 1 6 及びバスバーユニット 5 を展開した図である。

同図に示すように、コイル 1 6 の始線 1 6 a の長さを終線 1 6 b の長さよりも長く設定することにより（図 3 参照）、各バスバー 2 1 U ~ 4 4 W の各コイル接続端子 2 3 U ~ 5 2 W の位置と、対応するコイル 1 6 の始線 1 6 a の端部及び終線 1 6 b の端部の位置と、が所定量だけ周方向にずれる。

【 0 0 7 2 】

ここで、各コイル接続端子 2 3 U ~ 5 2 W と対応するコイル 1 6 の始線 1 6 a との周方向のずれ量、及び各コイル接続端子 2 3 U ~ 5 2 W と対応するコイル 1 6 の終線 1 6 b との周方向のずれ量は、それぞれ同一のずれ量に設定されている。換言すれば、このずれ量が全て同一になるように、各コイル 1 6 の始線 1 6 a の長さ、及び終線 1 6 b の長さが設定されているとも言える。このため、コイル 1 6 の始線 1 6 a 及び終線 1 6 b は全て同一方向で、且つ同じように斜めに引き回される。

10

【 0 0 7 3 】

図 1 0 は、コイル 1 6 の結線図である。

同図に示すように、バスバーユニット 5 によって、コイル 1 6 は、2 系統の 3 相（U 相、V 相、W 相）構造となるようにスター結線方式にて結線される。また各系統において、同相となるコイル 1 6 は、直列に結線される。

【 0 0 7 4 】

20

このように、上述の第 1 実施形態では、1 2 個のティース部 3 3（1 2 個のスロット 1 7）を有し、これらティース部 3 3 に集中巻方式によりコイル 1 6 が巻回され、さらに回転軸 7（回転軸線 L 1、中心軸線 L 2）を中心に、同一系統の 2 つの同一相のコイル 1 6 が対向配置（点対称配置）されたステータ 2 を備えたブラシレスモータ 1 において、コイル 1 6 の始線 1 6 a の長さを、終線 1 6 b の長さよりも長く設定している。このため、各バスバー 2 1 U ~ 4 4 W の各コイル接続端子 2 3 U ~ 5 2 W の位置と、対応するコイル 1 6 の始線 1 6 a の端部及び終線 1 6 b の端部の位置と、を所定量だけ周方向にずらすことができる。これにより、各バスバー 2 1 U ~ 4 4 W の各渡り部 2 7 U ~ 5 4 W の周方向の長さ（配線長さ）を短く設定できる。この結果、バスバーユニット 5 を 3 層に分けるだけで全てのバスバー 2 1 U ~ 4 4 W を配置できる。すなわち、従来と比較してバスバーユニットを構成するバスバーの積層数を減少させることができる。

30

【 0 0 7 5 】

また、各コイル 1 6 は、それぞれ始線 1 6 a が全て同一長さに設定されていると共に、終線 1 6 b が全て同一長さに設定されている。このため、各始線 1 6 a や各終線 1 6 b を引き回す際、束ね易くすることができる。

さらに、バスバーユニット 5 の各層において、同層に配置されているバスバー 2 1 U ~ 4 4 W の形状をできる限り同一にすることができる。

【 0 0 7 6 】

すなわち、バスバーユニット 5 の 1 層目において（図 6 参照）、第 1 U 相バスバー 2 1 U と第 2 U 相バスバー 2 2 U とをほぼ同一の形状とすることができる。換言すれば、第 1 U 相バスバー 2 1 U と第 2 U 相バスバー 2 2 U とを任意の径方向の直線を中心にして線対称な形状とすることができる。

40

また、バスバーユニット 5 の 1 層目において、第 1 V 相バスバー 2 1 V と第 2 W 相バスバー 2 2 W とをほぼ同一の形状とすることができる。換言すれば、第 1 V 相バスバー 2 1 V と第 2 W 相バスバー 2 2 W とを任意の径方向の直線を中心にして線対称な形状とすることができる。

【 0 0 7 7 】

さらに、バスバーユニット 5 の 2 層目において（図 7 参照）、第 1 中性点バスバー 4 1 と第 2 中性点バスバー 4 2 とをほぼ同一の形状とすることができる。換言すれば、第 1 中性点バスバー 4 1 と第 2 中性点バスバー 4 2 とを任意の径方向の直線を中心にして線対称

50

な形状とすることができる。

そして、バスバーユニット5の3層目において(図8参照)、各中間バスバー43U, 43V, 43W, 44U, 44Vの形状を、ほぼ同一にすることができる。

【0078】

また、各分割コア30において、ティース部33にコイル16を巻回する際、自身のコイル16によってティース部33に固定される始線16aを、終線16bよりも長く設定している。ここで、コイル16の端末部(始線16a、終線16b)の長さが長くなると、この分、寸法管理も煩わしいものとなるが、ティース部33に確実に固定される始線16aの長さを長く設定することにより、コイル16の端末部の長さ管理を容易化できる。

