

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-149049

(P2006-149049A)

(43) 公開日 平成18年6月8日(2006.6.8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H02K 3/04 (2006.01)	H02K 3/04 E	5H603
	H02K 3/04 J	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-334155 (P2004-334155)
 (22) 出願日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(71) 出願人 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100103171
 弁理士 雨貝 正彦
 (72) 発明者 瀬口 正弘
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 香田 諱司
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 五郎畑 哲也
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

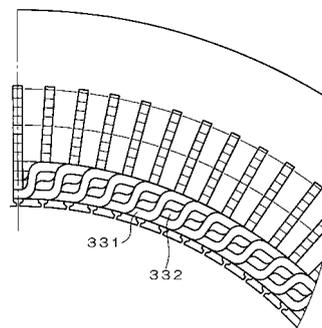
(54) 【発明の名称】 車両用回転電機

(57) 【要約】

【課題】 セグメントを重ねて用いる場合であってもコイルエンドが径方向に膨らむことを防止することができる車両用回転電機を提供すること。

【解決手段】 走行モータは、大きさが異なるU字状の複数のセグメントを重ねたセグメントセットを周方向に沿って配置し、セグメントの端部同士を接合することにより構成される固定子巻線を備える。セグメントセットは、他のセグメントを内包しない小セグメント332と、小セグメントを332を内包する大セグメント331を含み、それぞれのターン部には導体素線を径方向にずらしたクランク部が形成されている。大セグメント331のターン部の径方向幅が、小セグメント332の径方向幅の2倍の値に、大セグメント331自身の径方向幅を加算した値とほぼ同じになるように設定されている。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大きさが異なる U 字状の複数のセグメントを重ねた状態で、一方の直線部を固定子鉄心の一のスロットに挿入し、他方の直線部を前記固定子鉄心の他のスロットに挿入することにより形成されるセグメントセットを前記固定子鉄心の周方向に沿って配置し、前記セグメントの端部同士を接合することにより構成される固定子巻線を備える車両用回転電機において、

前記セグメントセットは、他の前記セグメントを内包しない小セグメントと、前記小セグメントを含む他の前記セグメントを内包する大セグメントを含み、

前記セグメントセットを形成する複数の前記セグメントのそれぞれは、前記一方の直線部と、前記他方の直線部と、これら 2 つの直線部をねじりを伴わずに接続するターン部とを有し、

前記小セグメントに含まれる前記ターン部は、この小セグメントの径方向幅とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした第 1 のクランク部を有し、

前記大セグメントに含まれる前記ターン部は、この大セグメントに内包される前記他のセグメントの本数にそれぞれの前記他のセグメントの径方向幅の 2 倍の値を乗算し、さらに前記大セグメントの径方向幅を加算した値とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした第 2 のクランク部を有し、

前記第 1 のクランク部は、前記固定子鉄心に形成された前記スロットの隣接間隔以下の範囲に形成され、

前記第 2 のクランク部は、この第 2 のクランク部が含まれる前記大セグメントに内包される前記他のセグメントの本数の 2 倍に 1 を加算した値を乗数として、前記スロットの隣接間隔に乘算した値以下の範囲に形成されていることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記小セグメントに含まれる前記第 1 のクランク部の周方向位置と、前記大セグメントに含まれる前記第 2 のクランク部の周方向位置が、この第 2 のクランク部が含まれる前記大セグメントに内包される前記他のセグメントの本数の 2 倍に 1 を加算した値を乗数として、前記スロットの隣接間隔に乘算した値以下の範囲に含まれるように設定することを特徴とする車両用回転電機。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記小セグメントに含まれる前記第 1 のクランク部の周方向位置と、前記大セグメントに含まれる前記第 2 のクランク部の周方向位置を一致させることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかにおいて、

前記ターン部は、前記一方の直線部から延びるほぼ直線状の第 1 の斜行部と、前記他方の直線部から延びるほぼ直線状の第 2 の斜行部と、前記第 1 および第 2 の斜行部をつなぐ頂部とを有しており、

前記第 1 のクランク部あるいは前記第 2 のクランク部を前記頂部に形成するとともに、前記第 1 の斜行部と前記第 2 の斜行部の長さをほぼ同じに設定することを特徴とする車両用回転電機。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかにおいて、

前記第 1 および第 2 のクランク部は、これらのクランク部を有しない U 字状の前記セグメントの前記ターン部の一部を、このターン部の延在方向と垂直方向に変形させることにより形成することを特徴とする車両用回転電機。

【請求項 6】

請求項 5 において、

10

20

30

40

50

前記セグメントは、前記ターン部の変形によって前記第1および第2のクランク部を形成した後に、前記一方の直線部と前記他方の直線部とを前記複数のセグメントについて同時に周方向にねじることにより形成されることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項7】

請求項1～6のいずれかにおいて、

前記小セグメントを、前記一方の直線部と、前記他方の直線部と、これら2つの直線部をねじりを伴って接続するターン部とを有する捻りセグメントに置き換えることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項8】

請求項1～6のいずれかにおいて、

少なくとも1本の前記大セグメントを、前記一方の直線部と、前記他方の直線部と、これら2つの直線部をねじりを伴って接続するターン部とを有する捻りセグメントに置き換えることを特徴とする車両用回転電機。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、乗用車やトラック等に搭載される車両用回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、車両用回転電機は、エンジンルーム内の容積を変えずに搭載を可能としたいという要求から、コイルエンドも含めた回転電機の小型化かつ高出力が要求されている。このニーズに応えるためには、巻線の占積率を向上するとともに、更にコイルエンド高さを低くする必要がある。その手段としてセグメントを順次接合して形成されたステータを用いた車両用回転電機が知られている（例えば、特許文献1参照。）。この車両用回転電機では、導体セグメントのほぼ中央部にねじりを伴わず、かつ、導体素線のほぼ幅だけずれたクランク形状部を形成することにより、この導体セグメントが径方向に膨らむのを抑制している。

20

【特許文献1】特開2003-18778号公報（第2-3頁、図1-6）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0003】

ところで、特許文献1に開示された車両用回転電機では、1本の導体セグメントを周方向に沿って規則正しく並べる場合にその径方向の膨らみを抑制する場合や、同じ構成をそのまま径方向に沿って並べる場合に有効である。しかし、車両用回転電機の中には、大小2種類の導体セグメントを重ねた状態で周方向に配置したものがあり、このような構造の巻線構造の場合には、小セグメントについて径方向の膨らみを抑制しても、結局大セグメントが径方向に膨らむと、全体としてコイルエンドが径方向に膨らむことを抑制することができないという問題があった。

【0004】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、セグメントを重ねて用いる場合であってもコイルエンドが径方向に膨らむことを防止することができる車両用回転電機を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するために、本発明の車両用回転電機は、大きさが異なるU字状の複数のセグメントを重ねた状態で、一方の直線部を固定子鉄心の一のスロットに挿入し、他方の直線部を固定子鉄心の他のスロットに挿入することにより形成されるセグメントセットを固定子鉄心の周方向に沿って配置し、セグメントの端部同士を接合することにより構成される固定子巻線を備えており、セグメントセットは、他のセグメントを内包しない小セグメントと、小セグメントを含む他のセグメントを内包する大セグメントを含み、セ

