

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5278546号
(P5278546)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int. Cl.		F I			
HO2K	3/04	(2006.01)	HO2K	3/04	E
HO2K	3/28	(2006.01)	HO2K	3/28	K

請求項の数 3 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-516587 (P2011-516587)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(86) (22) 出願日	平成21年12月18日(2009.12.18)	(74) 代理人	110000291 特許業務法人コスモス特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/071147	(72) 発明者	渡辺 敦 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87) 国際公開番号	W02011/074114	(72) 発明者	安藤 富士夫 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(87) 国際公開日	平成23年6月23日(2011.6.23)	(72) 発明者	芳賀 正宜 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成23年4月15日(2011.4.15)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ステータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ティースと、該ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、平角導線を用いて形成され前記スロット内に配置されるコイルと、を有するステータにおいて、前記コイルはコイルエンド部にて斜辺と、前記斜辺から前記ステータコアの軸方向上空に突出するよう形成される凸部とを有する形状であり、

前記凸部は、前記コイルが前記ステータコアに配置された際に他のコイルとの干渉を避ける高さであること、

前記コイルのコイルエンド部にはレーンチェンジ部が形成され、隣り合う第1のコイルと第2のコイルとが干渉する第1干渉点P3と、隣り合う第2のコイルと第3のコイルとが干渉する第2干渉点P4との距離であるコイル干渉点距離A1が、前記ステータコアの内周側に配置される前記レーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心と前記ステータコアの外周側に配置される前記レーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心との前記ステータコアの周方向の距離である曲げ中心間距離A以下であることを特徴とするステータ。

【請求項2】

請求項1に記載のステータにおいて、

前記平角導線が複数重ね合わされた状態で、前記凸部及び前記レーンチェンジ部が形成されたものであることを特徴とするステータ。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載のステータにおいて、

前記コイルは同心巻きに巻回され、

前記コイルを円筒状に配置して形成したコイル籠に、分割式とした前記ステータコアを挿入することで形成されることを特徴とするステータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モータの小型化及び高出力化を図るため、ステータの占積率を向上させる技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、ハイブリッドカーや電気自動車などのニーズが高まっており、自動車の駆動力にモータを用いることが検討されている。しかし、モータを車載する為には、高出力化、小型化が要求される。特に、ハイブリッドカーはエンジンルームにモータを配置する関係上、小型化の要求が厳しい。

そのため、従来からモータの小型化、高出力化についてさまざまな検討がなされてきている。

【0003】

特許文献1には、多相型発電装置のステータ枠用導体部に関する技術が開示されている。

ステータコアにアウトースロットを備え、平角導体がスロット内に挿入されるスロット内導線部に平面を規定し、該平面に対して上部から見てほぼU字に、前記平面を含む前方から見た場合波状体に、平角導体を成型して、ステータコアに配設することで、ステータのコイルエンドを短縮し、占積率の向上を図ることが可能となる。

【0004】

特許文献2には、クランク形状の連続巻きコイル、分布巻き固定子及びそれらの成形方法に関する技術が開示されている。

平角導体を六角形に巻回した後、コイルエンドとなる部分にクランク形状を、金型を用いて形成し、該平角導体を固定子コアに配設することで、コイルエンドでのコイル同士の干渉を解決し、ステータの占積率の向上、及び小型化に貢献することが可能となる。

【0005】

特許文献3には、回転電機とその製造方法についての技術が開示されている。

内周側から外周側に向けて巻回したコイルアセンブリを、ステータコアのスロットに挿入する際に、一方のスロットにはコイルの外周側からスロットの外層側に配置されるよう挿入し、他方のスロットにはコイルの内周側からスロットの内周側に配置されるよう挿入することで、分布巻きされたコイルを備えた回転電機において、製造作業を簡略化し、かつスロット内の占積率の向上を図ることが可能となる。

【0006】

特許文献4には、回転電機の固定子及び回転電機についての技術が開示されている。

平角導体を波巻きに配置して複数相を有する巻線コイルが形成され、外周方向から分割したティースを挿入し、該ティースをステータコアの外環部に形成された溝に挿入して固定することで、精度の高いステータコアを形成することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3756516号公報

【特許文献2】特許第4234749号公報

【特許文献3】特開2008-125212号公報

【特許文献4】特開2009-131093号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

しかしながら、特許文献 1 乃至特許文献 4 には以下に説明する課題があると考えられる。

一般的に、集中巻コイルを用いるステータに比べて分布巻キコイルを用いるステータの方が高出力化し易く、コギングトルクの問題を解決しやすい。ただし、特許文献 1 又は特許文献 2 に示されるような分布巻キのコイルを用いたステータを高出力化するために、ステータコアにそなえられるスロットの深さを深くし、かつコイルの巻回数を増やすと、コイル同士の干渉の問題が出てくる。

特許文献 1 や特許文献 2 に示される技術では、隣り合うコイル間の隙間が殆ど無い為、コイルのターン数をこれ以上増やすことが難しいと考えられる。また、平角導体を成形するにあたり、平角導体の曲げ半径に制約がある為、これ以上平角導体の断面積を増やすことも難しいと考えられる。

したがって、更なる高出力化を求めるには特許文献 1 及び特許文献 2 の方法は適さないと考えられる。

【 0 0 0 9 】

特許文献 3 は、具体的なコイルの成形方法が、丸線を内周から外周に向けて平らになるように巻いてコイルを形成した後、コイルのスロットに挿入される部分を把持し、ツイストして成形する方法しか示されておらず、この方法は平角導体を用いるには不向きであると考えられる。

また、平角導体を外周側に積み上げて巻いていくスタイルを用いている為、コイルエンドが大きくなってしまふという問題もあり、ステータの小型化を図るには不向きであると考えられる。

【 0 0 1 0 】

特許文献 4 は、分布巻キに波巻キコイルを用いている。波巻キコイルは平角導体を編み込んでいく必要がある為、複雑な成形を要求されると共に、平角導体全てを平面状で重ねた上で、円環状に巻き取っていく必要がある為に、大きな組み立て装置を必要とする。この為、組み立てが難しく、コストダウンが困難であるという問題がある。

したがって、特許文献 1 乃至特許文献 4 に示される技術より、更にステータの小型化と高出力化を図る為には、更なる工夫が必要であると考えられる。

【 0 0 1 1 】

そこで、本発明はこのような課題を解決するために、小型化及び高出力化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】

【 0 0 1 2 】

前記目的を達成するために、本発明の一態様によるステータは以下のような特徴を有する。

(1) ティースと、該ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、平角導線を用いて形成され前記スロット内に配置されるコイルと、を有するステータにおいて、前記コイルはコイルエンド部にて斜辺と、前記斜辺から前記ステータコアの軸方向上空に突出するよう形成される凸部とを有する形状であり、前記凸部は、前記コイルが前記ステータコアに配置された際に他のコイルとの干渉を避ける高さであること、前記コイルのコイルエンド部にはレーンチェンジ部が形成され、隣り合う第 1 のコイルと第 2 のコイルとが干渉する第 1 干渉点 P 3 と、隣り合う第 2 のコイルと第 3 のコイルとが干渉する第 2 干渉点 P 4 との距離であるコイル干渉点距離 A 1 が、前記ステータコアの内周側に配置される前記レーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心と前記ステータコアの外周側に配置される前記レーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心との前記ステータコアの周方向の距離である曲げ中心間距離 A 以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

(2) (1) に記載のステータにおいて、好ましくは、前記平角導線が複数重ね合わされた状態で、前記凸部及び前記レーンチェンジ部が形成されたものであることを特徴とする

。

【0014】

(3)(1)または(2)に記載のステータにおいて、好ましくは、前記コイルは同心巻きに巻回され、前記コイルを円筒状に配置して形成したコイル籠に、分割式とした前記ステータコアを挿入することで形成されることを特徴とする。

【0015】

(4)(3)に記載のステータにおいて、好ましくは、前記スロットは、U相第1スロット、U相第2スロット、V相第1スロット、V相第2スロット、W相第1スロット、W相第2スロットを第1組とする3相スロットブロックが、順次形成されており、前記第1組の隣に第2組の前記3相スロットブロックが形成され、前記第1組のU相第1スロット内の前記平角導線が、前記第2組のU相第2スロット内の前記平角導線と第1ループを形成していること、前記第1組のU相第2スロット内の前記平角導線が、前記第2組のU相第1スロット内の前記平角導線と第2ループを形成していること、前記第2ループが、前記第1ループの内周に配置されていること、を特徴とする。

10

【0016】

(5)(4)に記載するステータにおいて、好ましくは、前記U相第1スロットから出た前記平角導線が、2スロット分の領域を用いて、レーンチェンジされていること、を特徴とする。

【0017】

(6)(5)に記載するステータにおいて、好ましくは、前記第1ループの一端が、前記第2ループの一端と接続していること、を特徴とする。

20

【0018】

また、前記目的を達成するために、本発明の一態様によるステータ製造方法は以下のような特徴を有する。

(7)ティースと、ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、ステータ内に配置される平角導線とを有するステータの製造方法において、前記平角導線を、複数重ね合わされて周回させて八角形状コイルとする第1工程と、前記八角形状コイルのコイルエンド部に一对の凸部を形成する第2工程と、前記凸部が形成されたコイルを円弧状に成形する第3工程と、前記一对の凸部にレーンチェンジ部を形成する第4工程と、を有することを特徴とする。

30

【0019】

(8)(7)に記載のステータ製造方法において、好ましくは、前記第2工程は、固定された前記八角形状コイルの周囲4方向より、押圧機構によって前記八角形状コイルの外周を押し、前記一对の凸部を形成するものであることを特徴とする。

【0020】

(9)(7)又は(8)に記載のステータ製造方法において、好ましくは、前記第3工程は、前記凸部が形成されたコイルを固定し、前記凸部が形成されたコイルの軸方向より曲面を有する金型を押し付けることで、前記凸部が形成されたコイルを円弧状に成形するものであることを特徴とする。

【0021】

(10)(7)乃至(9)のいずれか1つに記載のステータ製造方法において、好ましくは、前記第4工程は、前記円弧状に形成されたコイルの前記一对の凸部を、右側保持金型と左側保持金型で保持し、前記右側保持金型に対して前記左側保持金型をずらすことで、前記レーンチェンジ部を前記一对の凸部に形成するものであることを特徴とする。

40

【0022】

また、前記目的を達成するために、本発明の一態様によるステータ製造装置は以下のような特徴を有する。

(11)ティースと、ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、ステータ内に配置される平角導線とを有するステータを製造するステータ製造装置において、前記平角導線が複数重ね合わされて周回され形成された八角形状コイルを固定するコイ

50

ル固定部と、固定された前記八角形状コイルの周囲4方向より、前記八角形状コイルの外面を押圧する押圧機構と、を備え、前記八角形状コイルに一对の凸部を形成することを特徴とする。

【0023】

(12)(11)に記載のステータ製造装置において、好ましくは、前記凸部が形成されたコイルの両端を固定する固定機構と、前記凸部が形成されたコイルの軸方向より押し付ける曲面を有する金型と、を有し、前記凸部が形成されたコイルを円弧状に形成することを特徴とする。

【0024】

(13)(12)に記載のステータ製造装置において、好ましくは、前記円弧状に形成されたコイルの前記一对の凸部を保持する右側保持金型と左側保持金型と、前記右側保持金型に対して前記左側保持金型をずらす駆動機構と、を備え、前記円弧状に形成されたコイルに前記レーンチェンジ部を前記一对の凸部に形成することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0025】

このような特徴を有する本発明の一態様によるステータにより、以下のような作用、効果が得られる。

上記(1)に記載される発明の態様は、ティースと、ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、平角導線を用いて形成されスロット内に配置されるコイルと、を有するステータにおいて、コイルはコイルエンド部にて斜辺と、斜辺からステータコアの軸方向上空に突出するよう形成される凸部とを有する形状であり、凸部は、コイルがステータコアに配置された際に他のコイルとの干渉を避ける高さとしており、コイルのコイルエンド部にはレーンチェンジ部が形成され、隣り合う第1のコイルと第2のコイルとが干渉する第1干渉点と、隣り合う第2のコイルと第3のコイルとが干渉する第2干渉点との距離であるコイル干渉点距離が、ステータコアの内周側に配置されるレーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心とステータコアの外周側に配置されるレーンチェンジ部の曲げ内周側の曲げ中心とのステータコアの周方向の距離である曲げ中心間距離以下である。

20

【0026】

コイルのコイルエンド部に形成される斜辺から突出する凸部を形成することで、コイルをステータコアに挿入した際にコイル同士の干渉を回避することが容易となり、コイルエンドを短縮することが可能となる。