【0079】

さらに、各バスバー21U~44Wの各コイル接続端子23U~52Wの位置と、対応するコイル16の始線16aの端部及び終線16bの端部の位置と、が所定量だけ周方向にずれている。そして、各コイル接続端子23U~52Wと対応するコイル16の始線16aとの周方向のずれ量、及び各コイル接続端子23U~52Wと対応するコイル16の終線16bとの周方向のずれ量は、それぞれ同一のずれ量に設定されている。このため、コイル16の始線16a及び終線16bは全て同一方向で、且つ同じように斜めに引き回すことができ、このコイル16の引き回し作業を容易化できる。また、ステータ2からバスバーユニット5へコイル16を引き回す箇所の始線16a及び終線16bを束ね易くすることができる、小型化できる。

【0080】

(第2実施形態)

次に、図11~図17に基づいて、第2実施形態について説明する。なお、以下の図では、前述の第1実施形態と同一態様には同一符号を付して説明を省略する。

ここで、第2実施形態のブラシレスモータ201は、電動パワーステアリング装置100に用いられるものである点、略有底円筒状のモータハウジング4と、このモータハウジング4内に内嵌固定された略円筒状のステータ2と、ステータ2の径方向内側に回転自在に配置されたロータ3と、ステータ2の軸方向一端側に配置され、このステータ2に給電を行うためのバスバーユニット205と、を備えている点等の基本的構成は、前述の第1実施形態と同様である。また、ステータ2は、12個の分割コア30を連結してなる点、各分割コア30のティース部33に、コイル16が集中巻方式により巻回されている点等の基本的構成も前述の第1実施形態と同様である。

【0081】

ここで、前述の第1実施形態と第2実施形態との相違点は、第1実施形態のバスバーユニット5と第2実施形態のバスバーユニット205との構成が異なる点、及びこのバスバーユニット205に接続されるコイル16の引き回し方が異なる点である。

【0082】

図11は、分割コア30の斜視図である。

同図に示すように、第2実施形態では、回転軸7(回転軸線L1、中心軸線L2)を中心に対向配置(以下、単に対向配置という)された同一系統で且つ同一相の2つのティース部33に、コイル16が一連に巻回されている。そして、2つのティース部33に架け渡されるコイル16が、2つのティース部33に巻回されたコイル16同士を接続する渡り線コイル216として機能する。渡り線コイル216は、ステータ202のバスバーユニット205側に引きまわられている。また、対向配置された2つのティース部33の何れか一方にコイル16の始線16aが引き出され、他方にコイル16の終線16bが引き出される。

【0083】

図12は、各コイル16の相の割り当てと始線16a、終線16b及び渡り線コイル216の引き回しを説明するための図であって、前述の図4に対応している。

同図に示すように、各系統の各相のコイル16の割り当ては、前述の第1実施形態と同様である。そして、全ての分割コア30を連結すると、合計6本の各相の渡り線コイル2

10

20

30

40

50

16 (第1U相渡り線コイル216U1、第1V相渡り線コイル216V1、第1W相渡り線コイル216W1、第2U相渡り線コイル216U2、第2V相渡り線コイル216V2、第2W相渡り線コイル216W2)がステータ202のバスバーユニット205側に引き回される。また、各分割コア30からそれぞれ1つつつコイル16の始線16a又は終線16bの何れかが引き出される。

【0084】

(バスバーユニット)

図13は、バスバーユニット205の平面図である。図14は、1層目のバスバーユニット205のパターン配置図である。図15は、2層目のバスバーユニット205のパターン配置図である。図16は、3層目のバスバーユニット205のパターン配置図である。

10

図13～図16に示すように、バスバーユニット5は略円環状に形成された3層構造とされ、複数のバスバー221U～242を有している。そして、各層にそれぞれ所定のバスバー221U～242が配置されている。また、バスバーユニット5は、各層に配置された各バスバー221U～242の絶縁距離を確保すると共に、各バスバー221U～242を3層に分けて配置した状態で保持する樹脂製のバスバーホルダ220を備えている。このバスバーホルダ220が、略円環状に形成されている。

【0085】

図14に示すように、バスバーユニット205の1層目には、第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wと、第2系統の第2V相電源バスバー222V、及び第2W相電源バスバー222Wと、が互いに絶縁距離を確保した状態で配置されている。

20

第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wは、軸方向からみてバスバーホルダ220の半円分に集約配置されている。また、第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものであり、それぞれ別個に構成されている。

【0086】

そして、第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wは、それぞれ径方向外側に向かって突出する第1U相コイル接続端子223U、及び第1W相コイル接続端子223Wと、軸方向に沿ってターミナルユニット70側に向かって突出する第1U相給電端子225U、及び第1W相給電端子225Wと、これらコイル接続端子223U、223Wと給電端子225U、225Wとを接続する第1U相渡り部227U、及び第1W相渡り部227Wと、により構成されている。

30

【0087】

第1U相コイル接続端子223Uは、第1U相コイル161Uaの始線16aの端部が配置された箇所ほぼ真上に配置され、この第1U相コイル161Uaの始線16aの端部が接続される。

第1W相コイル接続端子223Wは、第1W相コイル161Waの始線16aの端部が配置された箇所ほぼ真上に配置され、この第1W相コイル161Waの始線16aの端部が接続される。

40

【0088】

第1U相給電端子225U、及び第1W相給電端子225Wは、後述する第1V相給電端子225Vと共に、近接して並んで配置されている。第1U相給電端子225U、及び第1W相給電端子225Wは、ターミナルユニット70のそれぞれ対応するターミナル72の他端に接続される。