50

グメントセットを形成する複数のセグメントのそれぞれは、一方の直線部と、他方の直線部と、これら2つの直線部をねじりを伴わずに接続するターン部とを有し、小セグメントに含まれるターン部は、この小セグメントの径方向幅とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした第1のクランク部を有し、大セグメントに含まれるターン部は、この大セグメントに内包される他のセグメントの本数にそれぞれの他のセグメントの径方向幅の2倍の値を乗算し、さらに大セグメントの径方向幅を加算した値とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした第2のクランク部を有し、第1のクランク部は、固定子鉄心に形成されたスロットの隣接間隔以下の範囲に形成され、第2のクランク部は、この第2のクランク部が含まれる大セグメントに内包される他のセグメントの本数の2倍に1を加算した値を乗数として、スロットの隣接間隔に乘算した値以下の範囲に形成されている。これにより、小セグメントのターン部の径方向幅を最小に抑えることができるとともに、この小セグメントを含む他のセグメントを内包する大セグメントのターン部の径方向幅も最小に抑えることができるため、セグメントを重ねて用いる場合であってもコイルエンドが径方向に膨らむことを防止することができる。

10

【0006】

また、上述した小セグメントに含まれる第1のクランク部の周方向位置と、大セグメントに含まれる第2のクランク部の周方向位置が、この第2のクランク部が含まれる大セグメントに内包される他のセグメントの本数の2倍に1を加算した値を乗数として、スロットの隣接間隔に乘算した値以下の範囲に含まれるように設定することが望ましい。特に、上述した小セグメントに含まれる第1のクランク部の周方向位置と、大セグメントに含まれる第2のクランク部の周方向位置を一致させることが望ましい。これにより、大セグメントと小セグメントのそれぞれのターン部の位置をほぼ揃えることでこれらのセグメント間の干渉を低減することができる。

20

【0007】

また、上述したターン部は、一方の直線部から延びるほぼ直線状の第1の斜行部と、他方の直線部から延びるほぼ直線状の第2の斜行部と、第1および第2の斜行部をつなぐ頂部とを有しており、第1のクランク部あるいは第2のクランク部を頂部に形成するとともに、第1の斜行部と第2の斜行部の長さをほぼ同じに設定することが望ましい。これにより、第1および第2の斜行部の傾斜角（固定子鉄心の端面に対する角度）を小さく設定することができるため、周方向に隣接する斜行部間の間隔を小さくすることができ、その分だけ頂部の高さ、すなわちコイルエンド高さを低くして、小型化や巻線の低抵抗化を図ることができる。

30

【0008】

また、上述した第1および第2のクランク部は、これらのクランク部を有しないU字状のセグメントのターン部の一部を、このターン部の延在方向と垂直方向に変形させることにより形成することが望ましい。これにより、単純な形状を有する導体素線の一部を変形させるだけでセグメントを形成することが可能になり、セグメントの生産性を向上させることができる。

【0009】

また、上述したセグメントは、ターン部の変形によって第1および第2のクランク部を形成した後に、一方の直線部と他方の直線部とを複数のセグメントについて同時に周方向にねじることにより形成されることが望ましい。これにより、固定子鉄心に挿入直前の形状を有する複数のセグメントを同時に成形することが可能になり、セグメントの生産性をさらに向上させることができる。

40

【0010】

また、上述した小セグメントを、一方の直線部と、他方の直線部と、これら2つの直線部をねじりを伴って接続するターン部とを有する捻りセグメントに置き換えることが望ましい。あるいは、少なくとも1本の上述した大セグメントを、一方の直線部と、他方の直線部と、これら2つの直線部をねじりを伴って接続するターン部とを有する捻りセグメントに置き換えることが望ましい。捻りセグメントを一部に含めると、ねじりを伴わない

50

小セグメントと大セグメントのみを組み合わせる場合に比べて、ターン部間の距離を確保することができるため、セグメントセット内での各セグメントのターン部同士の干渉を低減することができる。特に、小セグメントを捻りセグメントとすることにより、この捻りセグメントのターン部を形成する導体素線が径方向に沿って配置されることになるため、この小セグメントのターン部とこれを内包する大セグメントのターン部との間に十分な隙間を形成することができ、セグメント間の干渉をさらに低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明を適用した一実施形態の車両用回転電機について、図面を参照しながら詳細に説明する。

10

【0012】

図1は、車両の走行動力発生用に用いられる一実施形態の回転電機としての走行モータの軸方向断面図である。図1に示すように、本実施形態の走行モータ100は、ステータコア（固定子鉄心）1、ロータ2、ステータコイル（固定子巻線）3、ハウジング4、回転軸7を含んで構成されている。ステータコア1は、ハウジング4の周壁内周面に固定される。ステータコイル3は、ステータコア1の各スロットに巻装されている。ロータ2は、ハウジング4に回転自在に支持された回転軸7に固定されたIPM型ロータであり、ステータコア1の径内側に配置されている。ステータコイル3は、三相電機子巻線であって、外部の約300Vのバッテリーに接続された三相インバータから給電されている。

【0013】

20

この走行モータ100は、二次電池車又は燃料電池車又はハイブリッド車の走行動力を発生する永久磁石型三相ブラシレスDCモータ（同期モータ）であるが、ロータ構造としては、公知の種々の形式に置換可能である。このような種々の形式の同期機自体は周知であるので動作原理についての詳細な説明は省略する。

【0014】

図2は、ステータコア1とステータコイル3によって構成される本実施形態のステータの外観斜視図である。また、図3はステータコイル3の一部をなすセグメントの斜視図である。図4は、ステータコア1に設けられたスロット内におけるセグメントの収容状態を示す部分断面図である。

【0015】

30

ステータコイル3は、図3に示す所定形状のセグメント33をステータコア1の一方の端面側からステータコア1の各スロットに挿通し、スロットから各セグメント33の飛び出し端部をステータコア1の他方の端面側に必要な長さだけ突出させ、各セグメント33の飛び出し端部を周方向にほぼ電気角で $\pi/2$ だけそれぞれ捻り、各セグメント33の飛び出し端部の先端部（接合部）を所定の組み合わせで溶接して構成されている。セグメント33は、溶接部分すなわち上記飛び出し端部の先端部（端部先端部ともいう）を除いて樹脂皮膜（絶縁皮膜）で被覆された長板U字形状を有している。

【0016】

なお、図1に示すように、本実施形態のステータコイル3では、内周側から順番に配置された3つのセグメントセットS1、S2、S3のそれぞれが図3に示す大小のセグメント33を組み合わせた構造を有している。

40

【0017】

次に、2本のセグメント33からなるセグメントセットS1（セグメントセットS2、S3についても同様である）の詳細を更に詳しく説明する。セグメントセットS1は、ほぼV字状のターン部と、このターン部の両端から直線的に伸びてスロットに収容されている一对の直線部としてのスロット導体部と、両スロット導体部の先端からそれぞれ伸びる一对の飛び出し端部とをそれぞれ有する2つのセグメント33からなっている。ターン部は、一对のスロット導体部をねじりを伴わずに接続している。これら2つのセグメント33において、小さい方を小セグメント332、この小セグメント332を囲む大きい方を大セグメント331と称する。なお、ステータコア1の各スロット35に挿入される前の

