

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5802581号
(P5802581)

(45) 発行日 平成27年10月28日 (2015. 10. 28)

(24) 登録日 平成27年9月4日 (2015. 9. 4)

(51) Int. Cl. F I
 HO2K 3/04 (2006.01) HO2K 3/04 J
 FO2N 11/00 (2006.01) FO2N 11/00 U

請求項の数 8 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2012-56611 (P2012-56611)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成24年3月14日 (2012. 3. 14)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2013-192360 (P2013-192360A)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(43) 公開日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)	(74) 代理人	100100310
審査請求日	平成26年2月24日 (2014. 2. 24)		弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(74) 代理人	100091720
			弁理士 岩崎 重美
		(72) 発明者	大澤 邦博
			茨城県ひたちなか市高場2520番地
			日立オートモティブ システムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機及びその生産方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定子と、

前記固定子の内周側に隙間を介して回転可能に支持された回転子を備え、

前記固定子が、内周面に向かって開口された複数のスロットを有する環状の固定子鉄心と、断面が略矩角形状の導線であって前記スロットに挿入された複数のコイル部と前記コイル部同士を繋ぐ渡り部とを構成する固定子巻線とを有する回転電機において、

前記コイル部の全体は略亀甲形状に巻き回され、

前記コイル部は2ヶ所で、前記固定子鉄心の異なるスロットにそれぞれ挿入され、うち1ヶ所が他ヶ所よりも前記固定子鉄心の外周側に設置され、

前記コイル部のコイルエンドは、前記固定子鉄心の片側または両側で、前記導線が前記回転の軸方向に異なる高さを有して巻き回されて略2階に形成された部位を有し、

前記略2階に形成された部位は、前記回転の軸方向に整列され、

前記略2階に形成された部位は、前記略2階のうちの略1階部と略2階部とにおいて、それぞれ前記導線が複数回巻き回された重なり部を有し、

前記重なり部は、口出し線側または口出し線側と反対側の前記コイルエンドで前記導線が奇数本重なり、前記略1階部において外周側になる前記導線が多くなるように形成されたことを特徴とする回転電機。

【請求項2】

請求項1において、

10

20

前記コイル部の最高部は略Z形に曲げられたことを特徴とする回転電機。

【請求項3】

請求項1において、

前記固定子巻線を複数本備え、

各々の固定子巻線が異なる電気角を成して固定子鉄心に設置されたことを特徴とする回転電機。

【請求項4】

請求項3において、

前記回転子の回転により前記固定子巻線に発生した電圧を整流する整流手段を備えたことを特徴とする回転電機。

10

【請求項5】

請求項3において、

印加された電圧を前記固定子巻線に分配する分配手段を備えたことを特徴とする回転電機。

【請求項6】

固定子と、前記固定子の内周側に隙間を介して回転可能に支持された回転子を備えた回転電機の生産方法において、

断面が略矩形形状の導線を曲げて、一部に高さが異なる部分を有するコイル部を複数形成し、

前記コイル部の全体は略亀甲形状に巻き回されており、

20

前記コイル部のコイルエンドは、前記固定子鉄心の片側または両側で、前記導線が前記回転の軸方向に異なる高さを有して巻き回されて略2階に形成された部位を有し、

前記略2階に形成された部位は、前記回転の軸方向に整列されており、

前記略2階に形成された部位は、前記略2階のうちの略1階部と略2階部とにおいて、それぞれ前記導線が複数回巻き回された重なり部を有しており、

前記重なり部は、口出し線側または口出し線側と反対側の前記コイルエンドで前記導線が奇数本重なり、前記略1階部において外周側になる前記導線が多くなるように形成されており、

前記回転子を構成し内周側に開口を有する複数のスロットが形成された環状の固定子鉄心の第1のスロットの外周側に、前記コイル部の他の部分を挿入し、

30

前記固定子鉄心の第2のスロットの内周側に、前記コイル部の他の部分を挿入し固定したことを特徴とする回転電機の生産方法。

【請求項7】

請求項6において、

断面が略矩形形状の第2の導線を曲げて、一部に高さが異なる部分を有する第2のコイル部を形成し、

前記第2のスロットの外周側に、前記第2のコイル部の他の部分が挿入され、

その後、前記第2のスロットの内周側に、前記コイル部の他の部分を挿入し固定したことを特徴とする回転電機の生産方法。

【請求項8】

40

請求項7において、

複数本の前記導線をそれぞれ、曲げて、一部に高さが異なる部分を有するコイル部を複数形成し、

これらの導線を前記固定子鉄心に固定した後に、これらの導線の端同士を電氣的に接続したことを特徴とする回転電機の生産方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電機やモータ等の回転電機及びその生産方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