30

ステータのコイルエンド部では、コイル同士の干渉を避ける必要があるが、コイルはコイルエンド部にて複雑に立体交差することになる。従って、隣り合うコイル同士の干渉を避ける為に凸部を形成し、干渉を回避することで効率的にコイルエンド部の短縮を図ることが可能となる。

例えばコイルを六角形に巻回して構成する場合、コイルエンドには2辺が二等辺三角形を作る形で突出する。この場合、二等辺三角形部分をコイル同士ですれ違うように配置すると、平角導体の厚みの関係でコイル間の距離を必要として、レーンチェンジに幅を必要とする結果となる。しかし、コイルに第1凸部及び第2凸部を設けることで、隣り合うコイル同士の干渉をかわし易くなる。

40

【0027】

また、ステータの構成上、第1ループや第2ループを形成する場合にはエッジワイズ曲げ加工する必要があるが、第1凸部及び第2凸部を設ける場合には、エッジワイズ曲げ方向ではなく厚みの薄い方向に曲げることになるので、曲げ半径が小さく、比較的容易に曲げることができる。

この結果、ステータの設計自由度が高くなり、コイルエンドをそれ程伸ばさずにコイルの端子部分を第1ループ及び第2ループの下をくぐらせて外側に持ってくる等、バスバとの接合のし易さを確保することに貢献することができる。

設計自由度を高くできることは、ステータを製作する工程を簡素化する助けとなり、メリットが高い。

50

【 0 0 2 8 】

また、コイル干渉点距離が曲げ中心距離以下になるように設定することで、第1のコイル、第2のコイル、及び第3のコイルを隣接して並べ、ステータコアのスロット間のピッチを詰めることが可能となる。すなわち、ステータの小型化に貢献することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

上記(3)に記載される発明の態様は、(1)又は(2)に記載のステータにおいて、コイルは同心巻きに巻回され、コイルを円筒状に配置して形成したコイル籠に、分割式としたステータコアを挿入することで形成されるものである。

同心巻きコイルを円筒状に配置してコイル籠を形成し、分割式のステータコアを挿入してステータを形成する手法を採ることで、コイルの設計自由度を向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

上記(4)に記載される態様は、(3)に記載のステータにおいて、スロットは、U相第1スロット、U相第2スロット、V相第1スロット、V相第2スロット、W相第1スロット、W相第2スロットを第1組とする3相スロットブロックが、順次形成されており、第1組の隣に第2組の3相スロットブロックが形成され、第1組のU相第1スロット内の平角導線が、第2組のU相第2スロット内の平角導線と第1ループを形成していること、第1組のU相第2スロット内の平角導線が、第2組のU相第1スロット内の平角導線と第2ループを形成していること、第2ループが、第1ループの内周に配置されるというものである。

【 0 0 3 1 】

平角導線を第1ループと第2ループを有する2重コイルとすることで、レーンチェンジ部分の余裕を多くとることが可能となる。

平角導体でループを形成したコイルをステータコアに挿入する場合、特許文献1及び特許文献2に示されているように、平角導体をステータコアの端面に平面的に並べることになる。この場合、ステータコアの端面は面積に限られる為、コイルのターン数を多くする為に平角導体の数を増やすことは難しい。そして、コイルを分布巻きとして構成する場合、同心巻きのコイル同士が干渉する為、コイルエンド部にレーンチェンジ部分を必要とする。このレーンチェンジ部で、コイルの幅は問題となりやすい。

【 0 0 3 2 】

そこで、本発明の構成のように第1ループの内周側に第2ループを形成する2重コイルの構造とすることで、ステータコアの端面を立体的に利用することができる。この結果、コイルのターン数を増やすことが可能で、ターン数が増えた場合にもレーンチェンジ部において隣り合うコイル同士の干渉を防ぐことが可能となる。

コイルの第1ループと第2ループを重ねて2重のコイルを形成しているため、コイルエンドの厚みをそれ程増やすことなく、スロットの深いステータコアを採用することが可能となる。その結果、ステータの占積率の向上と小型化の要求を満足することが可能となる。

【 0 0 3 3 】

また、上記(5)に記載される発明の態様は、(4)に記載するステータにおいて、U相第1スロットから出た平角導線が、2スロット分の領域を用いて、レーンチェンジされるというものである。

レーンチェンジは、コイルに同心巻きを採用し、分布巻きステータを構成する以上、必須となる。これは、前述通り同心巻きコイルを複数のスロットを跨いで挿入する為、隣り合うコイル同士で干渉する部分ができ、それを回避する必要がある為である。

具体的に言えば、スロット内に挿入される平角導体をスロット内導線部と定義すると、一方のスロット内導線部が第1組のU相第1スロットに挿入されるU相のコイルの第1ループは、他方のスロット内導線部が第2組のU相第2スロットに挿入される。そして、そ

10

20

30

40

50

の隣に来るのは、一方のスロット内導線部が第1組のV相第1スロットに挿入され、他方のスロット内導線部が第2組のV相第2スロットに挿入されたV相のコイルの第1ループである。

【0034】

前述したV相のコイルの第1ループは、第1組のU相第1スロットに挿入される部分において、前述したU相のコイルの第1ループの下側に、第2組のU相第2スロットに挿入される部分において、前述したU相コイルの第1ループの上側に来る必要がある。更に細かく言えば、第1ループと第2ループは2重構造となっているので、一方は(第1組のV相第2スロットのコイルエンド側)、上から(ステータコア端面から遠い方から)順に、U相第1ループ、U相第2ループ、V相第1ループ、V相第2ループとなり、他方は(第2組のU相第1スロットのコイルエンド)、上から(ステータコア端面から遠い方から)順に、V相第1ループ、V相第2ループ、U相第1ループ、U相第2ループとなる。

10

このように必要となるレーンチェンジ部分は、ステータコアの端面に平面的に平角導体が配置されると1スロット分しか使用できない。しかし、本発明では2重コイルとすることで、このレーンチェンジ部分が2倍の2スロット分使用することが可能であり、曲げ半径の関係で極力広い幅を用意することが好ましい。

ここでいう「2スロット分の領域」とは、スロットとティースを1スロット分としてスロット2つとティース2つ分の幅のことを指している。

これは、占積率を上げる為には平角導体の断面積を大きくすることが有効であるため、断面積が大きくなれば相対的に曲げ半径も大きくなるからである。このため、本発明によって占積率の高いステータを構成することが可能となる。

20

【0035】

また、上記(6)に記載される発明の態様は、(5)に記載するステータにおいて、第1ループの一端が、第2ループの一端と接続しているというものである。

コイルの第1ループと第2ループを接続することで、ステータコアにコイルを配設した後にバスバを接続する必要がなくなる。つまり、第1ループと第2ループの単体同士を、事前に接続することが可能となり、バスバの数の削減及びバスバ接続時の作業スペースの向上を図ることが可能となる。

コイルエンドでのバスバ接続は、コイルを電氣的に接続する上で必要となる。しかしながら、コイル同士が近接していると接合作業に支障が出るなどの事情もあり、好ましくない。場合によっては片方のコイルの端子部を除けてバスバと接続する必要が出ることも考えられる。

30

しかし、事前に第1ループと第2ループを接続したコイルを、ステータコアに配設する方法を用いることで、作業効率を向上させることが可能となる。

【0036】

また、このような特徴を有する本発明の一態様によるステータ製造方法により、以下のような作用、効果が得られる。

上記(7)に記載の発明の態様は、ティースと、ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、ステータ内に配置される平角導線とを有するステータのステータ製造方法において、平角導線を、複数重ね合わされて周回させて八角形状コイルとする第1工程と、八角形状コイルのコイルエンド部に一對の凸部を形成する第2工程と、凸部が形成されたコイルを円弧状に成形する第3工程と、一對の凸部にレーンチェンジ部を形成する第4工程と、を有するものである。

40

このような構成を採ることで、凸部を有するコイルを形成することが可能となり、このコイルをステータコアに配設することで占積率が高く、コイルエンドの短いステータを形成可能となる。凸部を有する2重コイルを用いた場合でも同じようにコイルエンドの短縮に寄与することができる。

つまり、ステータの高出力化、小型化に貢献することが可能となる。

【0037】

また、上記(8)に記載される発明の態様は、(7)に記載のステータ製造方法におい

50

て、第2工程は、固定された八角形状コイルの周囲4方向より、押圧機構によって八角形状コイルの外면을押圧し、一对の凸部を形成するものである。

八角形状コイルは、銅やアルミニウムなど熱伝導性の良い金属で形成されるケースが多く、これらの金属は加工が容易である。したがって、八角形状コイルを形成した後、ベースに固定し、押圧機構で凸部となる部分の両脇を押圧することで、一对の凸部を形成することが可能となる。

【0038】

また、上記(9)に記載される発明の態様は、(7)又は(8)に記載のステータ製造方法において、第3工程は、凸部が形成されたコイルを固定し、凸部が形成されたコイルの軸方向より曲面を有する金型を押し付けることで、凸部が形成されたコイルを円弧状に形成するものである。

10

曲面を有する金型を押し付け、凸部が形成されたコイルを変形させることで、同じ形状の円弧状に形成されたコイルを得ることが可能である。コイルは同一形状のものを重ねてコイル籠を形成していく関係上、重なる部分は精度良く同じ形状であることが望ましい。金型を用いることで、このようなコイルを実現することが可能となる。

【0039】

また、上記(10)に記載される発明の態様は、(7)乃至(9)のいずれか1つに記載のステータ製造方法において、第4工程は、円弧状に形成されたコイルの一对の凸部を、右側保持金型と左側保持金型で保持し、右側保持金型に対して左側保持金型をずらすことで、レーンチェンジ部を一对の凸部に形成するものである。

20

レーンチェンジ部の形成に関しても、右側保持金型と左側保持金型をずらすように力を加えることで、一对の凸部にレーンチェンジ部を形成することが可能となる。コイルは重ねてコイル籠を形成する関係上、レーンチェンジ部の精度よりもより重なる部分の精度が高い方がメリットは高い。右型保持金型と左側保持金型とでコイルを保持することでコイル籠を形成する際に重なる部分の精度を高くすることができる。

【0040】

また、このような特徴を有する本発明の一態様によるステータ製造装置により、以下のような作用、効果が得られる。

上記(11)に記載される発明の態様は、ティースと、ティースの間に形成されたスロットとを備えるステータコアと、ステータ内に配置される平角導線とを有するステータを製造するステータ製造装置において、平角導線が複数重ね合わされて周回され形成された八角形状コイルを固定するコイル固定部と、固定された八角形状コイルの周囲4方向より、八角形状コイルの外면을押圧する押圧機構と、を備え、八角形状コイルに一对の凸部を形成するものである。

30

【0041】

コイル固定部と八角形状コイルの外면을押圧する押圧機構を備えているので、前述のステータ製造方法における第2工程を実現し、八角形状コイルの外形を変形することが可能となる。前述のステータを形成する為には、第1ループのコイルエンド部に第1凸部、第2ループのコイルエンド部に第2凸部が形成されている必要がある。上記構成を備えていることで、このような第1凸部または第2凸部を容易に形成することが可能となる。

40

【0042】

また、上記(12)に記載の発明の態様は、(11)に記載のステータ製造装置において、凸部が形成されたコイルの両端を固定する固定機構と、凸部が形成されたコイルの軸方向より押し付ける曲面を有する金型と、を有し、凸部が形成されたコイルを円弧状に形成するものである。

曲面を有する金型を用いることで、凸部が形成されたコイルを円弧状に形成することができ、前述の(7)に記載の第3工程を実現することができる。

【0043】

また、上記(13)に記載の発明の態様は、(12)に記載のステータ製造装置において、円弧状に形成されたコイルの一对の凸部を保持する右側保持金型と左側保持金型と、

50

右側保持金型に対して左側保持金型をずらす駆動機構と、を備え、円弧状に形成されたコイルにレーンチェンジ部を一对の凸部に形成するものである。

円弧状に形成されたコイルを重ねる為には、隣り合うコイルとの干渉を避ける必要がある。レーンチェンジ部をコイルに形成することで、(1)に記載の発明と同様にコイルエンドの短いステータを形成することが可能となる。また、駆動機構と右側保持金型と左側保持金型を用いて、力を加えることで、円弧状に形成されたコイルのコイルエンド側上下にそれぞれ1カ所ずつ同じ位置にレーンチェンジ部を形成することが可能となる。この構成によって(10)に記載の第4工程の実現を可能としている。