第1U相渡り部227U、及び第1W相渡り部227Wは、バスバーホルダ20の形状に沿って軸方向からみて円弧状に形成されている。第1U相渡り部227U、及び第1W相渡り部227Wは、それぞれ周長が異なっている。

【0089】

一方、第2系統の第2V相電源バスバー222V、及び第2W相電源バスバー222W

50

は、第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wが配置されている箇所とは反対側のバスバーホルダ220の半円分に集約配置されている。第2系統の第2V相電源バスバー222V、及び第2W相電源バスバー222Wは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものであり、それぞれ別個に構成されている。

【0090】

第2系統の第2V相電源バスバー222V、及び第2W相電源バスバー222Wの基本的構成は、第1系統の第1U相電源バスバー221U、及び第1W相電源バスバー221Wと同様であり、接続されるコイル16が異なるだけである。

すなわち、第2系統の第2V相電源バスバー222Vは、第2V相コイル接続端子224Vと、第2V相給電端子226Vと、第2V相渡り部228Vと、を備えている。また、第2W相電源バスバー222Wは、第2W相コイル接続端子224Wと、第2W相給電端子226Wと、第2W相渡り部228Wと、を備えている。

【0091】

第2V相コイル接続端子224Vには、第2V相コイル162Vaの始線16aの端部が接続される。

第2W相コイル接続端子224Wには、第2W相コイル162Waの始線16aの端部が接続される。

【0092】

図15に示すように、バスバーユニット205の2層目には、第1系統の第1V相電源バスバー221Vと、第2系統の第2U相電源バスバー222Uと、が互いに絶縁距離を確保した状態で配置されている。

第1系統の第1V相電源バスバー221Vは、軸方向からみて1層目の第1U相給電端子225U、及び第1W相給電端子225Wが配置されている側のバスバーホルダ220の半円分に集約配置されている。また、第1系統の第1V相電源バスバー221Vは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。

【0093】

そして、第1系統の第1V相電源バスバー221Vは、径方向外側に向かって突出する第1V相コイル接続端子223Vと、軸方向に沿ってターミナルユニット70側に向かって突出する第1V相給電端子225Vと、これら第1V相コイル接続端子223Vと第1V相給電端子225Vとを接続する第1V相渡り部227Vと、により構成されている。

第1V相コイル接続端子223Vは、第1V相コイル161Vaの始線16aの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第1V相コイル161Vaの始線16aの端部が接続される。

【0094】

一方、第2系統の第2U相電源バスバー222Uは、軸方向からみて1層目の第2系統の第2V相電源バスバー222V、及び第2W相電源バスバー222Wが配置されている側のバスバーホルダ220の半円分に集約配置されている。また、第2系統の第2U相電源バスバー222Uは、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。

【0095】

第2系統の第2U相電源バスバー222Uの基本的構成は、第1系統の第1V相電源バスバー221Vと同様であり、接続されるコイル16が異なるだけである。

すなわち、第2系統の第2U相電源バスバー222Uは、第2U相コイル接続端子224Uと、第2U相給電端子226Uと、第2U相渡り部228Uと、を備えている。

第2U相コイル接続端子224Uは、第2U相コイル162Uaの始線16aの端部が配置された箇所のほぼ真上に配置されている。第2U相コイル接続端子224Uには、第2U相コイル162Uaの始線16aの端部が接続される。

【0096】

図16に示すように、バスバーユニット205の3層目には、第1系統の第1中性点バスバー241と、第2系統の第2中性点バスバー242と、が互いに絶縁距離を確保した

10

20

30

40

50

状態で配置されている。

【 0 0 9 7 】

第 1 中性点バスバー 2 4 1 は、軸方向からみてバスバーホルダ 2 2 0 の半円分よりもやや短い範囲に配置されている。第 1 中性点バスバー 2 4 1 は、導電性の板状部材にプレス加工を施して形成されたものである。第 1 中性点バスバー 2 4 1 は、径方向外側に向かって突出する各相のコイル接続端子 2 4 5 U , 2 4 5 V , 2 4 5 W (第 1 U 相コイル接続端子 2 4 5 U 、第 1 V 相コイル接続端子 2 4 5 V 、第 1 W 相コイル接続端子 2 4 5 W) と、各相のコイル接続端子 2 4 5 U , 2 4 5 V , 2 4 5 W を接続する第 1 渡り部 2 4 7 と、により構成されている。

【 0 0 9 8 】

第 1 U 相コイル接続端子 2 4 5 U は、第 1 U 相コイル 1 6 1 U b の終線 1 6 b の端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第 1 U 相コイル 1 6 1 U b の終線 1 6 b の端部が接続される。

第 1 V 相コイル接続端子 2 4 5 V は、第 1 V 相コイル 1 6 1 V b の終線 1 6 b の端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第 1 V 相コイル 1 6 1 V b の終線 1 6 b の端部が接続される。

第 1 W 相コイル接続端子 2 4 5 W は、第 1 W 相コイル 1 6 1 W b の終線 1 6 b の端部が配置された箇所のほぼ真上に配置され、この第 1 W 相コイル 1 6 1 W b の終線 1 6 b の端部が接続される。