50

状態では飛び出し端部が形成されておらず、スロット導体部と飛び出し端部に相当する部分が直線部を形成している。

【0018】

ステータコイル3は、ステータコア1の一方の端面側に全体としてリング状に存在する第一のコイルエンド部(ターン部側コイルエンド部)31と、ステータコア1の他方の端面側に全体としてリング状に存在する第二のコイルエンド部(端部側コイルエンド部)32と、スロット内に存在するスロット導体部とに区分される。つまり、図1において、ターン部側コイルエンド31は、各セグメント33の上記ターン部により構成され、端部側コイルエンド部32は各セグメント33の上記飛び出し端部により構成されている。

【0019】

大セグメント331は、スロット導体部331a、331bと、ターン部331cと、飛び出し端部331f、331gとを有する。飛び出し端部331f、331gの先端部331d、331eは、接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。小セグメント332は、スロット導体部332a、332bと、ターン部332cと、飛び出し端部332f、332gとを有する。飛び出し端部332f、332gの先端部332d、332eは、接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。

【0020】

符号「'」は、図示しない大セグメント331または小セグメント332の符号「'」がない部分と同じ部分を示す。したがって、図3では、互いに径方向に隣接する接合部332dと接合部331d'とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部332eと接合部331e'とが溶接されている。

【0021】

図3では、最内層のスロット導体部331aと中内層のスロット導体部332aが、ステータコア1の一のスロットに収容される場合、同じ大セグメント331および小セグメント332の最外層のスロット導体部331bと中外層のスロット導体部332bは、この一のスロットから所定奇数磁極ピッチT(たとえば1磁極ピッチ(電気角度))離れた他のスロットに収容される。小セグメント332のターン部332cは大セグメント331のターン部331cに囲まれるようにして配置されている。

【0022】

ステータコア1の各スロット35におけるセグメントの配置状態を図4を用いて説明する。各スロット35には径方向に沿って12個の導体収容位置P1~P12が設定され、各導体収容位置P1~P12にはそれぞれ1個のスロット導体部が収容されている。各スロット35は、3つのセグメントセットS1~S3が径方向へ順番に収容し、導体収容位置P1~P4はセグメントセットS1を、導体収容位置P5~P8はセグメントセットS2を、導体収容位置P9~P12はセグメントセットS3を収容している。

【0023】

この最も内側のセグメントセットS1を一例として詳しく説明すると、最内層のスロット導体部331aはステータコア1のスロット35の径方向最内側に配置され、以下、径方向外側へ順に、中内層のスロット導体部332a、中外層のスロット導体部332b'、最外層のスロット導体部331b'の順に配置され、結局、各スロット35は4本のスロット導体部を4層1列に収容する。図4において、スロット導体部332b'、331b'は、スロット導体部332a、331aをもつ大セグメント331、小セグメント332とは異なる大セグメント331、小セグメント332に属している。

【0024】

図5は、大セグメント331と小セグメント332とからなるセグメントセットS1をスロット35に挿入する状態を示す図である。また、図6は周方向に規則正しく配置されたセグメントセットS1の平面図である。図7は、図6に示したセグメントセットS1から小セグメント332のみを抜き出して示した平面図である。図8は、小セグメント332の頂部付近の部分的な斜視図である。図9は、一の小セグメント332を抜き出して周方向に展開した平面図、図10はその側面図である。図11は、図6に示したセグメント

10

20

30

40

50

セットS 1から大セグメント3 3 1のみを抜き出して示した平面図である。図1 2は、一の大セグメント3 3 1を抜き出して周方向に展開した平面図、図1 3はその側面図である。

【0 0 2 5】

図9、図1 0に示すように、小セグメント3 3 2に含まれるターン部3 3 2 cは、この小セグメント3 3 2の径方向幅 $b 1$ とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした(図9では径方向に沿ってずらす値を $c 1$ としている)クランク部が形成された頂部3 3 2 c 1と、スロット導体部3 3 2 a、3 3 2 bからこの頂部3 3 2 c 1に向かって延びる斜行部3 3 2 c 2、3 3 2 c 3とを有している。これら2つの斜行部3 3 2 c 2、3 3 2 c 3の長さ $L 1$ 、 $L 2$ はほぼ同じに設定されている。また、頂部3 3 2 c 1のクランク部の周方向幅 $d 1$ は、スロット3 5の隣接間隔 a 以下の範囲に含まれるように形成されている。 10

【0 0 2 6】

同様に、図1 2、図1 3に示すように、大セグメント3 3 1に含まれるターン部3 3 1 cは、内包される小セグメントの径方向幅 $b 1$ の2倍の値にさらに大セグメント3 3 1の径方向幅 $b 2$ を加算した値($2 \times b 1 + b 2$)とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらした(図1 2では径方向に沿ってずらす値を $c 2$ としている)クランク部が形成された頂部3 3 1 c 1と、スロット導体部3 3 1 a、3 3 1 bからこの頂部3 3 1 c 1に向かって延びる斜行部3 3 1 c 2、3 3 1 c 3とを有している。これら2つの斜行部3 3 1 c 2、3 3 1 c 3の長さ $L 3$ 、 $L 4$ はほぼ同じに設定されている。また、頂部3 3 1 c 1のクランク部の周方向幅 $d 2$ は、スロット3 5の隣接間隔 a 以下の範囲に含まれるように形成されている。 20

【0 0 2 7】

次に、ステータコイル3の製造工程について説明する。

【0 0 2 8】

(折り曲げ整形工程)

まず、断面が平角形状(矩形形状)の連続する線材を所定長さに切断した後、中央近傍で折り曲げることにより、セグメントセットS 1~S 3のそれぞれを構成する整形前のU字状のセグメント3 3を製造する。図1 4は、折り曲げ整形工程によって製造されたU字状のセグメント3 3の正面図である。図1 5は、図1 4に示すセグメント3 3の側面図であり、頂部側から見た状態が示されている。図1 6は、図1 4に示すセグメント3 3の斜視図である。これらの図に示すように、U字状に整形されたセグメント3 3は、ターン部3 3 cを挟んで2本の直線部3 3 a、3 3 bを有している。 30

【0 0 2 9】

(第1の捻り工程)

次に、折り曲げ整形工程によってU字状に整形された後の1本1本のセグメント3 3に対して、ターン部3 3 cを捻る第1の捻り工程が行われる。2つの直線部3 3 a、3 3 bが並ぶ方向を第1の方向とすると、この第1の捻り工程では、2つの直線部3 3 a、3 3 bのそれぞれをこの第1の方向と異なる第2の方向に沿って互いに相対的に移動させることにより、ターン部3 3 c近傍のセグメント3 3が捻られる。