【図面の簡単な説明】

【0044】

10

【図1】第1実施形態の、ステータの斜視図である。

【図2】第1実施形態の、凸部形成コイルの斜視図である。

【図3】第1実施形態の、凸部形成コイルの下面視図である。

【図4】第1実施形態の、コイル凸部成形治具の上面視図である。

【図5】第1実施形態の、コイル凸部成形治具を用いて成形した状態の上面視図である。

【図6】第1実施形態の、円弧変形治具の側面図である。

【図7】第1実施形態の、円弧変形治具を用いてコイルを成形した状態の側面図である。

【図8】第1実施形態の、レーンチェンジ部形成治具に関する側面図である。

【図9】第1実施形態の、レーンチェンジ部形成治具によってコイルにレーンチェンジ部を形成した状態の側面図である。

20

【図10】第1実施形態の、ステータコアに形成されたU相コイルを示した平面模式図である。

【図11】凸部を設けなくてコイル同士の干渉を回避したステータの斜視図である。

【図12】第2実施形態の、片凸部形成コイルの斜視図である。

【図13】第2実施形態の、片凸部形成コイルを用いたステータの側面図である。

【図14】第2実施形態の、片凸部形成コイルを用いたステータの部分斜視図である。

【図15】第3実施形態の、片凸部形成コイルの斜視図である。

【図16】第3実施形態の、片凸部形成コイルを用いたステータの側面図である。

【図17】第4実施形態の、ステータの斜視図である。

【図18】第4実施形態の、2重コイルの斜視図である。

30

【図19】第4実施形態の、2重コイルの上面視図である。

【図20】第4実施形態の、2重コイルを重ね合わせた模式斜視図である。

【図21】第4実施形態の、コイル籠にピースを挿入している様子を示す斜視図である。

【図22】第4実施形態の、コイル籠にピースを挿入した模式図である。

【図23】第4実施形態の、ステータコアに形成されたU相コイルの第1ループを示した平面図である。

【図24】第4実施形態の、ステータコアに形成されたU相コイルの第2ループを示した平面図である。

【図25】第5実施形態の、2重コイルのコイルエンド部分の部分斜視図である。

【図26】第5実施形態の、ステータの部分斜視図である。

40

【図27】第6実施形態の、2重コイルのコイルエンド部分を内周側から見た部分斜視図である。

【図28】第6実施形態の、2重コイルのコイルエンド部分を外周側から見た部分斜視図である。

【図29】第1実施形態との比較のために仮定した、コイル束のレーンチェンジ部の様子を示した模式上面図である。

【図30】第1実施形態との比較のために仮定した、コイル束の側面線図である。

【図31】第1実施形態との比較のために仮定した、コイル束を重ねた模式上面図である。

【図32】第1実施形態との比較のために仮定した、コイルを重ねた側面線図である。

50

【図 3 3】第 1 実施形態との比較のために仮定した、厚みのあるコイル束を重ねた模式上面図である。

【図 3 4】第 1 実施形態との比較のために仮定した、厚みのあるコイル束を重ねた側面図である。

【図 3 5】第 1 実施形態の、凸部形成コイルを重ねた上面視図である。

【図 3 6】第 1 実施形態の、凸部形成コイルを重ねた側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0045】

まず、本発明の第 1 の実施形態について説明をする。

(第 1 実施形態)

図 1 に、第 1 実施形態のステータの斜視図を示す。

ステータ 100 は、凸部形成コイル C O 1 と、分割式ステータコア S C と、アウターリング 50 を有している。なお、図 1 ではレーンチェンジ部を説明する関係で図示していないが、ステータ 100 として形成されるには図 17 に示される端子台 55 やバスバ B B の接続もコイルエンド C E で形成される。

図 2 に、凸部形成コイルの斜視図を示す。

図 3 に、凸部形成コイルの下面視図を示す。図 2 の矢視 A からの図である。

凸部形成コイル C O 1 は、図 2 に示すように平角導体 D がエッジワイズ曲げ加工されて 3 重に巻回され、第 1 端子部 T R a 及び第 2 端子部 T R b が備えられている。

【0046】

また、凸部形成コイル C O 1 には第 1 斜辺 H L R、第 2 斜辺 H R R、第 3 斜辺 H L F、及び第 4 斜辺 H R F が形成され、その延長部に突出してリード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F が形成されている。なお、リード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F の形成についての詳細については、後に説明する。リード側凸部 P R の両側にはリード側右凹部 D R R 及びリード側左凹部 D L R が形成され、反リード側凸部 P F の両側には反リード側右凹部 D R F 及び反リード側左凹部 D L F が形成されている。また、リード側凸部 P R には、リード側レーンチェンジ部 L C R が、反リード側凸部 P F には反リード側レーンチェンジ部 L C F が形成されている。

また、凸部形成コイル C O 1 には分割式ステータコア S C が備えるスロット S C S に挿入される部分となる、第 1 スロット内導線部 S S a 及び第 2 スロット内導線部 S S b も備えられる。

【0047】

分割式ステータコア S C は、電磁鋼板を積層して形成されており、24 個のピース 41 を円筒状に配置した状態で、アウターリング 50 を嵌め込むことで凸部形成コイル C O 1 を保持することができる。

なお、図 1 では分割式ステータコア S C の分割線は敢えて示していないが、分割式ステータコア S C は、内周にスロット S C S 及びティース 43 を交互に備えており、ピース 41 はティース 43 を 2 つ分有するように、スロット S C S の底部で分割された形状となっている。

アウターリング 50 は円筒状の金属体で、内周と分割式ステータコア S C の外周とが嵌合するような寸法で形成されている。アウターリング 50 を分割式ステータコア S C の外周に配設する際には、焼きパメを用いるので、アウターリング 50 の内周は分割式ステータコア S C の外周よりも若干径が小さく設定されている。

【0048】

次に、第 1 実施形態のコイルの形成方法について説明する。

図 4 に、コイル凸部成形治具の上面視図を示す。

図 5 に、コイル凸部成形治具を用いて成形した状態の上面視図を示す。

まず、平角導体 D をエッジワイズ曲げ加工して巻回することで、八角形の素体コイル C 1 を形成する。

そして、素体コイル C 1 をコイル凸部成形治具 J 1 の中心保持具 J 1 1 に挿入する。コ

10

20

30

40

50

イル凸部成形治具 J 1 はコイル固定部に該当する。中心保持具 J 1 1 と凸部ガイド J 1 2 は組み合わせて配置されており、図 4 に示すように、素体コイル C 1 は中心保持具 J 1 1 及び凸部ガイド J 1 2 の周囲を取り囲むように配置される。

【 0 0 4 9 】

コイル凸部成形治具 J 1 には、素体コイル C 1 に凸部形成コイル C O 1 のリード側右凹部 D R R 乃至反リード側左凹部 D L F を形成させる為の、押圧機構に該当する押圧治具 J 1 3 が備えられている。

この押圧治具 J 1 3 を、素体コイル C 1 が中心保持具 J 1 1 及び凸部ガイド J 1 2 に配置されている状態で、ロッド J 1 4 を前進させることで、図 5 に示すように、凹部を形成する。この結果、素体コイル C 1 に凸部形成コイル C O 1 のリード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F が形成された凸部保有コイル C 2 が出来上がる。

10

【 0 0 5 0 】

次に、素体コイル C 1 に凸部を成形した凸部保有コイル C 2 を、円弧状に変形させる工程が必要となる。

図 6 に、円弧変形治具の側面図を示す。

図 7 に、円弧変形治具を用いてコイルを成形した状態を示す。

円弧変形治具 J 2 は、固定側金型 J 2 1 と可動側金型 J 2 2 とシャフト J 2 3 とからなる。

固定側金型 J 2 1 は、ステータ 1 0 0 に配置される際に必要な曲率を凸部形成コイル C O 1 に形成するのに必要な曲面を有している。

20

可動側金型 J 2 2 も同様の曲面を有しており、シャフト J 2 3 に沿って固定側金型 J 2 1 方向に可動可能に構成されている。

【 0 0 5 1 】

可動側金型 J 2 2 は 4 つの部品を備えており、凸部保有コイル C 2 を押さえる固定機構に該当する中央把持部材 J 2 2 c と、凸部保有コイル C 2 を変形させる第 1 曲面形成金型 J 2 2 a と第 2 曲面形成金型 J 2 2 b と、金型ベース J 2 2 d よりなる。

第 1 曲面形成金型 J 2 2 a 及び第 2 曲面形成金型 J 2 2 b は、固定側金型 J 2 1 の曲面とほぼ同じ曲率（厳密には、固定側金型 J 2 1 + 曲面保有コイル C 3 の厚さ分が第 2 曲面形成金型 J 2 2 b の曲率となる）を有しており、凸部保有コイル C 2 の曲げ加工を行うことが可能である。

30

凸部保有コイル C 2 を円弧変形治具 J 2 に挿入した状態で、中央把持部材 J 2 2 c によって凸部保有コイル C 2 を把持し、金型ベース J 2 2 d に固定された、第 1 曲面形成金型 J 2 2 a と第 2 曲面形成金型 J 2 2 b が、金型ベース J 2 2 d ごと固定側金型 J 2 1 に向かって推力を与えられることで、凸部保有コイル C 2 の加工を行う。

その結果、図 7 に示すように凸部保有コイル C 2 を変形して曲面保有コイル C 3 に加工することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

次に、曲面保有コイル C 3 に、第 1 ループコイル 1 0 のリード側レーンチェンジ部 L C R 1 1 及び反リード側レーンチェンジ部 L C F 1 1、第 2 ループコイル 2 0 のリード側レーンチェンジ部 L C R 1 2 及び反リード側レーンチェンジ部 L C F 1 2 を形成する工程について説明する。

40

図 8 に、レーンチェンジ部形成治具に関する側面図を示す。

図 9 に、レーンチェンジ部形成治具によってコイルにレーンチェンジ部を形成した様子を示した側面図を示す。

レーンチェンジ部形成治具 J 3 は、固定側ベース J 3 1、固定側チャック J 3 2、可動側チャック J 3 3 及び可動側ベース J 3 4 を備えている。

固定側ベース J 3 1 は、ベース J 3 5 の上に配置され、固定側ベース J 3 1 に近接する方向に移動可能な固定側チャック J 3 2 と、固定側ベース J 3 1 とで曲面保有コイル C 3 の一端を保持する。

【 0 0 5 3 】

50

可動側チャック J 3 3 及び可動側ベース J 3 4 は、スライドベース J 3 8 にシャフト J 3 6 に貫通されて保持されており、スライドガイド J 3 7 に固定されるスライドベース J 3 8 は、固定側ベース J 3 1 に対して図 8 の左右方向に移動可能な駆動機構を有する構成となっている。また、可動側チャック J 3 3 及び可動側ベース J 3 4 はスライドベース J 3 8 に対して図 8 の上下方向に移動可能に駆動機構が備えられている。

また、可動側チャック J 3 3 と可動側ベース J 3 4 は、曲面保有コイル C 3 の他端を保持可能な構成となっている。

【 0 0 5 4 】

曲面保有コイル C 3 は、図 8 に示されるような状態でレーンチェンジ部形成治具 J 3 に保持され、スライドベース J 3 8 を前進させると同時に、可動側チャック J 3 3 と曲面保有コイル C 3 の他端を把持した可動側ベース J 3 4 とを下降させることで、図 9 に示されるような形状に成形してレーンチェンジ部保有コイル C 4 となる。

レーンチェンジ部保有コイル C 4 は、図 2 に示される凸部形成コイル C O 1 であり、分割式ステータコア S C に組み込みが可能な状態である。

【 0 0 5 5 】

凸部形成コイル C O 1 は、図 3 に示すように 3 つの部分に分類することができる。内周配置部 3 1、外周配置部 3 2、及び突出レーンチェンジ部 3 3 である。突出レーンチェンジ部 3 3 は凸部形成コイル C O 1 ではリード側凸部 P R のリード側レーンチェンジ部 L C R、又は反リード側凸部 P F の反リード側レーンチェンジ部 L C F にあたる部分の総称であるものとする。

この凸部形成コイル C O 1 を籠状に重ねてコイル籠 C B を形成した後、分割式ステータコア S C を挿入していく。

コイル籠 C B の形成過程については後に説明する第 4 実施形態で詳細に説明するので省略する。

【 0 0 5 6 】

コイル籠 C B を形成し分割式ステータコア S C を挿入した状態で、最終的には図 1 に示すように、アウターリング 5 0 を分割式ステータコア S C の外周部分に焼きバメすることで、ステータ 1 0 0 を形成することが可能となる。

図 1 0 に、ステータコアに形成された U 相コイルを示した平面模式図を示す。

ステータ 1 0 0 は U 相、V 相、W 相を一組のブロックとすると、8 組のブロックからなる。第 1 ブロック B 1 は、U 相第 1 スロット U 1 B 1、U 相第 2 スロット U 2 B 1、V 相第 1 スロット V 1 B 1、V 相第 2 スロット V 2 B 1、W 相第 1 スロット W 1 B 1、W 相第 2 スロット W 2 B 1 の 6 つのスロットを有している。