第 1 渡り部 2 4 7 は、バスバーホルダ 2 0 の形状に沿って軸方向からみて円弧状に形成されている。

【 0 0 9 9 】

一方、第 2 中性点バスバー 2 4 2 は、第 1 中性点バスバー 2 4 1 に対し、任意の径方向に沿う直線を中心に線対称の範囲に配置されている。第 2 中性点バスバー 2 4 2 の基本的構成は、第 1 中性点バスバー 2 4 1 と同様であり、接続されるコイル 1 6 が異なるだけである。

すなわち、第 2 中性点バスバー 2 4 2 は、第 2 U 相コイル接続端子 2 4 6 U 、第 2 V 相コイル接続端子 2 4 6 V 、及び第 2 W 相コイル接続端子 2 4 6 W と、各相のコイル接続端子 2 4 6 U , 2 4 6 V , 2 4 6 W を接続する第 2 渡り部 2 4 8 と、により構成されている。

【 0 1 0 0 】

第 2 U 相コイル接続端子 2 4 6 U には、第 2 U 相コイル 1 6 2 U b の終線 1 6 b の端部が接続される。第 2 V 相コイル接続端子 2 4 6 V には、第 2 V 相コイル 1 6 2 V b の終線 1 6 b の端部が接続される。第 2 W 相コイル接続端子 2 4 6 W には、第 2 W 相コイル 1 6 2 W b の終線 1 6 b の端部が接続される。

【 0 1 0 1 】

このように、3 層にそれぞれ所定のバスバー 2 2 1 , 2 2 2 , 2 4 1 , 2 4 2 を配置することにより、図 1 3 に示すように、各コイル 1 6 の始線 1 6 a 及び終線 1 6 b が接続可能なように各コイル接続端子 2 2 3 U ~ 2 4 6 W が配置されたバスバーユニット 2 0 5 が構成される。

【 0 1 0 2 】

図 1 7 は、各相のコイル 1 6 及びバスバーユニット 2 0 5 を展開した図である。

同図に示すように、同一系統で且つ同一相の 2 つのティース部 3 3 に、コイル 1 6 が一連に巻回され、2 つのティース部 3 3 に架け渡されるコイル 1 6 を渡り線コイル 2 1 6 として機能させる。これにより、バスバーユニット 2 0 5 を構成するバスバー 2 2 1 , 2 2 2 , 2 4 1 , 2 4 2 の個数を減少させつつ、前述の図 1 0 に示すように、コイル 1 6 を、2 系統の 3 相 (U 相、V 相、W 相) 構造となるようにスター結線方式にて結線できる。

【 0 1 0 3 】

このように、上述の第 2 実施形態では、1 2 個のティース部 3 3 (1 2 個のスロット 1 7) を有し、これらティース部 3 3 に集中巻方式によりコイル 1 6 が巻回され、さらに回

10

20

30

40

50

転軸 7 (回転軸線 L 1、中心軸線 L 2) を中心に、同一系統の 2 つの同一相のコイル 1 6 が対向配置 (点対称配置) されたステータ 2 を備えたブラシレスモータ 1 において、同一系統の 2 つの同一相のコイル 1 6 を一連に巻回されている。そして、2 つのティース部 3 3 に架け渡されるコイル 1 6 を、2 つのティース部 3 3 に巻回されたコイル 1 6 同士を接続する渡り線コイル 2 1 6 として機能させている。さらに、この渡り線コイル 2 1 6 を形成することにより、バスバーユニット 2 0 5 を、各相電源バスバー 2 2 1 U ~ 2 2 2 W と各中性点バスバー 2 4 1、2 4 2 とにより構成することができ、バスバーユニット 2 0 5 を 3 層構造にできる。しかも、バスバーユニット 2 0 5 を、配線距離が長くなる同一系統の同一相のコイル 1 6 を結線するために用いずに、各相電源バスバー 2 2 1 U ~ 2 2 2 W と各中性点バスバー 2 4 1、2 4 2 とで構成している。このため、バスバーユニット 2 0 5 自体も小型化できる。この結果、コイルの結線箇所を小型化できる。

10

【 0 1 0 4 】

また、同一系統の 2 つの同一相の各コイル 1 6 と対応する渡り線コイル 2 1 6 とが、一つのコイル 1 6 により一連に形成されるので、同一系統で且つ同一相の巻回作業を、一度に行うことができ、コイル 1 6 の巻回作業の効率化を図ることができる。また、渡り線コイル 2 1 6 の長さが無駄に長くなってしまふことを防止でき、コイル 1 6 の結線箇所をさらに小型化できる。

【 0 1 0 5 】

(第 2 実施形態の変形例)

次に、図 1 8 に基づいて、第 2 実施形態の変形例について説明する。

20

図 1 8 は、第 2 実施形態の変形例における分割コア 3 0 の斜視図であって、前述の第 2 実施形態における図 1 1 に対応している。

ここで、上述の第 2 実施形態では、ステータ 2 0 2 のバスバーユニット 2 0 5 側に、同一系統で且つ同一相の 2 つのティース部 3 3 に架け渡される渡り線コイル 2 1 6 が引きまわれている場合について説明した。しかしながら、図 1 8 に示すように、ステータ 2 0 2 のバスバーユニット 2 0 5 とは反対側に渡り線コイル 2 1 6 を引き回してもよい。