近年、環境規制により自動車の省エネルギー化が進み、車両用回転電機では、高出力かつ高効率の回転電機を安価で提供することが求められており、特に大きな効果がある固定子による改善案が提案されている。

【 0 0 0 3 】

固定子の巻線形態に、高出力化を達成する手段として、矩形断面のコイルを使用して、固定子のスロット内のコイル占有面積を高占積率化する方法がある。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 には、矩形断面を有する導体でコイル占積を向上させ、かつ巻線コイルのコイルエンド部に捻りを伴わずに曲げのみでクランク形状に成形したコイルエンドを持つ、重ね巻きした固定子巻線を有する回転電機固定子が提案されている。また、特許文献 2 では平角線を略 U 字形状に成形したセグメントコイルを固定子鉄心軸方向から挿入し、端部を所定の角度で周方向に捻り、端部を所定のコイルと溶接にて接合した構造の固定子を有する回転電機が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 8 - 1 0 4 2 9 3 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 8 - 1 6 7 5 6 7 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

コイルの高占積率化に関しては、占有率向上させていった場合、特許文献 1 の方法では固定子鉄心の径とスロット長との関係で、コイルエンド部で重なったコイルの厚みが大きくなり他コイルを装着するための隙間が無くなり、また干渉してしまうことでスロットにコイルが収まらなくなるため、コイル同士の隙間を確保し干渉を回避するコイルエンド形状が課題となる。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 では、セグメントコイルの一端側の多数箇所を溶接しなければならないため、生産性及び溶接部の絶縁性などの品質面での懸念点があり、特に高電圧の回転電機で問題となる。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、コイルを高占積率化し、高出力かつ高効率の回転電機を実現することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記目的は、特許請求の範囲に記載の発明により達成される。例えば、上記目的は、固定子と、前記固定子の内周側に隙間を介して回転可能に支持された回転子を備え、前記固定子が、内周面に向かって開口された複数のスロットを有する環状の固定子鉄心と、断面が略矩角形状の導線であって前記スロットに挿入された複数のコイル部と前記コイル部同士を繋ぐ渡り部とを構成する固定子巻線とを有する回転電機において、前記コイル部の全体は略亀甲形状に巻き回され、前記コイル部は 2 ケ所で、前記固定子鉄心の異なるスロットにそれぞれ挿入され、うち 1 ケ所が他ケ所よりも前記固定子鉄心の外周側に設置され、前記コイル部のコイルエンドは、前記固定子鉄心の片側または両側で、前記導線が前記回転の軸方向に異なる高さを有して巻き回されて略 2 階に形成された部位を有し、前記略 2 階に形成された部位は、前記回転の軸方向に整列され、前記略 2 階に形成された部位は、前記略 2 階のうちの略 1 階部と略 2 階部とにおいて、それぞれ前記導線が複数回巻き回された重なり部を有し、前記重なり部は、口出し線側または口出し線側と反対側の前記コイルエンドで前記導線が奇数本重なり、前記略 1 階部において外周側になる前記導線が多くなるように形成されたことより達成される。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0010】

本発明により、コイルを高占積率化し、高出力かつ高効率の回転電機を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施例による回転電機の全体構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第1実施例による固定子のフロント側からの斜視図である。

【図3】本発明の第1実施例による回路図である。

【図4】本発明の第1実施例によるU1相Aコイルの固定子巻線の斜視図である。

【図5】本発明の第1実施例による環状コイルの斜視図である。

10

【図6】図5の環状コイルの断面図である。

【図7】図5の環状コイルを断面と従来例の断面を比較した図である。

【図8】図5の環状コイルをフロント側から見た図である。

【図9】図5の環状コイルをリヤ側から見た図である。

【図10】図5の環状コイルのスロット内に入る部分の断面図である。

【図11】本発明の第1実施例による環状コイルの巻線方法を示した図である。

【図12】本発明の第1実施例による固定子鉄心内の巻線配置図である。

【図13】本発明の第1実施例による固定子の軸方向から見た図である。

【図14】本発明の第3実施例による環状コイルの斜視図である。

【図15】本発明の第3実施例による固定子鉄心内の巻線配置図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

〔第1実施例〕

以下、図1～図9を用いて、本発明の第1の実施形態による回転電機の構成について説明する。

【0013】

最初に、図1を用いて、実施例として回転電機の全体構成について説明する。ここでは、回転電機として、車両用交流発電機を例にして説明する。

【0014】

図1は、本発明の第1の実施形態による回転電機の全体構成を示す断面図である。車両用交流発電機23は、回転子4と、固定子5とを備えている。回転子4は、シャフト2の中心部に界磁巻線13を備え、その両側に磁性材料にて成形されたフロント側爪形磁極11とリヤ側爪形磁極12からなる回転子鉄心が界磁巻線13を覆うように両側から挟むように配置される。フロント側爪形磁極11とリヤ側爪形磁極12とは、爪部が互いに対向し、かつ、一方の爪形磁極が他方の爪形磁極に噛み合うように配置される。