【 0 0 5 7 】

又、第 2 ブロック B 2 は、U 相第 1 スロット U 1 B 2、U 相第 2 スロット U 2 B 2、V 相第 1 スロット V 1 B 2、V 相第 2 スロット V 2 B 2、W 相第 1 スロット W 1 B 2、W 相第 2 スロット W 2 B 2 の 6 つのスロットを有している。

そして、凸部形成コイル C O 1 は、図 1 0 が示す通り、U 相第 1 スロット U 1 B 1 に第 2 スロット内導線部 S S b が挿入され、U 相第 1 スロット U 1 B 2 に第 1 スロット内導線部 S S a が挿入される。つまり、一つのスロット S C S の内周側に第 2 スロット内導線部 S S b が、外周側に第 1 スロット内導線部 S S a が挿入されることになる。

【 0 0 5 8 】

次に、凸部形成コイル C O 1 のリード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F の形成に関する詳細について説明をする。

図 2 9 に、コイル束のレーンチェンジ部の様子を示した模式図を示す。なお、説明の都合上模式的に円筒状に並べられるコイル束を直線展開して示している。

図 3 0 に、コイル束の側面線図を示す。ただし、図 3 0 のコイル C O は説明の都合上、単純化して示している。

コイル C O は、凸部形成コイル C O 1 のコイルエンド C E にリード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F が形成されていないものを想定している。コイル C O は凸部形成コイル C

10

20

30

40

50

01と同様に平角導体Dを3列に巻回したコイルであり、このコイルCOのリード側レーンチェンジ部LCRの部分が図29に示されている。

【0059】

3本の平角導体Dが並べられた状態でリード側レーンチェンジ部LCRが形成されており、コイルCOの幅は導体束厚DWである。そして、曲げ部の内側の半径を内曲げ半径R1とすると、左右のR1の中心間の距離は変曲点距離Aとなる。また、曲げ部外側の半径を外曲げ半径R2とする。リード側レーンチェンジ部LCRは図29に示される通り、第1曲げ中心線BCL1と第2曲げ中心線BCL2の、曲げ中心間の距離である変曲点距離Aの間に形成されていることになる。なお、変曲点距離Aは実際にはステータ100の周方向の距離であるので、実際には直線距離ではないが図29では直線展開しているので直線距離として説明する。

10

コイルCOの側面は図30に示すようにリード側凸部PR又は反リード側凸部PFが形成されておらず、第1斜辺HLRと第2斜辺HRRで構成されている。そして、本来ならば導体厚Wは所定の厚みを必要とするが、図30では説明の都合上、導体厚Wはゼロとしている。第1斜辺HLR及び第2斜辺HRRの角度は、導体厚WとスロットSCS同士のピッチによって決定される。

【0060】

図31に、コイル束を重ねた模式上面図を示す。なお、導体間の線は省略している。また、説明の都合上模式的に円筒状に並べられるコイル束を直線展開して示している。

図32に、コイルを重ねた側面線図を示す。ただし、説明のため第1コイルCOa乃至第3コイルCOcは単純化して示している。

20

コイルCOを重ねた図31には、第1コイルCOa、第2コイルCOb、第3コイルCOcが重ねてられて示されている。第1コイルCOaの内曲げ半径R1の中心と、第2コイルCObの内曲げ半径R1の中心は第1曲げ中心線BCL1上に配置され、第2コイルCObの内曲げ半径R1の中心と、第3コイルCOcの内曲げ半径R1の中心は第2曲げ中心線BCL2上に配置されている。

【0061】

これらを側面から見ると、図32に示すような状態となる。図32は図30同様に、導体厚Wをゼロとして示している。このように導体厚Wがゼロならば、第1コイルCOa乃至第3コイルCOcは近接して並べることが可能だが、実際には導体厚Wの厚みは存在するので、図31のように第1コイルCOa、第2コイルCOb、及び第3コイルCOcを並べることが出来ない。

30

図33に、厚みのあるコイル束を重ねた模式上面図を示す。図31に対応する。

図34に、厚みのあるコイル束を重ねた側面図を示す。図面は単純化してある。

コイルCOには導体厚Wが無いので、コイルCOを並べると、実際には図33及び図34のようになってしまう。第1コイルCOaと第2コイルCObとは平角導体D同士が干渉しないように配置するためには、コイル干渉点距離A1が図29で説明する変曲点距離A以上となるように第1コイルCOaと第2コイルCObを配置する必要がある。この際の、第1コイルCOaの第2斜辺HRRの外周側と、第2コイルCObの第1斜辺HLRの内周側の交点を第1交点P1とする。

40

【0062】

そして、第2コイルCObと第3コイルCOcとは平角導体D同士が干渉しないように配置するためには、コイル干渉点距離A1が変曲点距離A以上となるように第2コイルCObと第3コイルCOcを配置する必要がある。この際の、第2コイルCObの第2斜辺HRRの外周側と、第3コイルCOcの第1斜辺HLRの内周側の交点を第2交点P2とする。

この第1交点P1と第2交点P2との間のコイル干渉点距離A1が変曲点距離A以上にならなければ、第1コイルCOaと第3コイルCOcとの間に第2コイルCObを配置することは出来ない。したがって、図33に示すように、第1コイルCOa乃至第3コイルCOcの配置間隔は間延びしてしまい、コイル中心間距離A2の分だけのピッチを必要と

50

する。この結果、分割式ステータコアSCのスロットSCSのピッチも広げる必要があり、ステータ100を用いたモータの高出力化の妨げとなる。

【0063】

図35に、凸部形成コイルを重ねた上面視図を示す。なお、導体間の線は省略している。また、説明の都合上模式的に円筒状に並べられるコイル束を直線展開して示している。

図36に、凸部形成コイルを重ねた側面図を示す。

そこで、コイルCOにリード側凸部PR及び反リード側凸部PFを形成した凸部形成コイルCO1を用いる。凸部形成コイルCO1の第1斜辺HLRの途中から平角導体Dを立ち上げてリード側凸部PRを形成している。また、リード側凸部PRから平角導体Dを立ち下げて第2斜辺HRRに接続している。このように、コイルエンドCEにリード側凸部PR（反リード側凸部PFも同様に形成する）を形成することで、図35のように第1コイルCOa、第2コイルCOb、及び第3コイルCOcを短縮コイル中心間距離A3として、コイル中心間距離A2よりもコイル間の距離を短くすることが可能となる。短縮コイル中心間距離A3はコイルCOに用いる平角導体Dのサイズにも寄るが、出願人が想定しているケースでは、コイル中心間距離A2の7割程度の距離に抑えることが可能であった。

10

【0064】

なお、リード側凸部PR（又は反リード側凸部PF）の立ち上げ高さは、コイル干渉点距離A1の幅が変曲点距離A以下になるように設定される必要があり、角度と導体厚Wと導体束厚DWに関連して決定されることになる。

20

また、第1コイルCOaの内曲げ半径R1と第2コイルCObの内曲げ半径R1とが第1曲げ中心線BCL1上に並ぶと言う条件を付加しなければ、理論的にコイル干渉点距離A1は変曲点距離A以下に設定することも可能である。

そして、これらの数値の決定は、設計要求により決定されることになる。

【0065】

結局、変曲点距離Aは、凸部形成コイルCO1をレーンチェンジさせるのに必要な寸法であり、凸部形成コイルCO1にリード側凸部PR及び反リード側凸部PFを形成するにあたって、隣り合う凸部形成コイルCO1同士、例えば第1コイルCOaと第2コイルCObとのコイル干渉点距離A1が、内曲げ半径R1の中心点同士の距離となる変曲点距離Aとほぼ等しくなるように（変曲点距離Aは、第1コイルCOaの内曲げ半径R1と第2コイルCObの内曲げ半径R1とが第1曲げ中心線BCL1上に並ぶと言う条件を付加しなければ、前述通り若干詰められる）設計される必要がある。

30

【0066】

第1実施形態のステータ100は上記構成であるので、以下に説明するような作用及び効果を示す。

まず、第1実施形態のステータ100の構成とすることで、コイルエンドCEを短くできる点が挙げられる。

第1実施形態のステータ100は、ティース43と、ティース43の間に形成されたスロットSCSとを備える分割式ステータコアSCと、平角導体Dを用いて形成されスロットSCS内に配置される凸部形成コイルCO1と、を有するステータ100において、凸部形成コイルCO1はコイルエンドCE部にて第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFと、第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFから分割式ステータコアSCの軸方向上空に突出するよう形成されるリード側凸部PRまたは反リード側凸部PFと、を有する形状であり、リード側凸部PRまたは反リード側凸部PFは、凸部形成コイルCO1が分割式ステータコアSCに配置された際に他の凸部形成コイルCO1との干渉を避ける高さとしている。

40

【0067】

凸部形成コイルCO1のコイルエンドCEに、第1斜辺HLR及び第2斜辺HRRを形成しその先端にリード側凸部PRを、また反リード側に第3斜辺HLF及び第4斜辺HR

50

Fを形成し、その先端に反リード側凸部PFを形成することで、凸部形成コイルCO1を重ねた時にコイルエンドCEの干渉を避けることができ、結果的にコイルエンドCEの短縮を図ることが可能となる。

図11に、凸部を設けずにコイル同士の干渉を回避したステータの斜視図を示す。

凸部不形成ステータ200は、コイルエンドCE部で凸部不形成コイルCO2が干渉しないように第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFの角度を決定している。

このため、コイルエンドCEは凸部形成コイルCO1を用いた図1のステータ100よりも長くなっている。

【0068】

凸部不形成コイルCO2の形状を採用した場合、分割式ステータコアSCに形成されるスロットSCSの間隔や平角導体Dの太さ、あるいは分割式ステータコアSCの径などによって、隣り合う凸部不形成コイルCO2との干渉を避ける為に、コイルエンドCEを長くする必要がある。

これは、第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFのように斜辺だけで形成する場合は、コイルエンドCEの自由度が少ない為、第1斜辺HLRと第2斜辺HRR、第3斜辺HLFと第4斜辺HRFが作る角度を鋭角にし、分割式ステータコアSCの端面に対して第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF及び第4斜辺HRFが立つように凸部不形成コイルCO2を形成する必要があるためである。

【0069】

逆に凸部不形成コイルCO2のようなリード側凸部PR及び反リード側凸部PFを設けず、コイルエンドCEを短縮しようとする場合は、図33及び図34に示されるようにスロットSCSのピッチを広くして分割式ステータコアSCの径を大きくするか、スロットSCSの数を減らしてピッチを確保する必要がある。

【0070】

一方、第1斜辺HLR及び第2斜辺HRRから突出するようにリード側凸部PRを形成し、第3斜辺HLF及び第4斜辺HRFから突出するように反リード側凸部PFを形成することで、隣り合う凸部形成コイルCO1が三次元的にお互いに回避できるようになる為、空間を有効に活用することが可能となるからである。

つまり、凸部形成コイルCO1にリード側凸部PR及び反リード側凸部PFを形成することは、分割式ステータコアSCの径を小さくしスロットSCSのピッチを狭くする上では有効に作用する。そして、結果的にコイルエンドCEの短縮に貢献することができる。

なお、具体的なリード側凸部PR及び反リード側凸部PFの寸法に関する説明は前述の通りである。

【0071】

次に、本発明の第2実施形態について説明をする。

(第2実施形態)

第2実施形態のステータ100は、第1実施形態のステータ100の構成とほぼ同じであるが、第1実施形態の凸部形成コイルCO1にあたる第2実施形態の片凸部形成コイルCO3は、凸部形成コイルCO1とはコイルエンドCEの構成が若干異なる。

図12に、第2実施形態の片凸部形成コイルの斜視図を示す。

片凸部形成コイルCO3は、図12に示すように、第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFが形成される。また、第1斜辺HLRの延長上にはリード側凸部PRが形成され、第2斜辺HRRはリード側レーンチェンジ部LCRまで直線状に形成されている。また、第3斜辺HLFの延長上には反リード側凸部PFが形成されて、第4斜辺HRFは反リード側レーンチェンジ部LCFまで直線状に形成されている。

【0072】

つまり、片凸部形成コイルCO3には、リード側凸部PRおよび反リード側凸部PFが斜辺の片側にだけ形成されている為、リード側左凹部DLR及び反リード側左凹部DLF

10

20

30

40

50

は形成されるが、第1実施形態に示すようなリード側右凹部DRR及び反リード側右凹部DRFは形成されない。よって、第2実施形態のコイル凸部成形治具J1の基本構成は第1実施形態と同等であるが、押圧治具J13の配置や個数などを変える必要がある。ただし、基本的な形成過程はほぼ同じであるので説明は省略する。

【0073】

図13に、片凸部形成コイルを用いたステータの側面図を示す。なお、説明の都合上第1端子部TRa及び第2端子部TRbは省略している。

図14に、片凸部形成コイルを用いたステータの部分斜視図を示す。

片凸部形成コイルCO3に設けられたリード側凸部PR及び反リード側凸部PFは、第1実施形態のものと同様働きをする。したがってその効果も同じであり、反リード側凸部PFを片凸部形成コイルCO3に設けることでコイルエンドCE部の短縮を図ることができる。