【 0 1 0 6 】

このような場合、渡り線コイル 2 1 6 の巻回数が、バスバーユニット 2 0 5 とは反対側に渡り線コイル 2 1 6 を引き回す分、1 / 2 ターン増加する。しかしながら、同一系統で且つ同一相の 2 つのティース部 3 3 に巻回される 2 つのコイル 1 6 の両方とも 1 / 2 ターンずつ増加することになるので、同一系統で且つ同一相において、磁気的なバランスが保たれる。

30

【 0 1 0 7 】

このように構成することで、前述の第 2 実施形態と同様の効果を奏するのに加え、ステータ 2 0 2 のバスバーユニット 2 0 5 とは反対側に渡り線コイル 2 1 6 を引き回すので、バスバーユニット 2 0 5 と渡り線コイル 2 1 6 とが干渉してしまうことを防止できる。このため、バスバーユニット 2 0 5 と各コイル 1 6 との結線作業を行う際、渡り線コイル 2 1 6 が邪魔になることがなく、バスバーユニット 2 0 5 と各コイル 1 6 との結線作業を容易化できる。

【 0 1 0 8 】

40

なお、上述の第 2 実施形態及び第 2 実施形態の変形例では、同一系統の 2 つの同一相の各コイル 1 6 と対応する渡り線コイル 2 1 6 とが、一つのコイル 1 6 により一連に形成されている場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、各ティース部 3 3 に巻回されるコイル 1 6 と、渡り線コイル 2 1 6 とを別々に形成し、これらコイル 1 6 と渡り線コイル 2 1 6 とを、例えば、圧着端子等を用いて接続する構成としてもよい。このように構成することで、例えば、各ティース部 3 3 を別々の治具に取付けてコイル 1 6 を巻回する等、コイル 1 6 の巻回作業の自由度を高めることができる。

【 0 1 0 9 】

また、本発明は上述の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上述の実施形態に種々の変更を加えたものを含む。

50

例えば、上述の実施形態では、ブラシレスモータ 1 は、電動パワーステアリング装置 100 に用いられるものである場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、ブラシレスモータ 1 を様々な電動駆動装置に用いることが可能である。

【0110】

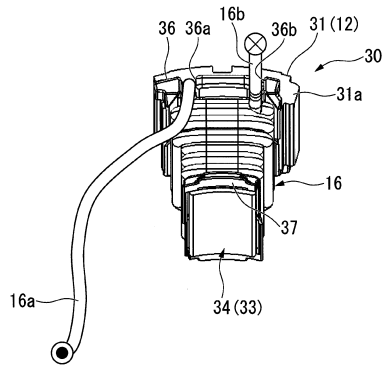
さらに、上述の実施形態では、ステータ 2, 202 を構成する分割コア 30 の個数 M は、12 個である場合について説明した。しかしながら、これに限られるものではなく、分割コア 30 の個数 M は、上記式 (1) を満たすように設定されていけばよい。