30

【0015】

回転子4は、固定子5の内周側に、僅かなギャップを介して対向配置されている。回転子4は、フロントベアリング3及びリヤベアリング10の内輪にシャフト2が挿通され、回転自在に支持されている。固定子5は、固定子鉄心6と固定子巻線7から構成される。固定子鉄心6は、環状に形成された薄板鋼板が複数枚積層され、内周側には突出した歯部（ティース）とからなり、各歯部の間にスロットが形成されている。各々のスロットに各相の固定子巻線7が複数のティースをまたいで夫々のスロットに挿入され、装着される。固定子5の両端は、フロントブラケット18とリヤブラケット19によって保持されている。

40

【0016】

シャフト2の一方の端部には、プーリ1が取り付けられている。シャフト2の他方の端部には、スリップリング14が設けられ、ブラシ15と接触し界磁巻線13に電力を供給している。更に、回転子4のフロント側爪形磁極11とリヤ側爪形磁極12の両端面には、外周側に複数の羽根を有する冷却ファンであるフロントファン16とリヤファン17が設けられ、回転することによる遠心力によって、外部からの空気を導入し、内部を冷却した

50

空気を外部に排出するように、空気を流通させるようになっている。

【0017】

固定子巻線7は、本例では3相巻線で構成されており、それぞれの巻線の口出し線は、整流回路20に接続されている。整流回路20は、ダイオード等の整流素子から構成され、全波整流回路を構成している。例えばダイオードの場合、カソード端子はダイオード接続端子21に接続されている。また、アノード側の端子は車両用交流発電機本体に電氣的に接続されている。リヤカバー22は整流回路20の保護カバーの役割を果たしている。

【0018】

次に、発電動作について説明する。まず、エンジンの始動に伴ってクランクシャフトからベルトを介してプーリ1に回転が伝達されるため、シャフト2を介して回転子4を回転させる。ここで、回転子4に設けられた界磁巻線13にスリップリング14を介してブラシ15から直流電流を供給すると界磁巻線13の内外周を周回する磁束が生じるため、回転子4におけるフロント側爪形磁極11とリヤ側爪形磁極12にN極、又は、S極が周方向に交互に形成される。この界磁巻線13による磁束は、フロント側爪形磁極11のN極から固定子鉄心6をとって固定子巻線7の周りを周回し、回転子4のリヤ側爪形磁極12のS極に到達することで回転子4と固定子5を周回する磁気回路が形成される。このように回転子にて生じた磁束が固定子巻線7と鎖交するため、U1相、U2相、V1相、V2W相、W1相、W2相の固定子巻線7のそれぞれに交流誘起電圧が発生し、全体としては6相分の交流誘起電圧が生じる。

【0019】

このように発電された交流電圧は、ダイオード等の整流素子で構成された整流回路20によって、全波整流されて直流電圧に変換される。整流された直流電圧は一定電圧になるようにICレギュレータ(図示せず)で界磁巻線13に供給する電流を制御することで達成している。

【0020】

次に、図2～図9を用いて、第1実施例の構成について説明する。図2は固定子のフロント側からの斜視図である。図3は回路図である。図4はU1相Aコイルの固定子巻線の斜視図である。図5は環状コイルの斜視図である。図6は図5の環状コイルをP側から見た図である。図7は、図5の環状コイルをF側から見た図である。図8は固定子鉄心内の巻線配置図である。図9は固定子のフロント側の軸方向から見た図である。

【0021】

図2に示すように、固定子5は、内周面の周方向に複数のスロットを有する環状の固定子鉄心6と、その各々のスロットの内周面に装着されたU字状の絶縁紙8を介して、各相の固定子巻線7を装着し、固定子巻線7をスロット内に保持するためスロット最内周側にスロット楔9を有する。この例では、スロット数は72である。固定子鉄心6のスロットから軸方向にはみ出た部分は、2つのスロット間を口出し線側のコイルエンド72-a、口出し線側と反対側のコイルエンド72-bである。また、図示のように、24本の口出し線71が取り出され、図3に示す結線図に示すように結線され、整流器20に接続される。

【0022】

図3に示すように本実施例での構成は、固定子巻線は三角形に結線されたデルタ結線の構成で、Aコイル及びBコイルと2種類のコイルを並列に結線し構成されているが、Aコイル及びBコイルを直列接続及びスター結線(Y結線)で構成しても回転電機として成立する。