【0 0 3 0】

図1 7および図1 8は、小セグメント3 3 2についての第1の捻り工程の詳細を示す図であり、捻り治具を用いた捻り整形の前後の状態が示されている。図1 7および図1 8に示すように、第1の捻り工程は、固定クランパ2 0 0と可動クランパ2 1 0とを組み合わせた捻り治具によって行われる。固定クランパ2 0 0は、収納部2 0 2、移動部2 0 4、調整部2 0 6を含んでいる。収納部2 0 2は、一部に小セグメント3 3 2の一方の直線部3 3 2 aを収納する凹部を有している。この凹部に直線部3 3 2 aの隣接する2つの側面が当接する。移動部2 0 4は、側面の一部に平面部を有する円筒状の調整部2 0 6を回転自在に収納しており、平面部を直線部3 3 2 aの側面に押圧することにより、収納部2 0 2と移動部2 0 4によって一方の直線部3 3 2 aが拘束される。回転自在の調整部2 0 6を設けることにより、この調整部2 0 6に形成された平面部が直線部3 3 2 aの側面と並 40 50

行になるように調整することが可能になり、直線部 3 3 2 a の拘束を確実に行うことができる。

【 0 0 3 1 】

同様に、可動クランパ 2 1 0 は、収納部 2 1 2、移動部 2 1 4、調整部 2 1 6 を含んでいる。収納部 2 1 2 は、一部に小セグメント 3 3 2 の他方の直線部 3 3 2 b を収納する凹部を有している。この凹部に直線部 3 3 2 b の隣接する 2 つの側面が当接する。移動部 2 1 4 は、側面の一部に平面部を有する円筒状の調整部 2 1 6 を回転自在に収納しており、平面部を直線部 3 3 2 b の側面に押圧することにより、収納部 2 1 2 と移動部 2 1 4 によって他方の直線部 3 3 2 b が拘束される。回転自在の調整部 2 1 6 を設けることにより、この調整部 2 1 6 に形成された平面部が直線部 3 3 2 b の側面と並行になるように調整することが可能になり、直線部 3 3 2 b の拘束を確実に行うことができる。

10

【 0 0 3 2 】

また、可動クランパ 2 1 0 は、駆動機構（図示せず）によって全体が移動可能に構成されている。図 1 7 に示すように、捻り整形前の小セグメント 3 3 2 の 2 つの直線部 3 3 2 a、3 3 2 b が並んでいる方向を第 1 の方向 A としたときに、図 1 8 に示すように、この第 1 の方向 A とほぼ垂直な第 2 の方向 B に沿って可動クランパ 2 1 0 が移動する。これにより、固定クランパ 2 0 0 と可動クランパ 2 1 0 とによって拘束された 2 つの直線部 3 3 2 a、3 3 2 b のそれぞれが第 1 の方向 A とほぼ垂直に相対的に移動し、ターン部 3 3 2 c が捻られる。なお、本実施形態では、第 1 の捻り工程によって、2 つの直線部 3 3 2 a、3 3 2 b は、第 1 の方向 A に沿って互いにスロット 3 5 の隣接ピッチ分隔たった位置に配置される。

20

【 0 0 3 3 】

図 1 9 は、第 1 の捻り工程によって捻り整形が行われた後の小セグメント 3 3 2 を示す斜視図である。図 1 9 に示す小セグメント 3 3 2 では、図 1 6 に示した捻り整形前のセグメント 3 3（小セグメント 3 3 2）に対して一方の直線部 3 3 b が第 1 の方向 A と異なる向きに移動し、ターン部 3 3 c が捻られていることがわかる。

【 0 0 3 4 】

同様に、大セグメント 3 3 1 についても第 1 の捻り工程が実施される。図 2 0 および図 2 1 は、大セグメント 3 3 1 についての第 1 の捻り工程の詳細を示す図であり、小セグメント 3 3 2 についての図 1 7 および図 1 8 に対応している。

30

【 0 0 3 5 】

上述した折り曲げ整形工程と第 1 の捻り工程は、セグメントセット S 1 ~ S 3 を構成する全てのセグメント 3 3 について行われる。

【 0 0 3 6 】

（第 2 の捻り工程）

次に、上述した第 1 の方向 A を周方向に合わせて、セグメント 3 3 の直線部 3 3 a、3 3 b のそれぞれを周方向反対側に相対的に移動させることによりターン部 3 3 c を捻る第 2 の捻り工程が行われる。例えば、セグメントセット S 1 に含まれる 2 つのセグメント 3 3（大セグメント 3 3 1 と小セグメント 3 3 2）に対して同時に捻り整形を行う場合について説明する。

40

【 0 0 3 7 】

図 2 2 は、第 2 の捻り工程で用いられる捻り治具の断面図である。また、図 2 3 は図 2 2 に示した捻り治具の要部を示す斜視図である。図 2 2 に示すように、捻り治具 3 0 0 は、内側捻り部 3 1 1 および外側捻り部 3 1 2 と、これら内側捻り部 3 1 1、外側捻り部 3 1 2 をそれぞれ回転駆動する回転駆動機構 3 1 3、3 1 4 と、コントローラ 3 1 5、セグメント押さえ 3 1 6 およびセグメント押し上げ治具 3 1 7、昇降駆動機構 3 1 8 等を備えている。

【 0 0 3 8 】

内側捻り部 3 1 1 には、大セグメント 3 3 1 および小セグメント 3 3 2 の各スロット導体部 3 3 1 a、3 3 2 a（直線部 3 3 a）が挿入されて保持されるセグメント挿入穴 3 2

50

1、322が径方向に隣接して設けられている。このセグメント挿入穴321、322は、ステータコア1のスロット35の数に対応した数だけ等間隔で周方向に並べて形成されている。すなわち、本実施形態では、等間隔で周方向に並べられた多数のセグメント挿入穴321、322が同心円上に形成されている。外側捻り部312についても同様であり、等間隔で周方向に並べられた多数のセグメント挿入穴323、324が同心円上に形成されている。この結果、内側捻り部311と外側捻り部312には、内側から4個のセグメント挿入穴321、322、323、324が並んで形成される。

【0039】

図23に示すように、1組の大セグメント331と小セグメント332の一方の直線部33bとしてのスロット導体部331b、332bが外側捻り部312のセグメント挿入穴324、323に挿入されるとともに、他方の直線部33aとしてのスロット導体部331a、332aが内側捻り部311の1スロットピッチ分ずれたセグメント挿入穴321、322に挿入される。

10

【0040】

全てのセグメント挿入穴321、322、323、324に大セグメント331と小セグメント332が挿入された後、環状のセグメント押さえ316を内側捻り部311および外側捻り部312の上方から降下させて、大セグメント331のターン部331cに当接する。これにより、捻り工程において大セグメント331と小セグメント332とがセグメント挿入穴321、322、323、324から浮き上がることを防止することができる。

20

【0041】

内側捻り部311および外側捻り部312のそれぞれは、コントローラ315によって制御される回転駆動機構313、314によって回転駆動される。本実施形態では、捻り治具300の上方から見て、内側捻り部311は反時計回りに、外側捻り部312は時計回りにそれぞれ所定量回転駆動されるが、第2の捻り工程を実施する前の状態で各セグメント33の各直線部33a、33bは既に周方向に1スロットピッチ分ずれて配置されているため、この1スロットピッチ分のずれを考慮して外側捻り部312と内側捻り部311の回転駆動量が設定されている。

【0042】

(挿入工程)