【符号の説明】

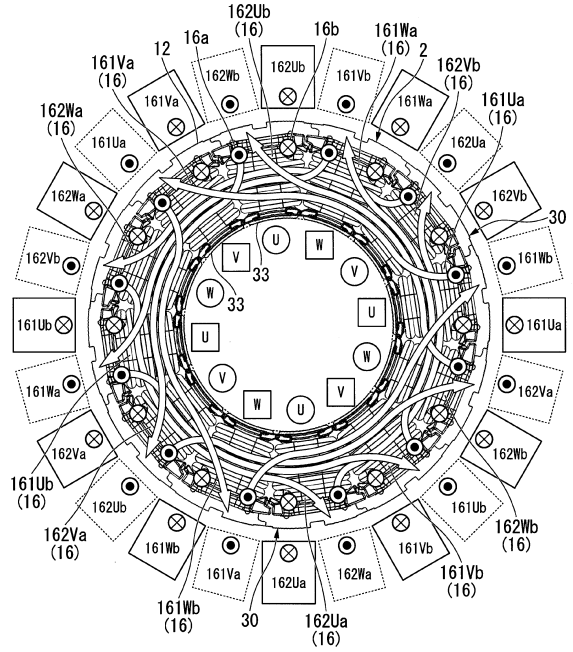
【0111】

1, 201 ...	ブラシレスモータ	10
2, 202 ...	ステータ	
5, 205 ...	バスバーユニット	
16 ...	コイル	
16 a ...	始線	
16 b ...	終線	
21 U, 221 U ...	第 1 U 相電源バスバー (電源用バスバー)	
21 V, 221 V ...	第 1 V 相電源バスバー (電源用バスバー)	
21 W, 221 W ...	第 1 W 相電源バスバー (電源用バスバー)	
22 U, 222 U ...	第 2 U 相電源バスバー (電源用バスバー)	
22 V, 222 V ...	第 2 V 相電源バスバー (電源用バスバー)	20
22 W, 222 W ...	第 2 W 相電源バスバー (電源用バスバー)	
23 U, 223 U ...	第 1 U 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
23 V, 223 V ...	第 1 V 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
23 W, 223 W ...	第 1 W 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
24 U, 224 U ...	第 2 U 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
24 V, 224 V ...	第 2 V 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
24 W, 224 W ...	第 2 W 相コイル接続端子 (始線接続位置)	
33 ...	ティース部	
41, 241 ...	第 1 中性点バスバー (中性点用バスバー)	
42, 242 ...	第 2 中性点バスバー (中性点用バスバー)	30
43 U ...	第 1 U 相中間バスバー (バスバー)	
43 V ...	第 1 V 相中間バスバー (バスバー)	
43 W ...	第 1 W 相中間バスバー (バスバー)	
44 U ...	第 2 U 相中間バスバー (バスバー)	
44 V ...	第 2 V 相中間バスバー (バスバー)	
44 W ...	第 2 W 相中間バスバー (バスバー)	
45 U, 51 U, 245 U ...	第 1 U 相コイル接続端子 (終線接続位置)	
45 V, 51 V, 245 V ...	第 1 V 相コイル接続端子 (終線接続位置)	
45 W, 51 W, 245 W ...	第 1 W 相コイル接続端子 (終線接続位置)	
46 U, 52 U, 246 U ...	第 2 U 相コイル接続端子 (終線接続位置)	40
46 V, 52 V, 246 V ...	第 2 V 相コイル接続端子 (終線接続位置)	
46 W, 52 W, 246 W ...	第 2 W 相コイル接続端子 (終線接続位置)	
100 ...	電動パワーステアリング装置	
101 ...	ステアリング	
161 U a, 161 U b ...	第 1 U 相コイル (コイル)	
161 V a, 161 V b ...	第 1 V 相コイル (コイル)	
161 W a, 161 W b ...	第 1 W 相コイル (コイル)	
162 U a, 162 U b ...	第 2 U 相コイル (コイル)	
162 V a, 162 V b ...	第 2 V 相コイル (コイル)	
162 W a, 162 W b ...	第 2 W 相コイル (コイル)	50