【0023】

図4に示すように、U1相の固定子巻線7は、環状に巻き回され成形された環状コイル76を渡り線73で複数連結した形態で構成され、本例である毎極毎相のスロット数を12極6相分の巻線の場合72スロットであり、環状コイル76の数は6で各コイル間は渡り線73で接続され、連続的に形成されたコイルが全12本で構成される。本例における環状コイル76の巻数は、5Tである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、U 1 相の固定子巻線 7 U 1 は、7 U 1 - A 巻線と 7 U 1 - B 巻線で構成されている。7 U 1 - A 巻線は渡り線 7 3 が口出し線 7 1 側に配置される構成で 7 U 1 - B 巻線も同様に渡り線 7 3 が口出し線 7 1 側に配置される構成の固定子巻線であり、渡り線の配置を口出し線側に集約する。

【 0 0 2 5 】

図 5 に環状コイル 7 6 の形態を示す。環状コイル 7 6 は、略六角形であり、口出し線 7 1、固定子鉄心の軸方向に飛び出したコイルエンド部 7 4、固定子鉄心のスロット部に装着されるコイルスロット部 7 5、環状コイル間を繋ぐ渡り線 7 3 により構成され、コイルエンド部 7 2 には、コイルエンド頂点部で捻りのない Z 型形状に成形されたコイルターン部がある。

10

【 0 0 2 6 】

図 5 に示すように環状コイル 7 6 の巻順は、口出し線 7 1 から固定子鉄心のスロット部に入る環状コイルスロット部 7 5 - a に入り、口出し線と反対側のコイルエンド 7 2 - b に移る。コイルエンド部の頂点は、本例ではまず h 1、h 2 の 2 段のうち h 2 の頂点 Z 型状部からスロット部に入る 7 5 - b に入る。

【 0 0 2 7 】

その後、7 2 - b と同様に口出し線側のコイルエンド 7 2 - a を形成し最初のスロット部 7 5 - a に入り、略亀甲形状（略六角形状）を一周し、環状コイル 7 6 の 1 T（ターン）となる。このような巻線作業を所定の巻数分を繰り返すことで、回転電機の特性に必要とする所定の巻数分を巻き回している。コイルエンド部でのコイルの分割は、本例では 2 階層としているため、総重なり本数を 1 / 2 に分割するが、口出し線側もしくは口出し線と反対側で奇数本の重なりとなる場合は、外周側になるコイルを多くなるように巻く。この場合、内周側のコイルは外周側コイルの形状に合わせるように変形させることになるので変形量が大きくなるため、生産性の面から変形量の大きい内周側の巻き重ね数を少なくしておくことが望ましい。

20

【 0 0 2 8 】

図 6 は、環状コイル 7 6 の断面図である。環状コイル 7 6 を形成する導線は断面が略矩形形状の金属線である。本例では 5 T のため、口出し線側のコイルエンド 7 2 - a で巻き重ねられているコイルは 4 本導線であり、コイルは h 2 の頂点高さの上段に 1 ~ 2 T までの 2 本、h 1 の頂点高さの下段に 3 ~ 4 T の 2 本に分割される。それに対し、口出し線と反対側のコイルエンド 7 2 - b で巻き重ねられるコイルは 5 本導線になり、また、本例においては、外周側になるコイルを h 1 の頂点高さを持つ下段コイルとしていることから、h 2 の頂点高さの上段で 1 ~ 2 T までの 2 本、h 1 の頂点高さの下段で 3 ~ 5 T までの 3 本導線に分割される。分割したコイルエンド部の重なり厚みは、外周側に配置されている h 1 の高さで巻き回されたコイルの重なり厚み 7 7 - a 及び 7 7 - b の内側で軸方向に整列されている。例えば巻数を 6 T とした場合は、口出し線側のコイルエンドでの巻き重ねられるコイル導線が 5 本となるため、内周側になるコイル高さ h 2 で 2 本、外周側になるコイルの高さ h 1 で 3 本で分割し、口出し線と反対側のコイルエンドでは巻き重ねられるコイルが 6 本導線になるため、各 3 本導線ずつに分割される。この場合の h 1、h 2 のコイル同士の隙間は、軸方向に整列できるよう確保するが、コイルエンド高さを低く抑えるために 1 mm 程度が望ましい。