10

ステータ100の側面図である図13は、ステータ100を外側側面から見た様子を示しており、一方、図14は、ステータ100の内側を示す斜視図を示している。片凸部形成コイルCO3がコイル籠CBを形成して分割式ステータコアSCが配置されることで、コイル籠CBの内周側からは第2斜辺HRRが重なるように見える。また、コイル籠CBの外周側からはリード側凸部PRが連なって配置されるように見える。この状態は反リード側凸部PFについても同じである。

なお、説明は省略するが実際には第1端子部TRa及び第2端子部TRbが形成されており、ステータ100が電氣的に接続される為にはバスバBBで接続する工程を必要とする。

20

【0074】

このようにステータ100を構成することで、隣り合う片凸部形成コイルCO3同士は、立体的にお互いを回避することができる。

ただし、第1実施形態の凸部形成コイルCO1を用いた場合よりも設計自由度が低くなり、第1実施形態のステータ100程はコイルエンドCEの短縮効果が得られない場合がある。同じ分割式ステータコアSCを用いて比べると第1実施形態のステータ100のコイルエンドCEの方が第2実施形態のステータ100のコイルエンドCEに比べて5%程短くなることを出願人は確認している。

もっとも分割式ステータコアSCのスロットSCSのピッチや数、及び平角導体Dの大きさによって短縮効果は変化するので、設計要件によって第1実施形態の構成を用いるか第2実施形態の構成を用いるかを選択すべきである。基本的にはピッチが広がるほど短縮効果は低くなる傾向にある。

30

【0075】

次に、本発明の第3実施形態について説明をする。

(第3実施形態)

第3実施形態のステータ100は、第2実施形態のステータ100の構成とほぼ同じであるが、第2実施形態の片凸部形成コイルCO3にあたる第3実施形態の片凸部形成コイルCO4は、片凸部形成コイルCO3とはコイルエンドCEの構成が若干異なる。

図15に、第3実施形態の片凸部形成コイルの斜視図を示す。

40

片凸部形成コイルCO4は、図15に示すように、第1斜辺HLR、第2斜辺HRR、第3斜辺HLF、及び第4斜辺HRFが形成される。そして、第2斜辺HRRの延長上にはリード側凸部PRが形成され、第1斜辺HLRはリード側レーンチェンジ部LCRまで直線状に形成されている。また、第4斜辺HRFの延長上には反リード側凸部PFが形成され、第3斜辺HLFは反リード側レーンチェンジ部LCFまで直線状に形成されている。

【0076】

つまり、片凸部形成コイルCO4には、リード側凸部PRおよび反リード側凸部PFが斜辺の片側にだけ形成されている為、リード側右凹部DRR及び反リード側右凹部DRFは形成されるが、第1実施形態に示すようなリード側左凹部DLR及び反リード側左凹部

50

D L F は形成されない。これは、第 2 実施形態の片凸部形成コイル C O 3 と逆の形状であるとも言える。よって、コイル凸部成形治具 J 1 の基本構成は第 1 実施形態と同等であるが、第 2 実施形態と同様に第 3 実施形態の押圧治具 J 1 3 の配置や個数などを変える必要がある。ただし、基本的な形成過程はほぼ同じであるので説明は省略する。

【 0 0 7 7 】

図 1 6 に、片凸部形成コイルを用いたステータの側面図を示す。なお、説明の都合上第 1 端子部 T R a 及び第 2 端子部 T R b は省略している。

片凸部形成コイル C O 4 に設けられたリード側凸部 P R 及び反リード側凸部 P F は、第 1 実施形態のものと同様働きをする。したがってその効果も同じであり、片凸部形成コイル C O 4 に反リード側凸部 P F を形成することで、コイルエンド C E 部の短縮を図ることができる。

10

ステータ 1 0 0 の側面図である図 1 6 は、ステータ 1 0 0 を外側から見た様子を示している。片凸部形成コイル C O 4 がコイル籠 C B を形成して分割式ステータコア S C が配置されることで、コイル籠 C B の外周側からは第 2 斜辺 H R R が重なるように見える。また、図示しないコイル籠 C B の内周側からはリード側凸部 P R が連なって配置されるように見える。この状態は反リード側凸部 P F についても同じである。

なお、説明は省略するが実際には第 1 端子部 T R a 及び第 2 端子部 T R b が形成されており、ステータ 1 0 0 が電氣的に接続される為にはバスバ B B で接続する工程を必要とする。

【 0 0 7 8 】

20

このようにステータ 1 0 0 を構成することで、隣り合う片凸部形成コイル C O 4 同士は、立体的にお互いを回避することができる

そして、第 1 実施形態の凸部形成コイル C O 1 よりも設計自由度が低くなる点に置いても第 2 実施形態の片凸部形成コイル C O 3 と同じ事情となっている。

また、リード側レーンチェンジ部 L C R 及び反リード側レーンチェンジ部 L C F の形成位置に影響されて、第 2 実施形態よりも第 3 実施形態の方がコイルエンド C E の短縮効果は低くなる傾向にある。

【 0 0 7 9 】

次に、本発明の第 4 実施形態について説明をする。

(第 4 実施形態)

30

第 4 実施形態のステータ 1 0 0 は、第 1 実施形態のステータ 1 0 0 の構成とほぼ同じであるが、第 4 実施形態の凸部形成コイル C O 1 にあたる第 4 実施形態の 2 重コイル 3 0 は、凸部形成コイル C O 1 とは構成が異なる。

図 1 7 に、第 4 実施形態のステータの斜視図を示す。

図 1 8 に、2 重コイルの斜視図を示す。

図 1 9 に、2 重コイルの上面視図を示す。図 1 8 の上面からの 2 重コイルを示している

。ステータ 1 0 0 は、2 重コイル 3 0 と、分割式ステータコア S C と、アウターリング 5 0 及び端子台 5 5 を有している。なお、図 1 7 の 2 重コイル 3 0 はバスバ B B が接続され、コイルエンド部分が倒された状態である。

40

2 重コイル 3 0 は、図 1 8 に示すように第 1 ループコイル 1 0 と、第 2 ループコイル 2 0 とからなる。第 1 ループコイル 1 0 及び第 2 ループコイル 2 0 は、平角導体 D を巻回して形成されている。

平角導体 D は、矩形断面を有する金属線の周囲に絶縁性の樹脂を塗工したものである。金属線には銅などの導電性の高い金属が用いられており、絶縁性の樹脂にはエナメルや P P S など絶縁性の高い樹脂が用いられている。

【 0 0 8 0 】

第 1 ループコイル 1 0 には、第 1 端子部 T R 1 1 a 及び第 2 端子部 T R 1 1 b が備えられている。また、リード側凸部 P R 1 1 及び反リード側凸部 P F 1 1 が形成されている。リード側凸部 P R 1 1 の両側にはリード側右凹部 D R R 1 1 及びリード側左凹部 D L R 1

50

1が形成され、反リード側凸部PF11の両側には反リード側右凹部DRF11及び反リード側左凹部DLF11が形成されている。また、リード側凸部PR11には、リード側レーンチェンジ部LCR11が、反リード側凸部PF11には反リード側レーンチェンジ部LCF11が形成されている。

また、分割式ステータコアSCが備えるスロットSCSに挿入される部分となる、第1スロット内導線部SS11a及び第2スロット内導線部SS11bも備えている。

【0081】

第2ループコイル20も第1ループコイル10と同様にして、第1端子部TR12a、第2端子部TR12bが備えられており。また、リード側凸部PR12及び反リード側凸部PF12が形成されている。リード側凸部PR12の両側にはリード側右凹部DRR12及びリード側左凹部DLR12が形成され、反リード側凸部PF12の両側には反リード側右凹部DRF12及び反リード側左凹部DLF12が形成されている。また、リード側凸部PR12にはリード側レーンチェンジ部LCR12が、反リード側凸部PF12には反リード側レーンチェンジ部LCF12が形成されている。

また、第1スロット内導線部SS12a、第2スロット内導線部SS12bも形成されている。

【0082】

このような第1ループコイル10の内周側に第2ループコイル20が配置されるように重ねられることで、2重コイル30を構成している。

なお、第1ループコイル10及び第2ループコイル20に形成されるリード側凸部PR11、リード側凸部PR12、反リード側凸部PF11、及び反リード側凸部PF12の形成ロジックに関しては、第1実施形態のリード側凸部PR及び反リード側凸部PFの形成に関するものと同じであるので、その詳細の説明は省略する。

【0083】

分割式ステータコアSCは、電磁鋼板を積層して形成されており、24個のピース41を円筒状に配置した状態で、アウターリング50を嵌め込むことで2重コイル30を保持することができる。

分割式ステータコアSCは、内周にスロットSCS及びティース43を交互に備えており、ピース41はティース43を2つ分有するように、スロットSCSの底部で分割された形状となっている。

アウターリング50は円筒状の金属体で、内周と分割式ステータコアSCの外周とが嵌合するような寸法で形成されている。アウターリング50を分割式ステータコアSCの外周に配設する際には、焼きバメを用いるので、アウターリング50の内周は分割式ステータコアSCの外周よりも若干径が小さく設定されている。

【0084】

端子台55は、ステータ100に備えられる2重コイル30が電氣的に結合された後に、最終的に二次電池などの電源から電力を供給する等の目的で接続される、図示しない外部コネクタとの接続口である。第4実施形態では3相のステータとしているので、接続口は3カ所備えられている。

【0085】

次に、第4実施形態のコイルの形成方法についてであるが、基本的には図4乃至図9を用いて第1実施形態で説明した方法と同じである。

ただし、第4実施形態では第1実施形態の凸部形成コイルCO1と異なり、第1ループコイル10と第2ループコイル20とを重ねた2重コイル30をコイル籠CBに用いている。このため、素体コイルC1は2種類用意する必要がある。

そして、実際には第1ループコイル10に用いる素体コイルC1と第2ループコイル20に用いる素体コイルC1は周長が異なるので、実際には、コイル凸部成形治具J1の中心保持具J11及び凸部ガイドJ12の形状が、第1ループコイル10に用いる素体コイルC1と第2ループコイル20に用いる素体コイルC1では異なるので、それぞれ別の素体コイルC1に合わせた治具を用意するか、可変ガイド機構が必要となる。

10

20

30

40

50

もっとも、コイル凸部成形治具 J 1 の構成はほぼ同じであるので、ここでは便宜上同じものとして扱っている。

【 0 0 8 6 】

形成された第 1 ループコイル 1 0 及び第 2 ループコイル 2 0 は、重ねられて 2 重コイル 3 0 を形成する。

2 重コイル 3 0 は、図 1 9 に示すように 3 つの部分に分類することができる。内周配置部 3 1、外周配置部 3 2、及び突出レーンチェンジ部 3 3 である。突出レーンチェンジ部 3 3 は第 1 ループコイル 1 0 ではリード側凸部 P R 1 1 のリード側レーンチェンジ部 L C R 1 1、又は反リード側凸部 P F 1 1 の反リード側レーンチェンジ部 L C F 1 1 にあたり、第 2 ループコイル 2 0 ではリード側凸部 P R 1 2 のリード側レーンチェンジ部 L C R 1 2 又は反リード側凸部 P F 1 2 の反リード側レーンチェンジ部 L C F 1 2 にあたる部分の総称であるものとする。

10

この 2 重コイル 3 0 を籠状に重ねてコイル籠 C B を形成した後、分割式ステータコア S C を挿入していく。

図 2 0 に、2 重コイルを重ね合わせた模式斜視図を示す。なお、第 1 端子部 T R 1 1 a 及び第 2 端子部 T R 1 1 b、第 1 端子部 T R 1 2 a 及び第 2 端子部 T R 1 2 b は、説明の都合上省略している。

2 重コイル 3 0 A と 2 重コイル 3 0 B は、同じ形状の 2 重コイル 3 0 であり、図 2 0 では突出レーンチェンジ部 3 3 が隣り合うように配置される。したがって、2 重コイル 3 0 A の突出レーンチェンジ部 3 3 の下に、2 重コイル 3 0 B の内周配置部 3 1 が配置される。

20

【 0 0 8 7 】

一方、2 重コイル 3 0 A の内周配置部 3 1 は、2 重コイル 3 0 B の突出レーンチェンジ部 3 3 の下側に配置される。

なお、2 重コイル 3 0 A 及び 2 重コイル 3 0 B の奥に描かれているのは、位置決め治具 J 5 である。位置決め治具 J 5 によって、2 重コイル 3 0 の位置決めを行う。