次に、第2の捻り工程によって捻り整形が行われた後の各セグメント33をステータコア1の各スロット35に軸方向に沿った一方の端面側から挿入する。このとき、全てのセグメントセットS1～S3について、図5に示すように、小セグメント332を大セグメント331が囲むように揃えた状態で挿入が行われる。

30

【0043】

(折り曲げ工程)

各セグメント33を挿入後、ターン部33cと反対側であってステータコア1の端面から突出する直線部33a、33bがステータコイル3の巻線仕様にしたがって周方向に折り曲げられる。

【0044】

(接合工程)

折り曲げ工程によって折り曲げられた隣接する各セグメント33の直線部33a、33bの端部同士を、溶接、超音波溶着、アーク溶接、ろう付け等の手段によって電気的導通を得るように接合され、図1に断面を示すようなステータコイル3が得られる。

40

【0045】

このように、本実施形態では、小セグメント332のターン部332cの径方向幅を最小に抑えることができるとともに、この小セグメント332を内包する大セグメント331のターン部331cの径方向幅も最小に抑えることができるため、セグメントを重ねて用いる場合であってもターン部側コイルエンド部31が径方向に膨らむことを防止することができる。

50

【0046】

また、小セグメント332のターン部332cに含まれる頂部332c1のクランク部の周方向位置と、大セグメント331のターン部331cに含まれる頂部331c1のクランク部の周方向位置を一致させている。大セグメント331と小セグメント332のそれぞれのターン部331c、332cの位置をほぼ揃えることでこれらのセグメント間の干渉を低減することができる。

【0047】

また、ターン部331cに含まれる斜行部331c2、331c3のそれぞれの長さを同じに設定するとともに、ターン部332cに含まれる斜行部332c2、332c3のそれぞれの長さを同じに設定している。これにより、それぞれの斜行部の傾斜角（ステータコア1の端面に対する角度）を小さく設定することができるため、周方向に隣接する斜行部間の間隔を小さくすることができ、その分だけ頂部の高さ、すなわちコイルエンド高さを低くして、小型化や巻線の低抵抗化を図ることができる。

10

【0048】

また、頂部331c1、332c1のそれぞれのクランク部は、これらのクランク部を有しないU字状のセグメント33のターン部33cの一部を、このターン部33cの延在方向（導体素線の延在方向）と垂直方向に変形させることにより形成しており、単純な形状を有する導体素線の一部を変形させるだけでセグメント33を形成することが可能になり、クランク部を有する導体素線を予めプレス成型した後に折り曲げてターン部を形成する場合に比べて、セグメント33の生産性を向上させることができる。

20

【0049】

また、セグメント33は、ターン部33cの変形によってクランク部を形成した後に、一方の直線部と他方の直線部とを複数のセグメント33について同時に周方向にねじることにより形成している。これにより、ステータコア1に挿入直前の形状を有する複数のセグメント33を同時に成形することが可能になり、セグメント33の生産性をさらに向上させることができる。

【0050】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。

【0051】

図24は、セグメント押さえの形状を変更した捻り治具の変形例を示す図である。図24に示すセグメント押さえ316Aは、大セグメント331の内周側の側面と外周側の側面とを拘束しながら捻り整形を行う内周拘束部350と外周拘束部352とを有している。第2の捻り工程においてセグメントの各直線部を捻る量が多くなると、各直線部が挿入される2つのセグメント挿入穴の間を直線的に連結する向き（径方向内側）に頂部が移動しやすくなるが、上述したセグメント押さえ316Aを用いることにより、この移動を制限することができる。これにより、第2の捻り工程による捻り整形後の各セグメントを周方向に投影してみたときに、径方向に沿って頂部が移動してロータ2と干渉しやすくなることを防止することができる。

30

【0052】

また、上述した実施形態では、大セグメント331のターン部331cに含まれる頂部331c1のクランク部の周方向位置と、小セグメント332のターン部332cに含まれる頂部332c1のクランク部の周方向位置とを完全に一致させたが、スロット35の隣接間隔aの範囲内に収まるように若干周方向にずらすようにしてもよい。クランク部自体がスロット35の隣接間隔a以下となるように周方向の形成範囲が設定されており、ターン部331c、332cの周方向位置のずれを同程度に抑えることにより、大セグメント331と小セグメント332の干渉を低減することが可能になる。

40

【0053】

また、上述した実施形態では、セグメントセットS1～S3のそれぞれを大セグメント331と小セグメント332を組み合わせて構成したが、一部のセグメントセットについ

50

て小セグメント 3 3 2 のみを用いるようにしてもよい。

【 0 0 5 4 】

また、小セグメント 3 3 2 と大セグメント 3 3 1 の全体をさらに覆う—あるいは複数の他の大セグメントを組み合わせるセグメントセットを構成するようにしてもよい。3 本以上のセグメント 3 3 を組み合わせる場合には、小セグメント以外のそれぞれのセグメントに含まれるターン部は、この大セグメントに内包される他のセグメント（小セグメントあるいは小セグメントと他の大セグメントの場合がある）の本数にそれぞれの他のセグメントの径方向幅の 2 倍の値に乘算し、さらに大セグメント自身の径方向幅を加算した値とほぼ同じだけ導体素線を径方向にずらしたクランク部が備わっている。そして、このクランク部は、スロット 3 5 の隣接間隔 a 以下の範囲に形成する。このようなクランク部が形成された 3 本以上のセグメント 3 3 を組み合わせるセグメントセットを構成することにより、各セグメント 3 3 の径方向幅を最小に抑えることが可能になる。

10

【 0 0 5 5 】

また、上述した実施形態では、走行モータ 1 0 0 に用いられるステータコイル 3 を製造する場合について説明したが、他の回転電機、例えば交流発電機に用いられるステータコイルを製造する場合にも本発明を適用することができる。

【 0 0 5 6 】

また、上述した実施形態では、セグメント 3 3 の 2 つの直線部 3 3 a、3 3 b を移動させることによりターン部としてのターン部 3 3 c を変形させたが、ターン部 3 3 c に対して径方向に沿った両側から変形後の形状を有する拘束治具で押圧する等の直接的な整形加工を予備工程において行うことによりターン部 3 3 c を変形させるようにしてもよい。ターン部に対して直接加圧整形してターン部を捻ることにより、2 つの直線部の径方向に沿った相対的な位置を確実に移動させることができる。

20

【 0 0 5 7 】

また、上述した実施形態では、図 1 2 および図 1 3 を用いて説明したように、大セグメント 3 3 1 に含まれる頂部 3 3 1 c 1 のクランク部の周方向幅 d_2 がスロット 3 5 の隣接間隔 a 以下の範囲に含まれるようにしたが、この周方向幅 d_2 がスロット 3 5 の隣接間隔 a 以上になるようにしてもよい。上述したように小セグメント 3 3 2 に含まれる頂部 3 3 2 c 1 のクランク部は、周方向幅 d_1 をスロット 3 5 の隣接間隔 a 以内に収めることにより、周方向に隣接する小セグメント 3 3 2 同士の干渉を防止することができる。これは、小セグメント 3 3 2 に含まれる頂部 3 3 2 c 1 のクランク部は導体素線を径方向に 1 本分ずらして形成されており、このときの径方向に対する傾斜を 1 スロットピッチ以内に収めればよいことを意味している。頂部のクランク部についてこの傾斜を維持する限り、周方向に隣接するセグメント同士の干渉を防止することができると考えられる。すなわち、大セグメント 3 3 1 に含まれる頂部 3 3 1 c 1 のクランク部は導体素線を径方向に 3 本分ずらして形成されているため、小セグメント 3 3 2 のクランク部と同じ傾斜を維持するためには、頂部 3 3 1 c 1 のクランク部の径方向に対する傾斜を 3 スロットピッチ（ $= 3 a$ ）以内に収めればよいことになる。図 2 5 は、クランク部の傾斜を維持した場合の小セグメント 3 3 2 と大セグメント 3 3 1 の関係を示す図である。