30

40

【 0 0 2 9 】

尚、環状コイルの回転軸方向に異なる高さ（h 1、h 2）を有する部分は、本実施例では固定子磁極の両側に設けてあるが、片側のみに設けても良い。

【 0 0 3 0 】

図 7 は、本実施例の階層状に分割した場合のコイルエンドの重なり厚みと、従来例におけるコイルエンドの重なり厚みの比較を記した図である。本実施例のコイルエンドの重なり厚みは、従来例に比べ 1 / 2 もしくは 3 / 5 に小さくなっている。

【 0 0 3 1 】

50

図 8 は、図 5 の環状コイル 7 6 の口出し線側のコイルエンド 7 2 - a 部を軸方向上側から示した図である。コイルエンド部の Z 形状部 7 4 - a で、上段のコイルは下段のコイルの重なり幅内側と外側の中 7 7 - a でコイルが階層状に整列している形状である。

【 0 0 3 2 】

図 9 は、図 5 の環状コイル 7 6 の口出し線と反対側のコイルエンド 7 2 - b を軸方向上側から示した図である。コイルエンド部の Z 形状部 7 4 - b で、上段のコイルは下段のコイルの重なり幅内側と外側の中 7 7 - b でコイルが階層状に整列している形状である。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 は、図 5 の環状コイル 7 6 のスロット部に入る 7 5 - a 及び 7 5 - b の断面を軸方向から見た図であり、スロット内では矩形断面を持つコイルが所定の巻数分コイル幅広
10
面が径方向に重なり整列されている。本例では 5 T のため、外径側、内径側 5 本ずつである。

【 0 0 3 4 】

図 1 1 は、本実施例における環状コイルの巻き順と巻線方法の一例である。図 1 1 - (1) は、コイルを巻き付けるためのジグである。コイルエンド部は階層状にコイルを巻き回すため、 h_1 及び h_2 の頂点高さを持ち、 h_2 を先に巻き付ける形状である。図 1 1 - (2) は、巻始めから矢印方向に h_2 の頂点に沿って 2 T までを巻き付けた状態を示す図である。図 1 1 - (3) は、3 T 以降を h_1 の頂点に沿って巻き付けた図であり、本例では巻数を 5 T としている。図 1 1 - (4) は、5 T 巻き終えた成形前の環状コイル 7 9 をジグから矢印方向にはずした図である。図 1 1 - (5) は、本実施例における環状コイル
20
の成形方法を示した図である。成形前環状コイルのコイルエンド部 7 9 - a を図に示す点線位置で h_1 と h_2 のコイルを別々に押さえながら の角度に環状コイル全体を曲げることで、環状コイル 7 6 の形状に成型する。この際に h_1 と h_2 を別々に押さえ、 h_2 を h_1 上部まで押込むことで、階層状のコイルエンドが整列する。

【 0 0 3 5 】

図 1 2 に固定子鉄心に装着される固定子巻線 7 のスロットの配置図を示す。

環状コイル 7 6 の配置ピッチは磁極ピッチと等しい電気角 360° 間隔で配置され、環状コイルの巻回ピッチは、磁極ピッチより小さい電気角 180° 未満の 150° で巻き回される短節ピッチとなる。

【 0 0 3 6 】

このように、固定子巻線に用いる環状コイルの巻回ピッチが、磁極ピッチと等しい全節ピッチの間隔よりも狭い間隔（短節ピッチ = 電気角で 180° 未満）で複数のティースをまたいで夫々のスロットに挿入されるものを短節巻きと称する。なお、固定子巻線に用いる環状コイルの巻回ピッチが、磁極ピッチと等しい全節ピッチの間隔（全節ピッチ = 電気角で 180° ）で複数のティースをまたいで夫々のスロットに挿入されるものを全節巻きと称する。

【 0 0 3 7 】

また、V 1 相から W 2 相の固定子巻線についても同様の構成である。

図 5 で示す環状コイル 7 6 は、固定子鉄心に装着されるが、固定子巻線 7 の配置は、図 1 2 に示すようにスロットの半径方向に 2 分割され、スロット開口部側を内層、固定子鉄
40
心 6 の外周側を外層となる 2 層巻線の配置となる。

【 0 0 3 8 】

各相の固定子巻線 7 は、A コイル及び B コイルの 2 種類に分割され、図 1 2 において、例えば、2 つの U 1 相の固定子巻線 7 は、A コイルは U 1 A、B コイルは U 1 B とし、環状コイル U 1 A は、第 1 スロットの S 1 の外層側と第 6 スロットである S 6 の内層側に配置され、コイルエンド部で結ばれ環状コイル 7 6 を形成する。すなわち、U 1 相の環状コイル巻回ピッチは磁極ピッチより小さい電気角 180° 未満の 150° で巻き回される。一方、環状コイル U 1 B は、第 7 スロットの S 7 の外層側と第 1 1 スロットである S 1 1 の内層側に配置され、コイルエンド部で結ばれ環状コイル 7 6 を形成する。すなわち、U
50
2 相の環状コイル巻回ピッチは磁極ピッチより小さい電気角 180° 未満の 150° で巻