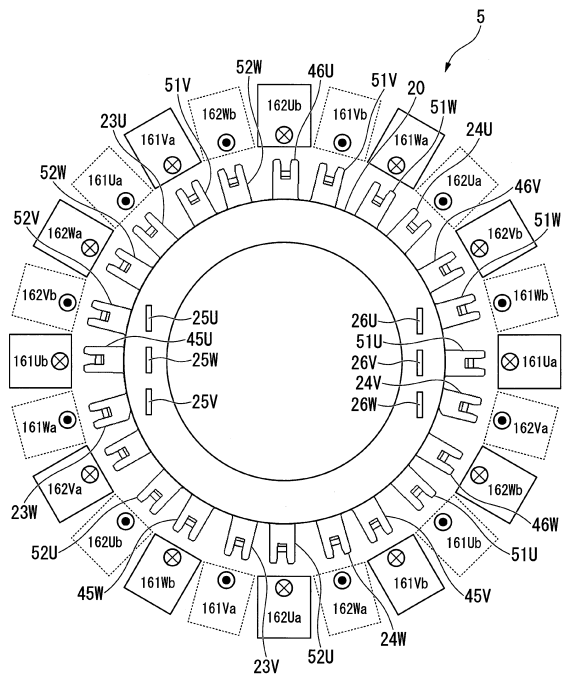
【 図 3 】



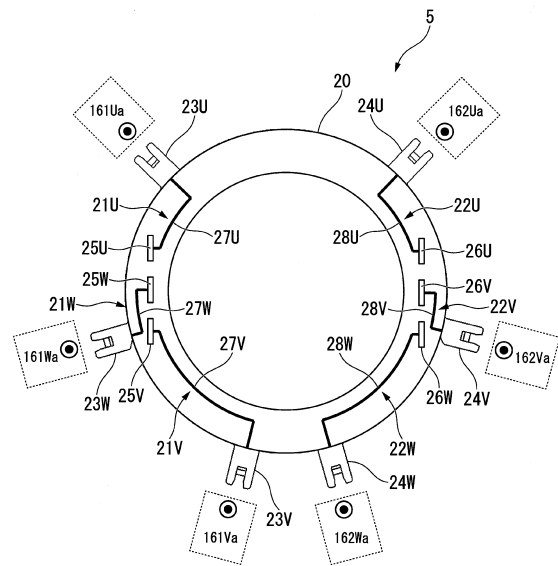
【 図 4 】



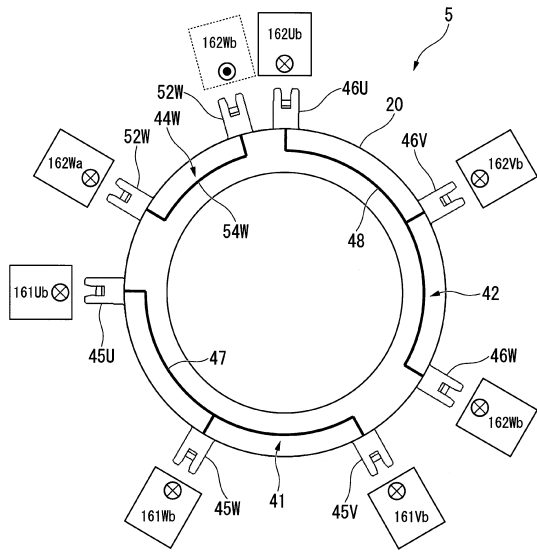
【 図 5 】



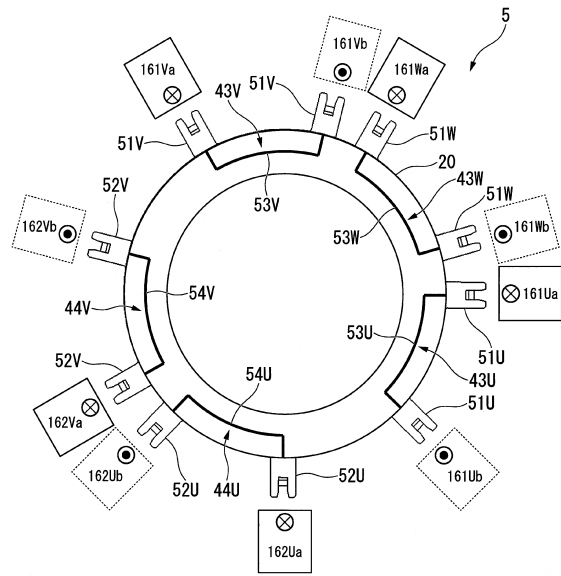
【 図 6 】



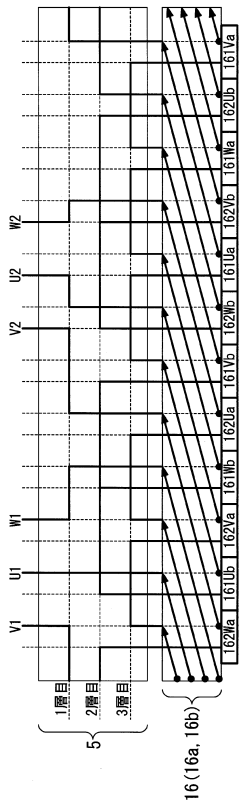
【図7】



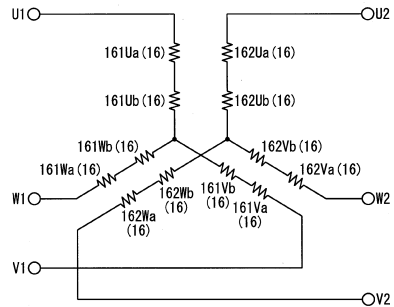
【図8】



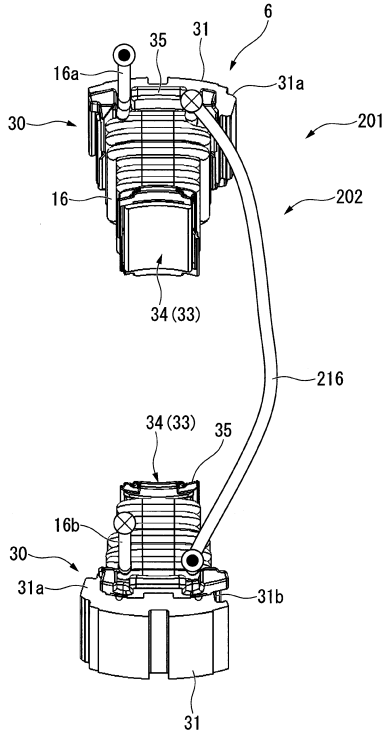
【図9】



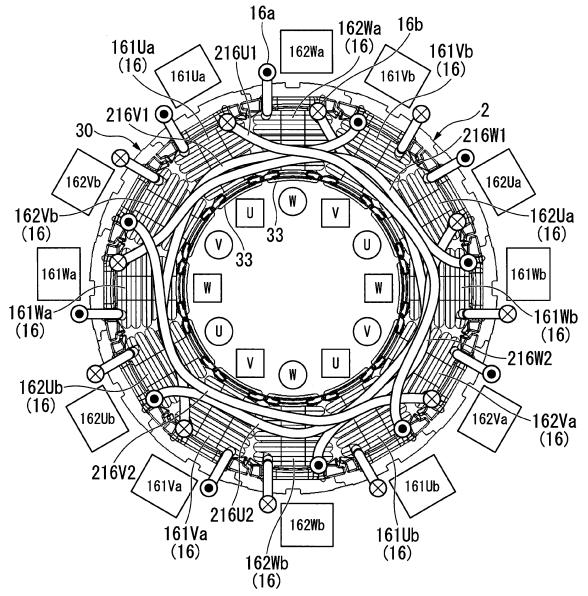
【図10】



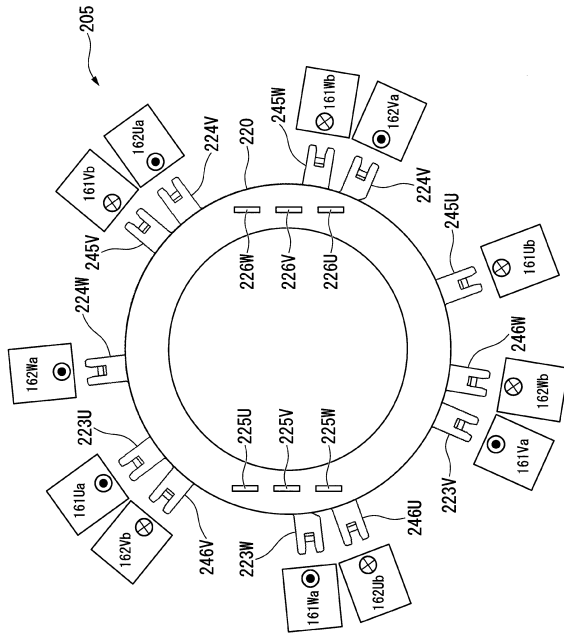
【 図 1 1 】



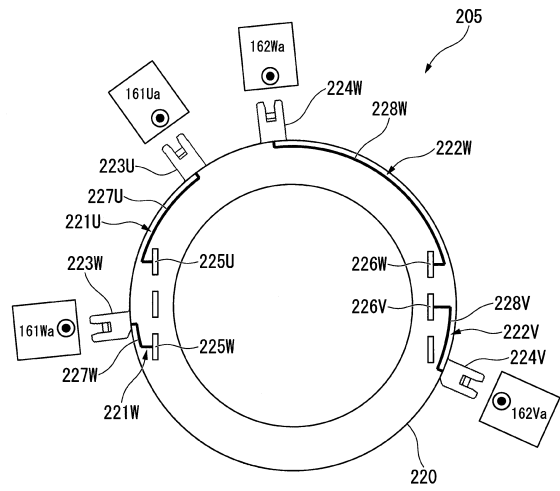
【 図 1 2 】