図 2 1 に、コイル籠にピースを挿入している様子を示す斜視図を示す。図 2 0 と同じく、第 1 端子部 T R 1 1 a 及び第 2 端子部 T R 1 1 b、第 1 端子部 T R 1 2 a 及び第 2 端子部 T R 1 2 b は説明の都合上省略している。

図 2 2 に、コイル籠にピースを挿入した模式図を示す。図 2 2 に示すピースは説明の為に一番上の面だけを示している。

30

コイル籠 C B は、2 重コイル 3 0 を図 2 0 に示すように次々と積層されて形成されたものである。コイル籠 C B には 2 4 組の 2 重コイル 3 0 が重ねられており、その外部からピース 4 1 が差し込まれて、円筒状の分割式ステータコア S C が形成される。

【 0 0 8 8 】

そして、最終的には、図 1 7 に示すように、アウターリング 5 0 を分割式ステータコア S C の外周部分に焼きバメすることで、ステータ 1 0 0 を形成することが可能となる。

コイル籠 C B は、図 2 2 に示すように、第 1 端子部 T R 1 1 a、第 2 端子部 T R 1 1 b、第 1 端子部 T R 1 2 a、及び第 2 端子部 T R 1 2 b が突出して形成されており、アウターリング 5 0 を焼きバメした後、第 1 端子部 T R 1 1 a、第 2 端子部 T R 1 1 b、第 1 端子部 T R 1 2 a 及び第 2 端子部 T R 1 2 b を外側に曲げ、バスバ B B で結合することで、図 1 7 に示すような状態となる。

40

【 0 0 8 9 】

図 2 3 に、ステータコアに形成された U 相コイルの第 1 ループを表した平面模式図を示す。

図 2 4 に、ステータコアに形成された U 相コイルの第 2 ループを表した平面模式図を示す。

ステータ 1 0 0 は U 相、V 相、W 相を一組のブロックとすると、8 組のブロックからなる。第 1 ブロック B 1 は、U 相第 1 スロット U 1 B 1、U 相第 2 スロット U 2 B 1、V 相第 1 スロット V 1 B 1、V 相第 2 スロット V 2 B 1、W 相第 1 スロット W 1 B 1、W 相第

50

2 スロットW 2 B 1 の6つのスロットを有している。

又、第2ブロックB 2は、U相第1スロットU 1 B 2、U相第2スロットU 2 B 2、V相第1スロットV 1 B 2、V相第2スロットV 2 B 2、W相第1スロットW 1 B 2、W相第2スロットW 2 B 2の6つのスロットを有している。

【0090】

そして、2重コイル30の第1ループコイル10U 1は、図23に示す通り、U相第1スロットU 1 B 1に第2スロット内導線部SS 1 1 bが挿入され、U相第2スロットU 2 B 2に第1スロット内導線部SS 1 1 aが挿入される。

一方、2重コイル30の第2ループコイル20U 1は、図24に示す通り、U相第2スロットU 2 B 1に第2スロット内導線部SS 1 2 bが挿入され、U相第1スロットU 1 B 2に第1スロット内導線部SS 1 2 aが挿入される。

10

【0091】

第4実施形態のステータ100は上記構成であるので、以下に説明するような作用及び効果を示す。

まず、ステータ100の高出力化と小型化とを図ることが可能となる。

第4実施形態のステータ100は、ティース43と、ティース43の間に形成されたスロットSCSとを備える分割式ステータコアSCと、平角導体Dを用いて形成されスロットSCS内に配置される2重コイル30と、を有するステータ100において、スロットSCSは、U相第1スロットU 1 B 1、U相第2スロットU 2 B 1、V相第1スロットV 1 B 1、V相第2スロットV 2 B 1、W相第1スロットW 1 B 1、W相第2スロットW 2 B 1を第1ブロックB 1とする3相スロットブロックが、順次形成されており、第1ブロックB 1の隣に第2ブロックB 2の3相スロットブロックが形成され、第1ブロックB 1のU相第1スロットU 1 B 1内の平角導体Dが、第2ブロックB 2のU相第2スロットU 2 B 2内の平角導体Dと第1ループコイル10を形成していること、第1ブロックB 1のU相第2スロットU 2 B 1内の平角導体Dが、第2ブロックB 2のU相第1スロットU 1 B 2内の平角導体Dと第2ループコイル20を形成していること、第2ループコイル20が、第1ループコイル10の内周に配置されるというものである。

20

【0092】

したがって、2重コイル30を用いた同心巻きコイルを用いて分布巻きのステータ100を形成するにあたって、突出レーンチェンジ部33に用いることができる幅を確保することが可能となる。

30

2重コイル30の巻数が多くなる、或いは2重コイル30に用いる平角導体Dの幅が大きくなるにつれて、2重コイル30の突出レーンチェンジ部33は形成しにくくなる傾向にある。ステータ100の占積率を高め、出力の向上を図りたい場合には、この点がネックとなるが、2重コイル30を第1ループコイル10と第2ループコイル20を重ねた構成とすることで、突出レーンチェンジ部33に用いる幅を増やすことが可能となる。

その結果、ステータ100の占積率の向上を図ることができ、高出力化に貢献する。

【0093】

具体的には、突出レーンチェンジ部33を形成する幅は、図23、及び図24等に示すように2スロット分用いている。したがって、2重コイル30の第1ループコイル10及び第2ループコイル20の巻回数を増やすか、平角導体Dの太さを太くすることが可能となる。

40

平角導体Dの最小曲げ半径や、平角導体Dの周囲に設けた絶縁層の損傷等の問題により、突出レーンチェンジ部33の曲げ部分を鋭角に曲げることは好ましくない。そして、突出レーンチェンジ部33にどの程度の幅を使えるかによって、第1ループコイル10及び第2ループコイル20のターン数、又は平角導体Dの太さが決定されてしまう。

しかし、高出力化を狙うには、平角導体Dの太さやターン数の増加は必須であり、突出レーンチェンジ部33に2スロット分用いることができることはメリットが大きい。

【0094】

第4実施形態のステータ100は、1重コイルをステータに用いた場合には、最大でも

50

1 スロット分しかレーンチェンジ部に用いることができないところを、2重コイル30を用いたことで2スロット分まで突出レーンチェンジ部33の形成に幅を持たせることが可能としている。このことは、ステータ100の高出力化を図ることにも貢献するし、設計自由度を高めることにも貢献する。

【0095】

また、第1ループコイル10と第2ループコイル20を重ねて2重コイル30とすることで、上述の通り突出レーンチェンジ部33のスペースを確保できる結果、ステータ100の軸方向にコイルエンドを延長する必要がなくなる。すなわち、コイルエンドCEの短縮に貢献する。

第1端子部TR11a、第2端子部TR11b、第1端子部TR12a、第2端子部TR12b及びこれらと接続するバスバBBについては、図17に示す通り、溶接などの方法により接合した後に、外周方向に倒してしまうので、コイルエンドCEの延長を最小限に抑えることができる。

10

このように、ステータ100のコイルエンドCEを必要以上に大きくすることがない為、小型化の要求を満足することが可能となる。

【0096】

また、第1ループコイル10にリード側凸部PR11、反リード側凸部PF11を設け、第2ループコイル20にリード側凸部PR12、反リード側凸部PF12を設けることで、隣り合うコイルの干渉をかわし易く、コイルエンドCEの長さを抑えることができる。

20

第1ループコイル10及び第2ループコイル20を六角形とし、コイルエンド部に六角形の一頂点部分を持ってくるような構成は、特許文献2等にも用いられているが、コイルエンドを大きくする傾向にある。

これは、隣り合うコイルをかわす為にコイルエンド部に平角導体Dを斜めに立ち上げる必要があるが、このコイルエンドに突出する六角形の一頂点が鈍角に形成されないと、隣り合うコイル同士の距離が遠くなってしまふ為である。

【0097】

一方、第4実施形態の第1ループコイル10及び第2ループコイル20の様に、凸部を設けることで、平角導体Dを立体的にかわすことが可能となる。

具体的には、突出レーンチェンジ部33の下に内周配置部31又は外周配置部32が重ねられ、突出レーンチェンジ部33がコイルエンドCEに並ぶように構成される。

30

その結果、コイルエンドCEを短縮することに貢献することができる。

また、第4実施形態に用いる2重コイル30は、全て同じ形のもを重ねてコイル籠CBを形成しているため、部品の製作コストを下げる事が可能であり、組立工程の煩雑化を招かないという点でも優れている。

【0098】

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。

(第5実施形態)

第5実施形態のステータ100は、第4実施形態のステータ100とその構成においてほぼ同じである。但し、2重コイル30の形成方法が若干異なるので以下に説明する。

40

図25は、第5実施形態の2重コイルのコイルエンド部分の部分斜視図である。

図26は、ステータの部分斜視図を示している。

第5実施形態に用いられる2重コイル30は、第1ループコイル10と第2ループコイル20が、図25に示される接続部CRによってバスバBBを用いずに接続されている。

つまり、図18に示す第4実施形態の第1ループコイル10の第1端子部TR11aと第2ループコイル20の第2端子部TR12bとが接合され、図25に示すように接続部CRを形成している。

【0099】

接続部CRは、リード側凸部PR11の下側をくぐって、リード側凸部PR12の側面を抜け、内周側から外周側に接続されている。図26に示すように、第2ループコイル2

50

0の端子部を延長して接続部CRを形成し、ステータ100の外周側で第1ループコイル10と接合する形となる。

したがって、コイルエンドCE側に突出しているのは、2重コイル30一つにつき、第1ループコイル10の第2端子部TR11bと、第2ループコイル20の第1端子部TR12aの2本ということになる。

なお、2重コイル30でコイル籠CBを形成する為には、第1端子部TR11aと第2端子部TR12bとが接合されて接続部CRを形成したものを、48個用意すれば良い。しかし、後述する理由により第2端子部TR11b及び第1端子部TR12aの形状が異なる必要があるため、実際には第2端子部TR11bが長く形成された2重コイル30を24個と第1端子部TR12aが長く形成された2重コイル30を24個用意される。

10

【0100】

そして、図26に示されるように第2ブロックB2のU相第1スロットU1B2の外周側から出ている第1端子部TR12aは、第3ブロックB3のU相第1スロットU1B3の外周側から出ている第1端子部TR12aと接続される。これが第1外周接続部CRO1である。すなわち、隣り合う同じ相の2重コイル30と接続されることになる。図26では、U相第1コイル30U1とU相第2コイル30U2とが接続される。

なお、内周側に配置される第2端子部TR11bは図示されないが、同様にして隣に配置される同じ相のコイルの第2端子部TR11bと接続される。図26の場合は、図示されていないU相第8コイル30U8と接続され、第1内周接続部CRI1を形成する。

【0101】

20

同様にして、ステータ100の内周側に配置されるV相第1コイル30V1とV相第2コイル30V2の第2端子部TR11bが接合されて第2内周側接続部CRI2を形成し、ステータ100の外周側に配置されるV相第2コイル30V2とV相第3コイル30V3の第1端子部TR12aが接合されて第2外周側接続部CRO2を形成する。このように、ステータ100の内周側に配置される第2端子部TR11b同士を接合して内周側接続部CRIを形成し、ステータ100の外周側に配置される第1端子部TR12a同士を接合して外周側接続部CROを形成して、ステータ100に備えられた2重コイル30を電氣的に接合することで、ステータ100の電気回路を形成する。

【0102】

このように、2重コイル30の配置される場所によって、第2端子部TR11b及び第1端子部TR12aは単純に立ち上げただけの形状のものと、隣り合う相の第2端子部TR11b及び第1端子部TR12aまで伸ばした形状のものとが必要とされる。このため、2重コイル30は2パターン用意されることになる。

30

もっとも、この隣り合う相の第2端子部TR11b同士の接続、及び第1端子部TR12a同士の接続については、バスバBBを用いて接合されるように設計されることを妨げない。

【0103】

上述した構成の第5実施形態のステータ100では、第1ループコイル10と第2ループコイル20との接合については、ステータ100として2重コイル30を分割式ステータコアSCに組み込んだ後に行う必要がないため、製造し易くなるというメリットが生まれる。

40

また、コイルエンドCEでの接合作業を減らすことも、作業空間を確保する等のメリットが生じ、歩留まり向上に寄与することができる。

もっとも、第4実施形態と異なり2パターンの2重コイル30を交互に組み合わせしていく必要があるため、組立工程は多少煩雑化するが、第5実施形態のステータ100のコイルエンドが第4実施形態のステータ100に比べて短くできるメリットがある。また、図25及び図26の構成であればバスバBBを用いる必要もないため、部品点数の削減を図ることも可能となる。

【0104】

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。

50

(第6実施形態)

第6実施形態のステータ100は、第5実施形態のステータ100とその構成においてほぼ同じである。但し、2重コイル30の形状と2重コイル30の接合方法が若干異なるので以下に説明する。