き回される。

【 0 0 3 9 】

V 1 相から W 2 相の環状コイルについても同様の構成である。

【 0 0 4 0 】

図 1 2 に示すスロット配置図で装着された環状コイルを図 4 に示すように渡り線 7 3 で繋ぐ形態とし、図 3 に示すような結線図で各相の固定子巻線 7 を結線し、整流器に接続することで、固定子は 2 組の 3 相結線を備えた本第 1 実施例である車両用交流発電機となる。

【 0 0 4 1 】

図 5 の環状コイル 7 6 で構成された固定子 5 は、フロント側から見ると図 1 3 に示すような形態となる。

10

【 0 0 4 2 】

図 1 3 (1) は、口出し線と反対側のコイルエンドと軸方向から見た図である。

図 1 3 (2) は、(1) の一部を拡大した図である。

【 0 0 4 3 】

図 1 3 (2) に示されるようにコイルエンドの頂点である Z 型形状部 7 4 - b は、階層状になった Z 型形状の斜め部が放射状に整列され、Z 型形状部 7 4 - b 同士に一定の間隔 4 0 が設けられている。コイルエンド頂点部を含む Z 型形状部で巻き回されたコイルを階層状に分割することで、コイル重なり厚み寸法図 6 7 7 - b を小さくし、コイルターン部での間隔を一定に保つことができ、コイルエンド部で干渉することが無く固定子を構成

20

【 0 0 4 4 】

また、モータ等の高電圧化にも一定のギャップを保つことが可能となり、相間絶縁紙無しで固定子を構成することができ、高品質で安価の固定子を提供できる。また、コイルエンド部で巻き回されたコイルを分割したことにより、発熱するコイルの束を分割したこと、放熱面積が増えたことで、冷却性にも効果がある。

【 0 0 4 5 】

〔第 2 実施例〕

上記した第 1 実施例では、2 階層のコイルエンドの内、上段のコイルを内径側に配置したが、外径側に配置することでも成立する。またターン数の増加やスロット長及びスロット内のコイル占積率の増加により、さらにコイル重なり厚みを小さくしたい場合は、階層数をさらに増やしてコイル重なり厚みの分割数を増やすことにより、コイルエンドの干渉を回避することができる。

30

【 0 0 4 6 】

また第 1 実施例では、6 つの異なる相の固定子巻線 7 を固定子鉄心 6 に装着した後に、電気角が異なる 2 つの相の固定子巻線を並列に接続して整流器 2 0 に接続した構成であるが、直列接続でも同様の効果が得られ口出し線の数を低減できる効果がある。

【 0 0 4 7 】

また、デルタ結線での構成であるがスター結線でも同様の効果が得られる。

また、第 1 実施例では、固定子巻線の巻回ピッチを 5 / 6 (電気角 1 5 0 °) で巻線された固定子について述べてきたが、巻回ピッチを 4 / 6 (電気角 1 2 0 °) または、巻回ピッチ 6 / 6 (電気角 1 8 0 °) で巻線された固定子の構成についても成立し、同様の効果が得られる。

40

【 0 0 4 8 】

また、2 組の 3 相巻線を有する固定子について述べてきたが、3 相巻線及び 5 相、7 相等の多相の固定子についても同様の効果が得られる。

【 0 0 4 9 】

〔第 3 実施例〕

上記した第 2 実施例では、第 1 実施例で述べた固定子巻線の巻回ピッチ 5 / 6 (電気角 1 5 0 °) に加え、巻回ピッチ 4 / 6 (電気角 1 2 0 °) または、巻回ピッチ 6 / 6 (電

50

気角 180°)での成立性について述べた。

【0050】

本実施例では、1つのコイルの巻回ピッチを複数に分割した方法、例として巻き回すコイルの約半数ずつ $5/6$ と $6/6$ ピッチに分割した形態について記述する。

【0051】

図14は、本実施例の環状コイルの形態である。

環状コイル86は、固定子鉄心外層側スロットに装着されるコイル85-aに対し、固定子鉄心内層側スロットに装着されるコイルは、巻回ピッチ $5/6$ (電気角 150°) の85-bと、巻回ピッチ $6/6$ (電気角 180°) の85-cに分割される。

【0052】

分割された巻回ピッチ $5/6$ のコイル85-bは、コイルエンド部82-a及び82-bで頂点部にh1の高さを持つ下段コイルとなり、巻回ピッチ $6/6$ のコイル85-cはコイルエンド部82-a及び82-bで頂点部にh2の高さを持つ上段コイルとなることで、階層状に分割されたコイルエンド形状となる。