30

【 0 0 5 8 】

これを 3 本以上のセグメントを組み合わせるセグメントセットを構成する場合の大セグメント（小セグメント以外のセグメント）に適用すると、大セグメントのクランク部は、この大セグメントに内包される他のセグメント（小セグメント以外の場合もあるが、小セグメントと他の大セグメントが内包される場合もある）の本数の 2 倍に 1 を加算した値を乗数としてスロット 3 5 の隣接間隔に乘算した値以下の範囲に形成すればよいことになる。これにより、この大セグメントが周方向に隣接する大セグメントと干渉することを防止することができる。

40

【 0 0 5 9 】

また、上述した実施形態では、小セグメント 3 3 2 と大セグメント 3 3 1 のそれぞれのターン部は、ともに 2 つの直線部がねじりを伴わずに接続されるようにしたが、いずれか

50

一方のターン部を2つの直線部がねじりを伴って接続されるようにしてもよい。図26は、図3に示した一方の小セグメント332を、ねじりを伴って直線部を接続するターン部332c'を有する小セグメント332'に置き換えた一のセグメントセットを示す図である。小セグメント332c'のターン部332c'の頂部と大セグメント331cのターン部331cを見ると、それぞれの導体素線が接近する位置で各導体素線が延在する向きが90°異なるため、各ターン部332c'、331c間に大きな隙間を確保することができる。このため、セグメントセットを構成する各セグメント間の干渉を低減することが可能になる。なお、3本以上のセグメントを用いてセグメントセットが構成される場合には、2本以上の大セグメントの中の少なくとも1本についてねじりを伴って直線部を接続するターン部を有する大セグメントに置き換えることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】車両の走行動力発生用に用いられる一実施形態の回転電機としての走行モータの軸方向断面図である。

【図2】本実施形態のステータの外観斜視図である。

【図3】ステータコイルの一部をなすセグメントの斜視図である。

【図4】ステータコアに設けられたスロット内におけるセグメントの収容状態を示す部分断面図である。

【図5】大セグメントと小セグメントとからなるセグメントセットをスロットに挿入する状態を示す図である。

20

【図6】周方向に規則正しく配置されたセグメントセットの平面図である。

【図7】図6に示したセグメントセットから小セグメントのみを抜き出して示した平面図である。

【図8】小セグメントの頂部付近の部分的な斜視図である。

【図9】一の小セグメントを抜き出して周方向に展開した平面図である。

【図10】一の小セグメントを抜き出して周方向に展開した側面図である。

【図11】図6に示したセグメントセットから大セグメントのみを抜き出して示した平面図である。

【図12】一の大セグメントを抜き出して周方向に展開した平面図である。

【図13】一の大セグメントを抜き出して周方向に展開した側面図である。

30

【図14】折り曲げ整形工程によって製造されたU字状のセグメントの正面図である。

【図15】図14に示すセグメントの側面図である。

【図16】図14に示すセグメントの斜視図である。

【図17】小セグメントについての第1の捻り工程の詳細を示す図である。

【図18】小セグメントについての第1の捻り工程の詳細を示す図である。

【図19】第1の捻り工程によって捻り整形が行われた後の小セグメントを示す斜視図である。

【図20】大セグメントについての第1の捻り工程の詳細を示す図である。

【図21】大セグメントについての第1の捻り工程の詳細を示す図である。

【図22】第2の捻り工程で用いられる捻り治具の断面図である。

40

【図23】図22に示した捻り治具の要部を示す斜視図である。

【図24】セグメント押さえの形状を変更した捻り治具の変形例を示す図である。

【図25】クランク部の傾斜を維持した場合の小セグメントと大セグメントの関係を示す図である。

【図26】セグメントセットの変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

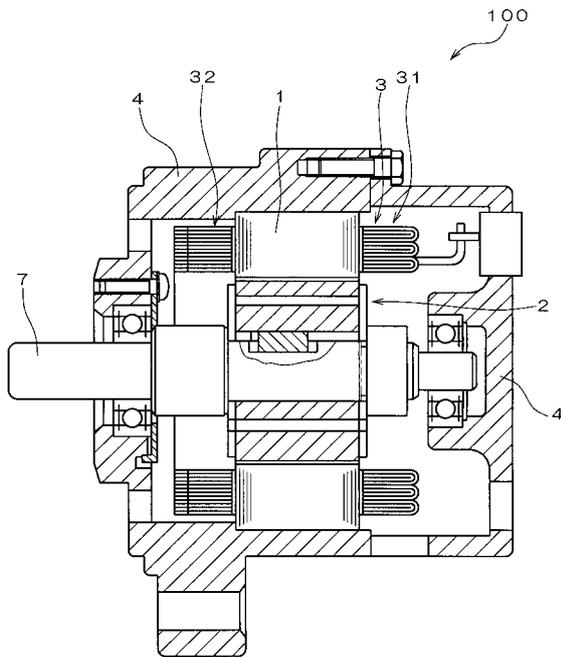
【0061】

- 1 ステータコア
- 2 ロータ
- 3 ステータコイル

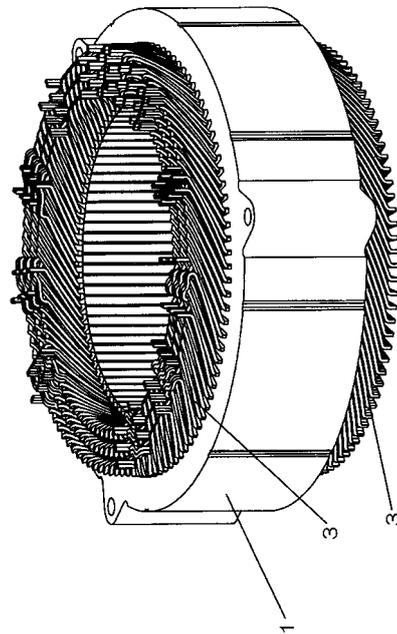
50

- 4 ハウジング
- 7 回転軸
- 3 1 ターン部側コイルエンド部
- 3 2 端部側コイルエンド部
- 3 3 セグメント
- 3 3 a、3 3 b 直線部
- 3 3 c ターン部
- 1 0 0 走行モータ
- 2 0 0 固定クランパ
- 2 1 0 可動クランパ
- 2 0 2、2 1 2 収納部
- 2 0 4、2 1 4 移動部
- 2 0 6、2 1 6 調整部
- 3 3 1 大セグメント
- 3 3 2 小セグメント