図27は、第6実施形態の2重コイルのコイルエンド部分を内周側から見た部分斜視図を示している。

図28は、2重コイルのコイルエンド部分を外周側から見た部分斜視図を示している。

第6実施形態の2重コイル30は、コイル籠CBが形成され、分割式ステータコアSCのピース41が挿入された状態である。

2重コイル30の基本形状は、第5実施形態の2重コイル30とほぼ同じであり、第1ループコイル10と第2ループコイル20とは結合されている。

【0105】

ただし、図28に示されるように、U相第1コイル30U1、V相第1コイル30V1、W相第1コイル30W1と、U相第2コイル30U2、V相第2コイル30V2の形状は異なる。

2重コイル30は、図27に示すようにステータ100の内径側に配置される第2端子部TR11bを第2ループコイル20のリード側凸部PR12の下をくぐらせて外周側に引き出している。

そして、2重コイル30をコイル籠CBとして配置し、ステータ100の外周側で、第1外周接続部CRO1乃至第4外周接続部CRO4を形成する。

このように、第6実施形態のステータ100の外周側に外周側接続部CROを形成することで、コイル籠CBを電氣的に結合することが可能となる為、コイルエンドの短縮が可能となる。

【0106】

また、第5実施形態のステータ100とは異なり、内周側接続部CRIを形成する必要がない。このため、ステータ100の内周側に出っ張りが出来ず、図示しないローターへの干渉が無い。

外周側接続部CROは、分割式ステータコアSCの外周部分の所まで張り出しても干渉するものが無い為、平角導体Dの取り回しが若干複雑にはなるものの、設計自由度の向上が図れる。

【0107】

以上、本実施形態に則して発明を説明したが、この発明は前記実施形態に限定されるものではなく、発明の趣旨を逸脱することのない範囲で構成の一部を適宜変更することにより実施することもできる。

例えば、第1実施形態のコイルエンドCEにおいて、第1端子部TRa、第2端子部TRbをバスバBBに寄らず、第5実施形態や第6実施形態のように接合することを妨げない。

【0108】

また、凸部形成コイルCO1、片凸部形成コイルCO3、片凸部形成コイルCO4、2重コイル30の巻回数及び平角導体Dの太さは、設計の要求により決定される事項であるので、例えば、巻回数の増減や平角導体Dの断面積の増減をすることを妨げない。

また、コイルエンドCEにおける第1端子部TRa、第2端子部TRbの接合パターンは、第1実施形態乃至第6実施形態に説明する以外にも考えられ、他の接合パターンを採用することを妨げない。

【符号の説明】

【0109】

- 31 内周配置部
- 32 外周配置部
- 33 レーンチェンジ部
- 41 ピース

10

20

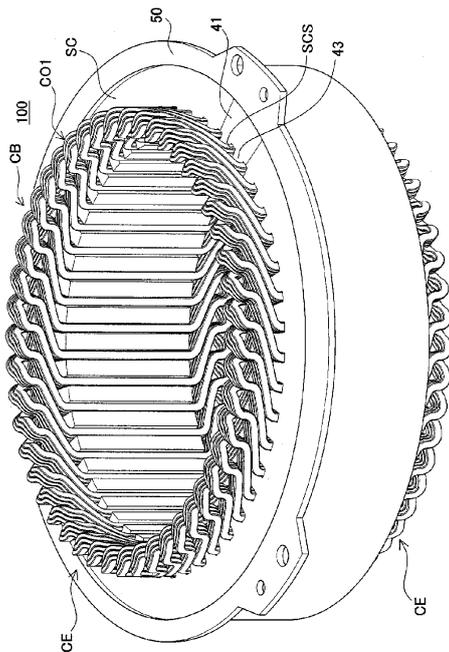
30

40

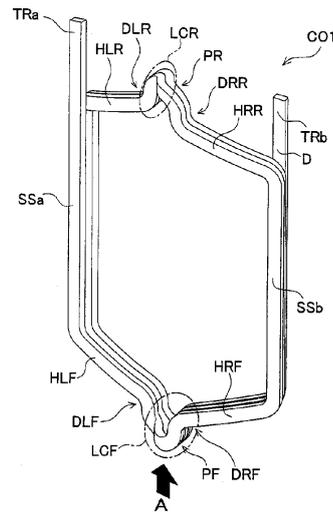
50

- 4 3 ティース
- 5 0 アウターリング
- 1 0 0 ステータ
- B 1 第1ブロック
- B 2 第2ブロック
- B B バスバ
- C 1 素体コイル
- C 2 凸部保有コイル
- C 3 曲面保有コイル
- C 4 レーンチェンジ部保有コイル
- C B コイル籠
- C E コイルエンド
- C O 1 凸部形成コイル
- C R 接続部
- D 平角導体
- L C F 反リード側レーンチェンジ部
- L C R リード側レーンチェンジ部
- P F 反リード側凸部
- P R リード側凸部