【0053】

また、本実施例では巻回ピッチを分割したことで、コイルが高さ方向に上下段の階層状に分割されたことに加え、周方向にも分割されコイルエンド部82-a及び82-bの全域でコイルが分割され、コイルターン部での間隔をより広く一定に保つことができ、コイルエンド部で他のコイルと干渉することが無く固定子を構成できる。

【0054】

図15に固定子鉄心に装着される固定子巻線80のスロットの配置図を示す。

環状コイル86の配置ピッチは磁極ピッチと等しい電気角 360° 間隔で配置され、環状コイルの巻回ピッチは、内層2に磁極ピッチより小さい電気角 180° 未満の 150° の $5/6$ ピッチで巻き回される短節ピッチと、内層1に磁極ピッチと等しい電気角 180° の $6/6$ ピッチで巻き回される全節ピッチとに分割配置される。

【0055】

このように、固定子巻線に用いる環状コイルの巻回ピッチが、磁極ピッチと等しい全節ピッチの間隔よりも狭い間隔(短節ピッチ=電気角で 180° 未満)で複数のティースをまたいで夫々のスロットに挿入されるものを短節巻きと称する。なお、固定子巻線に用いる環状コイルの巻回ピッチが、磁極ピッチと等しい全節ピッチの間隔(全節ピッチ=電気角で 180°)で複数のティースをまたいで夫々のスロットに挿入されるものを全節巻きと称する。

【0056】

本実施例の巻線形態では、コイル長が全節ピッチ $6/6$ と短節ピッチ $5/6$ の双方中間の特性となり、全節ピッチでの誘起電圧増加、短節ピッチ部でのコイル長短縮でのコイルの抵抗値の低減、また分散巻き短節ピッチのインダクタンス低下による高回転域の出力向上など双方の特性を得ることができ、高出力・高効率の回転電機の提供が可能となる。

【0057】

また、上述の各実施形態では、回転電機の一例として車両用交流発電機について説明を行ったが、回転力を出力するモータや、発電と駆動を兼ねたモータジェネレータ等にも適用することができる。特にモータとしては、ハイブリット自動車や電動四輪駆動車の駆動用モータ、ポンプを駆動するためのモータ等への固定子として適用できる。