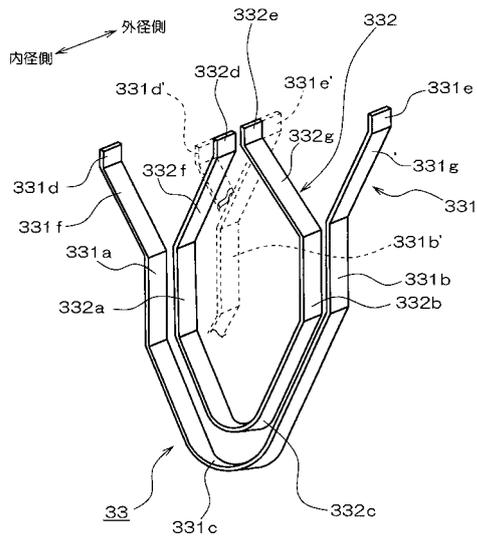
【図 1】



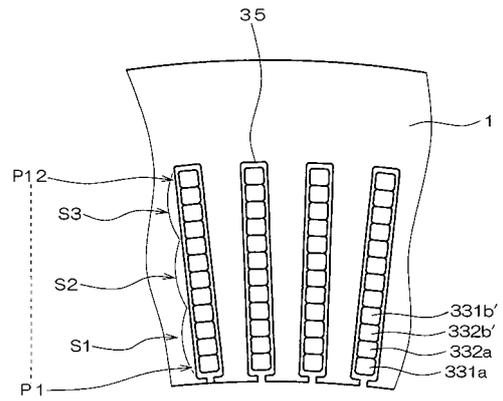
【図 2】



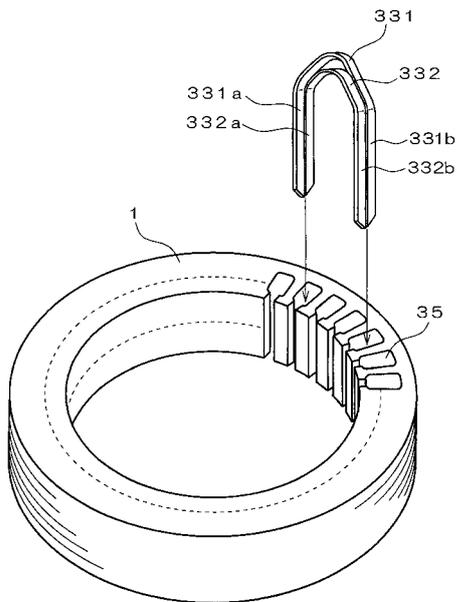
【 図 3 】



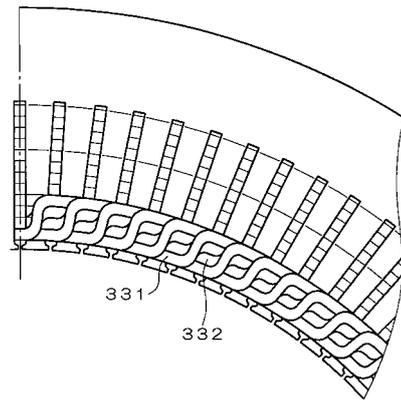
【 図 4 】



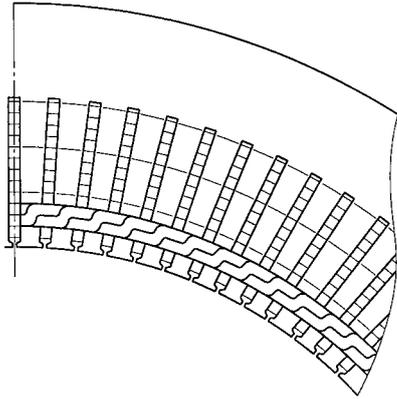
【 図 5 】



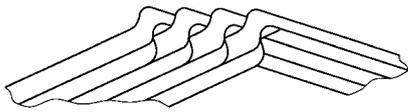
【 図 6 】



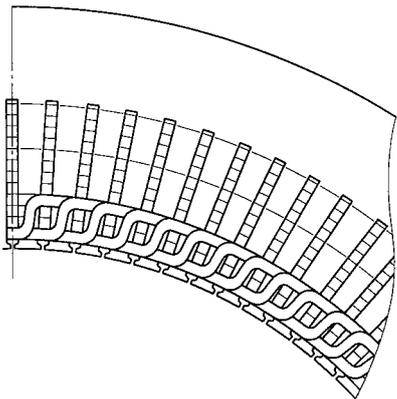
【 図 7 】



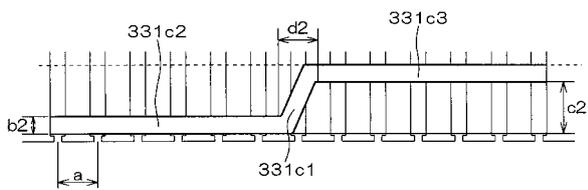
【 図 8 】



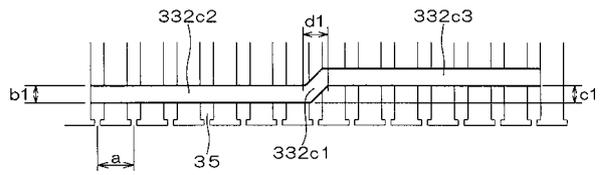
【 図 1 1 】



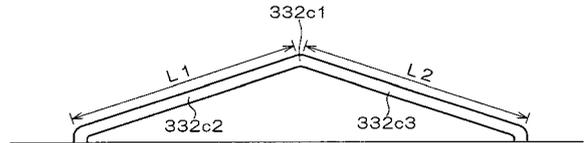
【 図 1 2 】



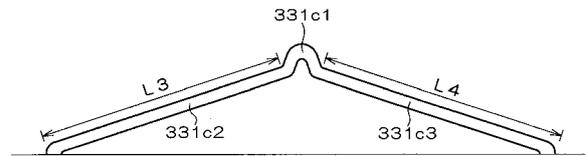
【 図 9 】



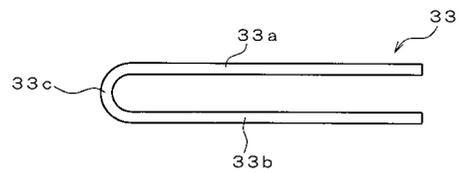
【 図 1 0 】



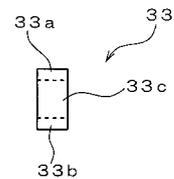
【 図 1 3 】



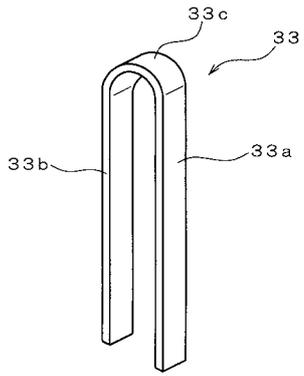