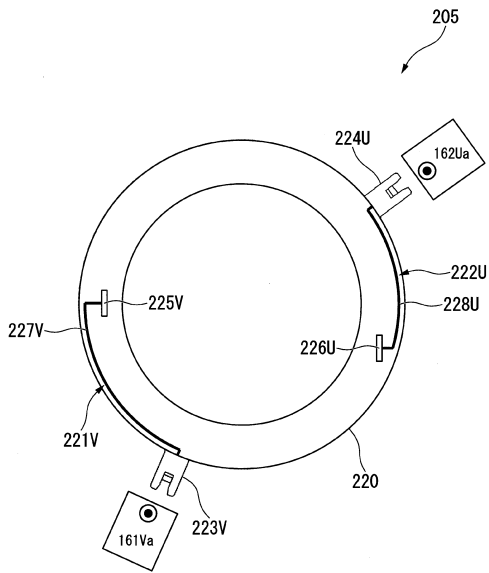
【 図 1 3 】



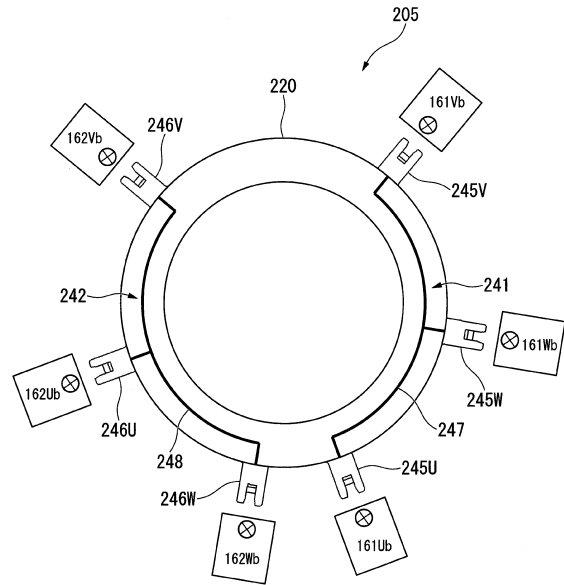
【 図 1 4 】



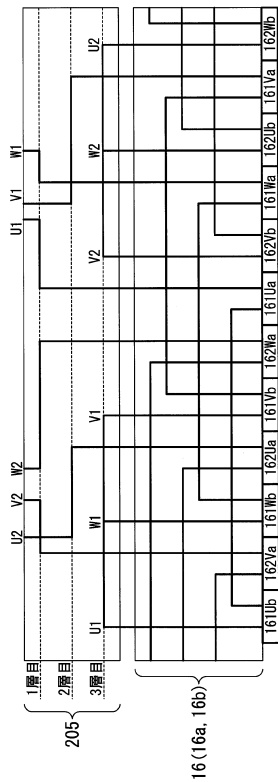
【図15】



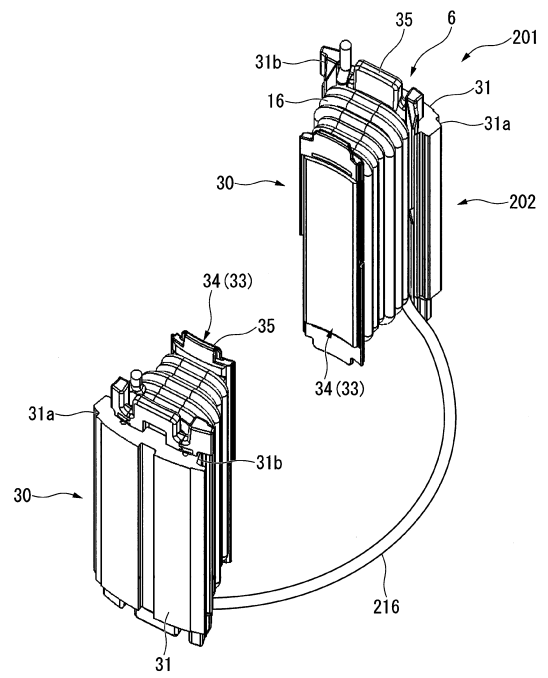
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

審査官 三澤 哲也

(56)参考文献 特開2017-099210(JP,A)
特開2016-101035(JP,A)
特開2016-013000(JP,A)
特開2007-215272(JP,A)
特開2018-133934(JP,A)
特開2004-201364(JP,A)
米国特許出願公開第2017/0133905(US,A1)
中国特許出願公開第105634171(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/52
B62D 5/04
H02K 3/18