【図1】

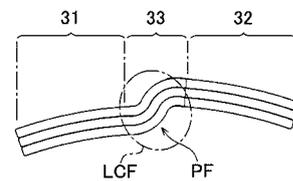


【図2】

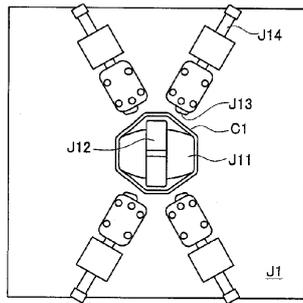


【図3】

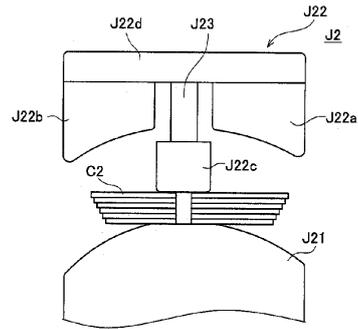
FIG. 3



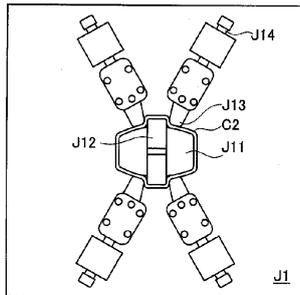
【 図 4 】



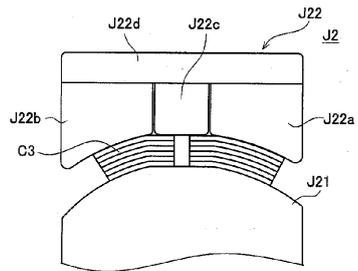
【 図 6 】



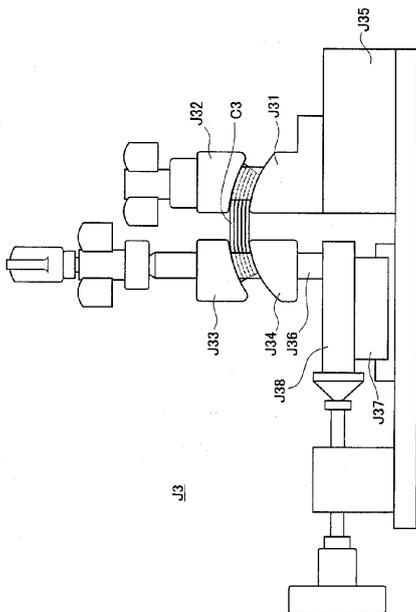
【 図 5 】



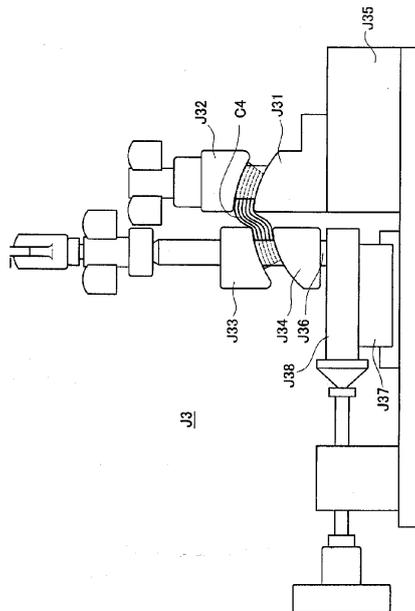
【 図 7 】



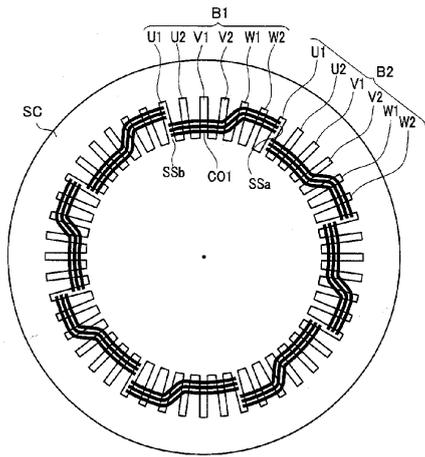
【 図 8 】



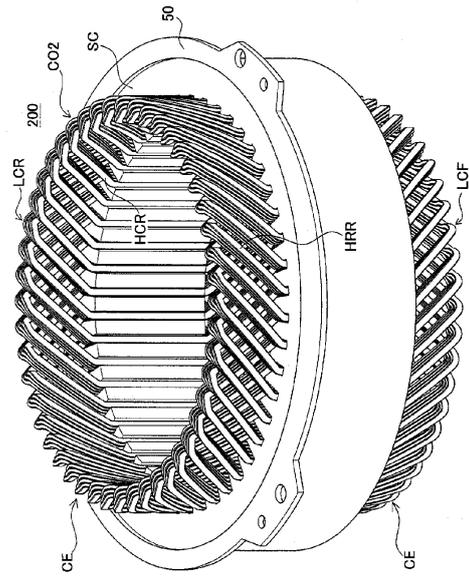
【 図 9 】



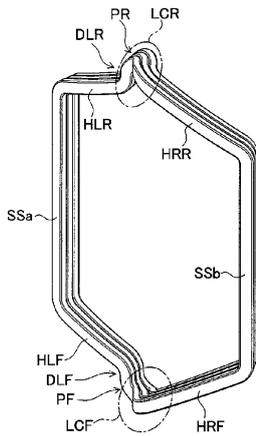
【図10】



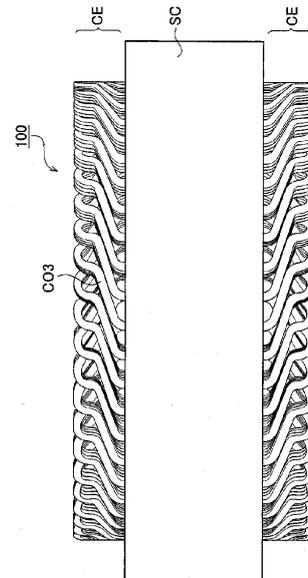
【図11】



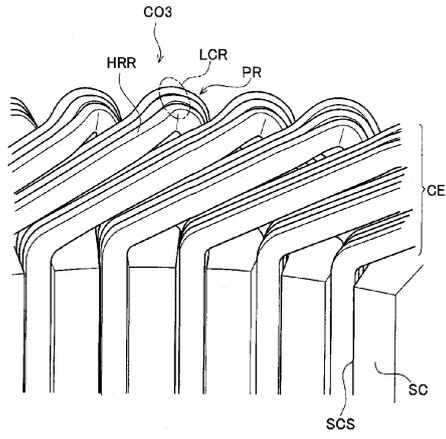
【図12】



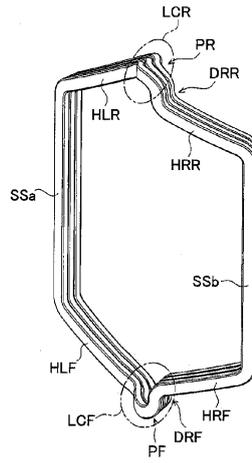
【図13】



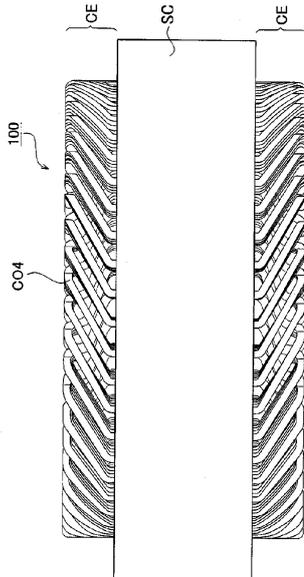
【図14】



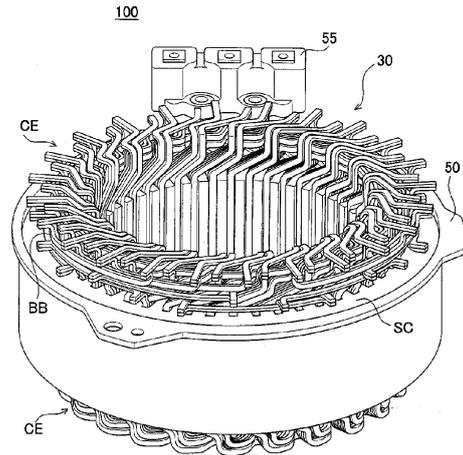
【図15】



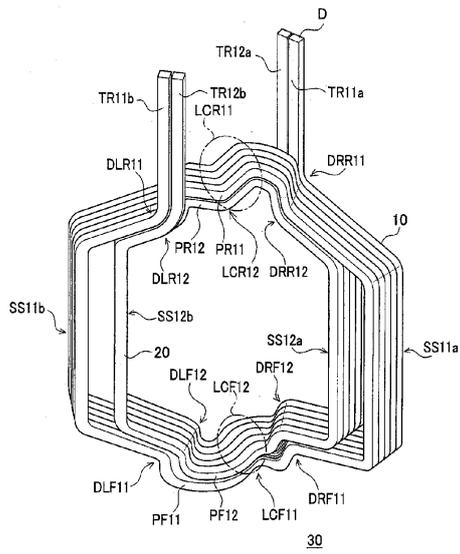
【図16】



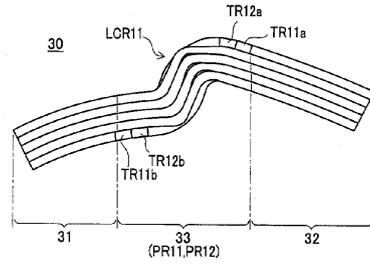
【図17】



【 図 18 】

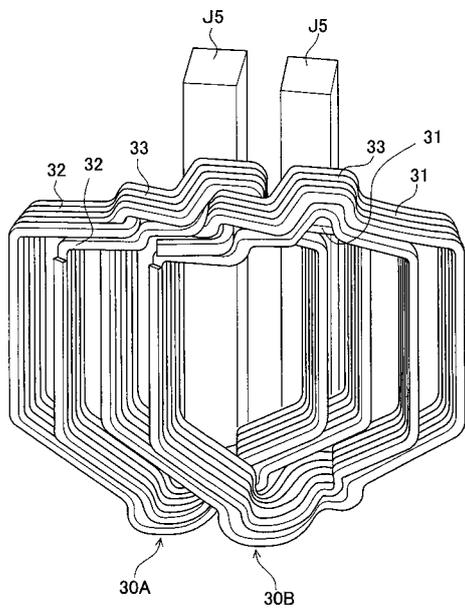


【 図 19 】

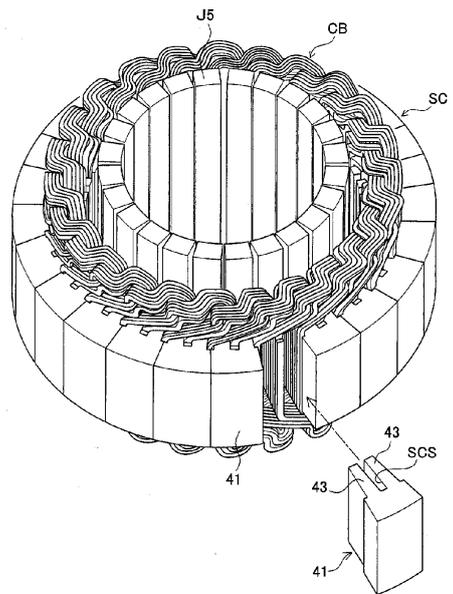


【 図 20 】

FIG. 20



【 図 21 】



【図 22】

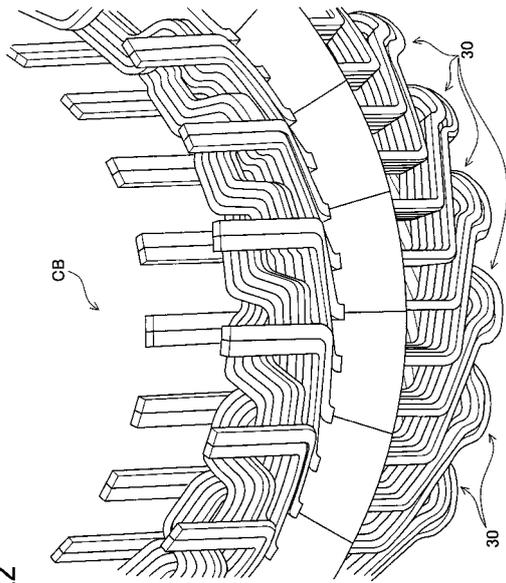
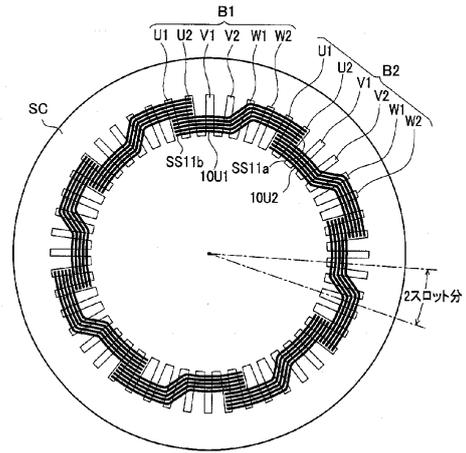
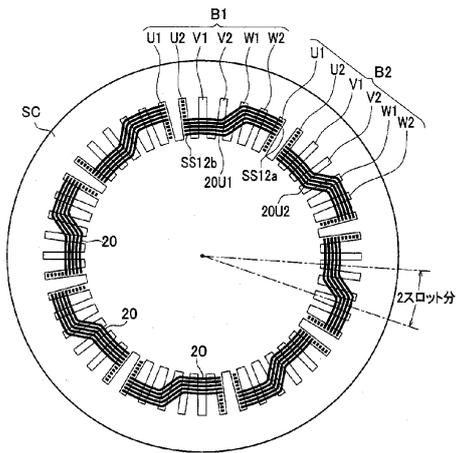


FIG. 22

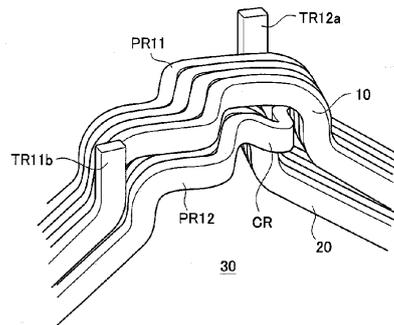
【図 23】



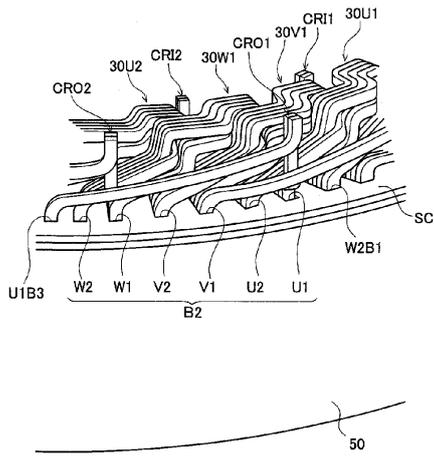
【図 24】



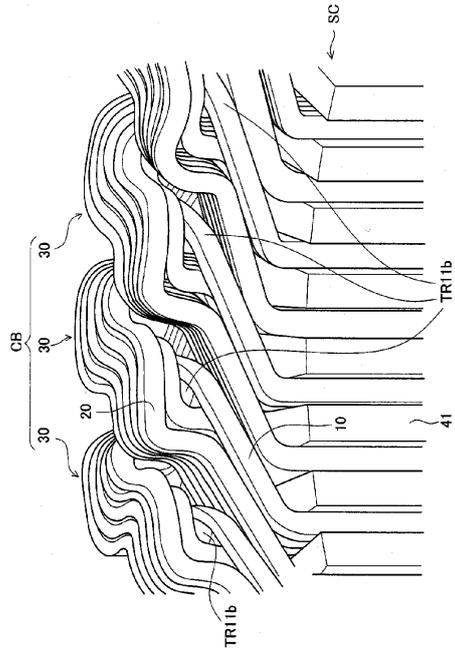
【図 25】



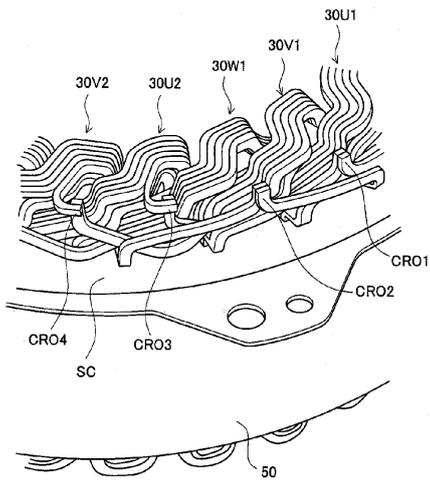
【 図 26 】



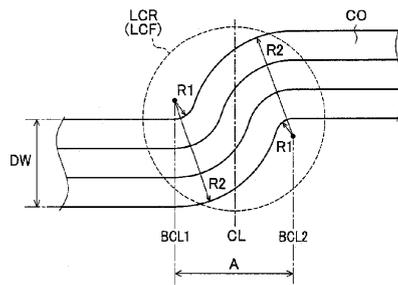
【 図 27 】



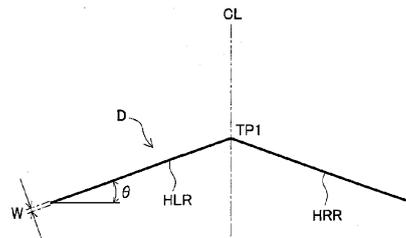
【 図 28 】



【 図 29 】

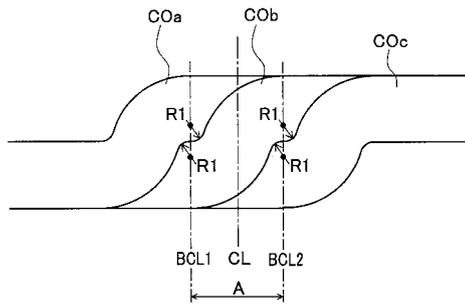


【 図 30 】

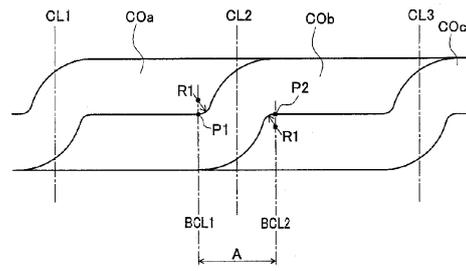


【 3 1 】

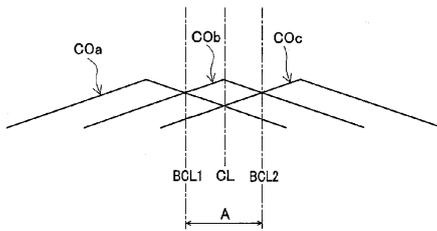
FIG. 31



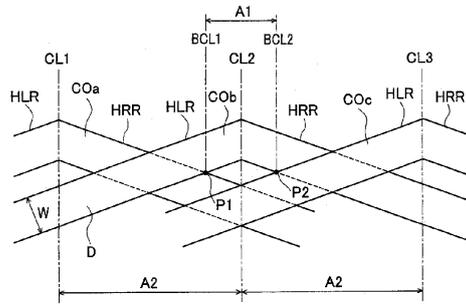
【 3 3 】



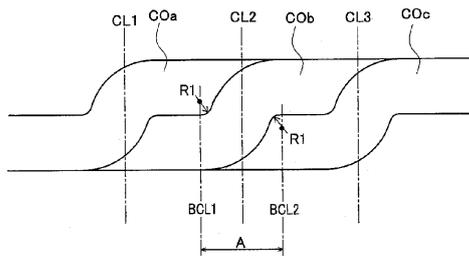
【 3 2 】



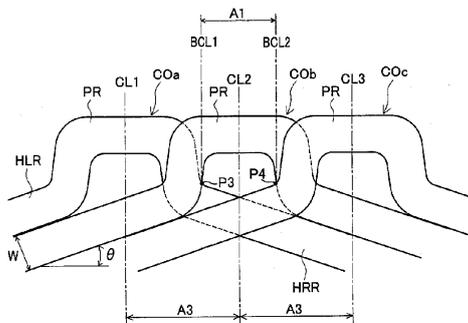
【 3 4 】



【 3 5 】



【 3 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 北村 学
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 松本 泰典

(56)参考文献 実開昭55-95441(JP,U)
特開2001-231203(JP,A)
特開平2-60444(JP,A)
特開2008-99441(JP,A)
特開2009-11152(JP,A)
特開2004-201465(JP,A)
特開2009-131093(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/04
H02K 3/28