【 図 1 4 】



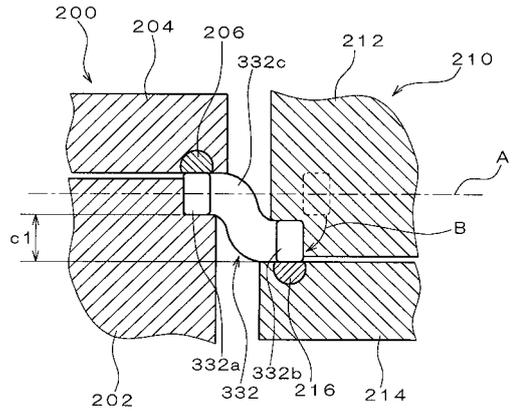
【 図 1 5 】



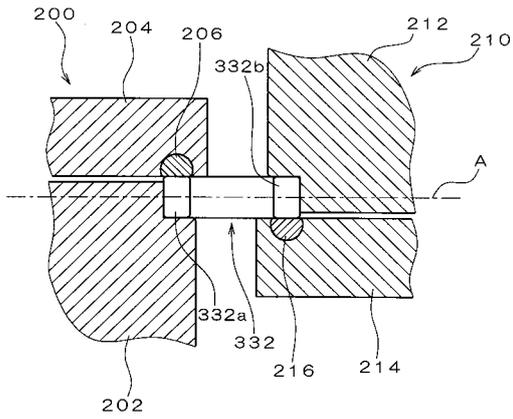
【図16】



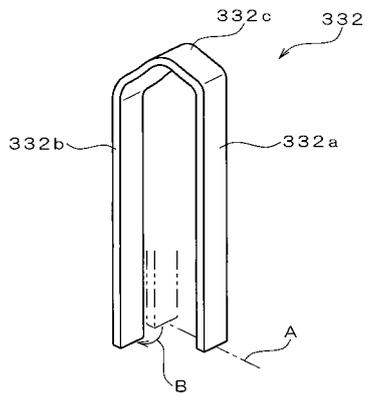
【図18】



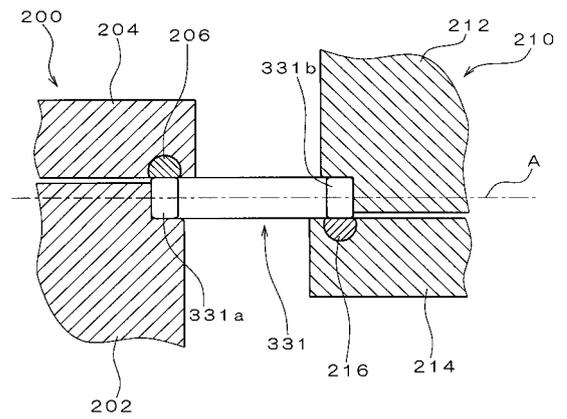
【図17】



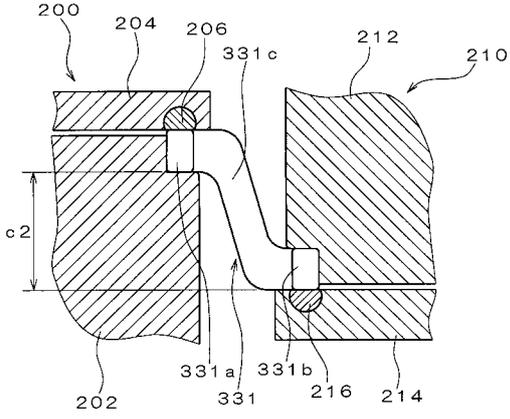
【図19】



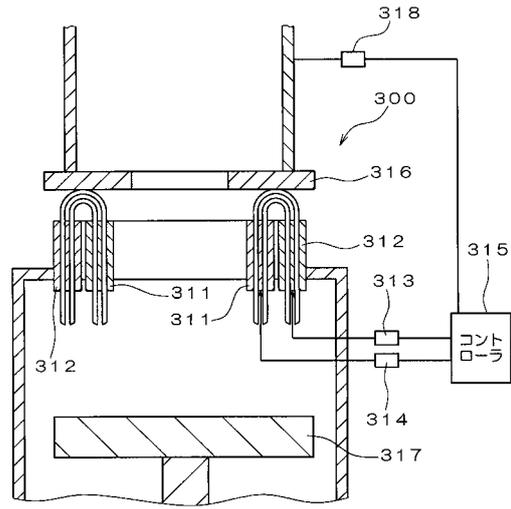
【図20】



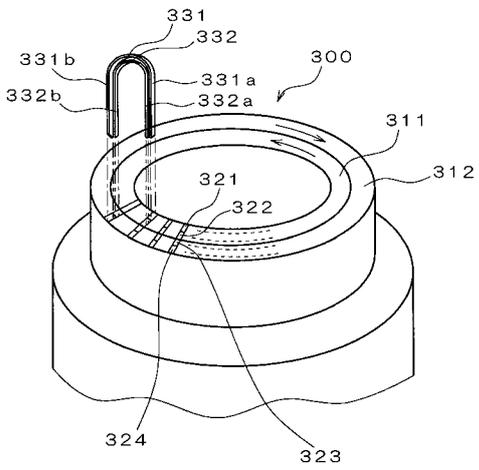
【図 2 1】



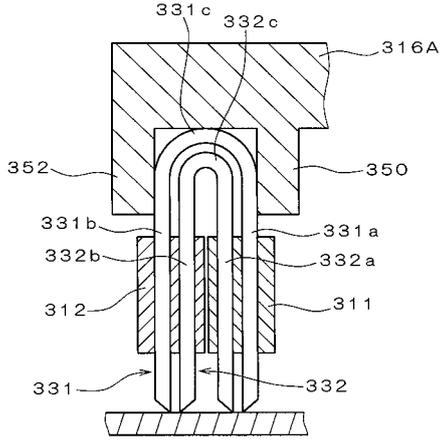
【図 2 2】



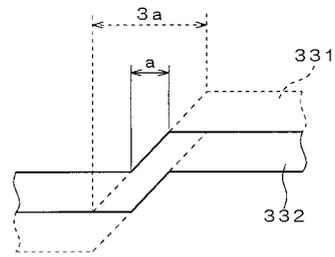
【図 2 3】



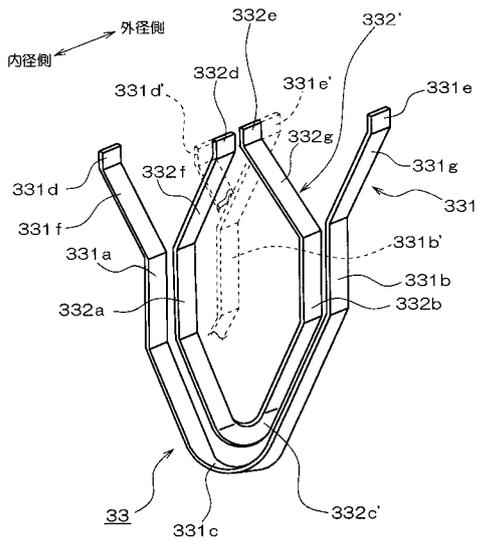
【図 2 4】



【図 2 5】



【 図 2 6 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5H603 AA09 BB01 BB02 BB07 BB09 BB12 CA01 CA05 CB02 CB03
CB17 CC05 CD02 CD08 CD11 CD22 CD28 CD32 CD33 CE02
CE03 CE05 EE01