【符号の説明】

【0058】

- 1 プーリ
- 2 シャフト
- 3 フロントベアリング
- 4 回転子
- 5 固定子
- 6 固定子鉄心

10

20

30

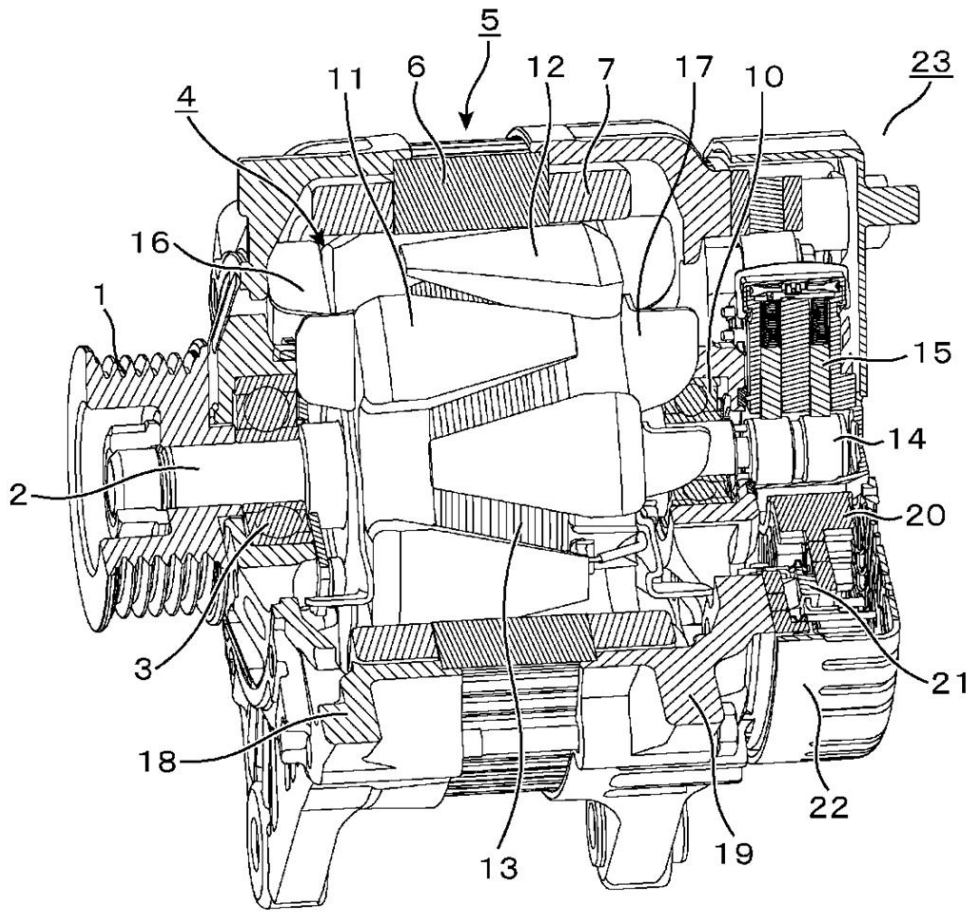
40

50

7	固定子巻線	
8	絶縁紙	
9	スロット楔	
10	リヤベアリング	
11	フロント側爪磁極	
12	リヤ側爪磁極	
13	界磁巻線	
14	スリップリング	
15	ブラシ	
16	フロントファン	10
17	リヤファン	
18	フロントブラケット	
19	リヤブラケット	
21	ダイオード接続端子	
22	リヤカバー	
23	車両用交流発電機	
30	巻線ジグ	
40	コイルエンド隙間	
71、81	口出し線	
73、83	渡り線	20
76、86	環状コイル	
79	成形前の環状コイル	
80	第3実施例における固定子巻線	

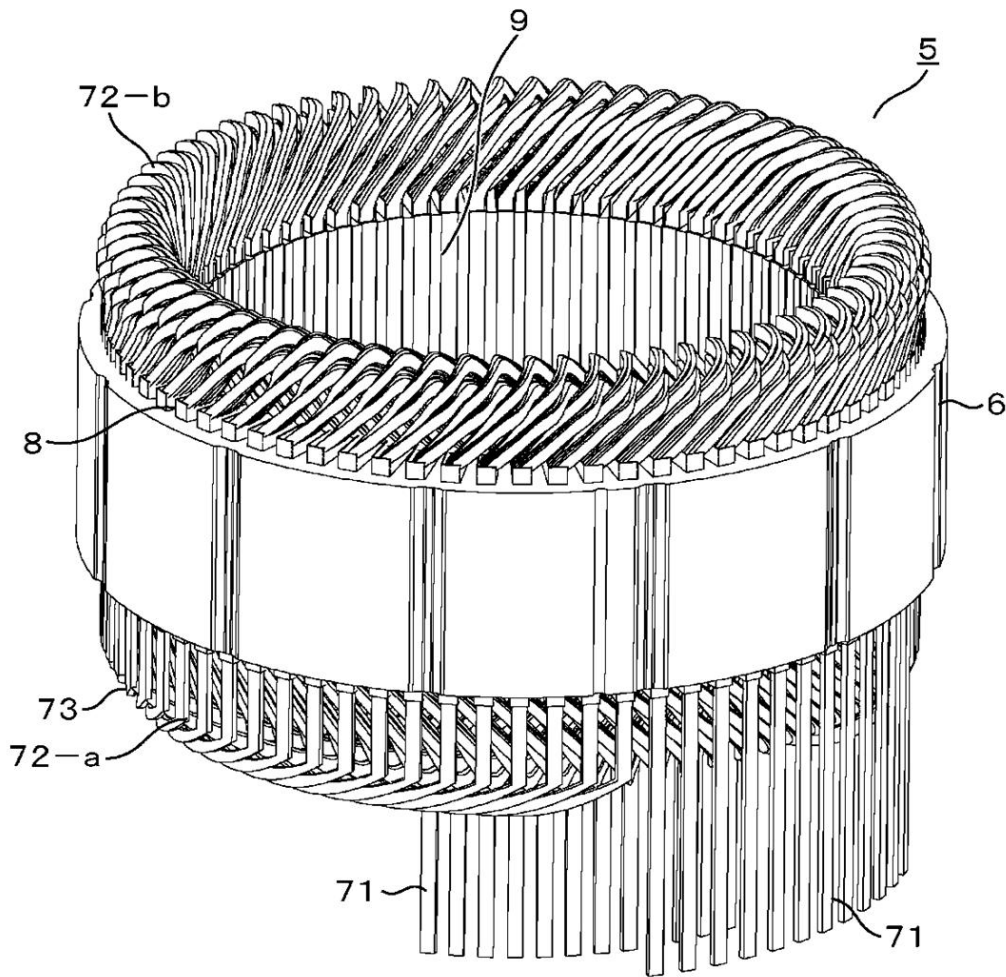
【図1】

図 1



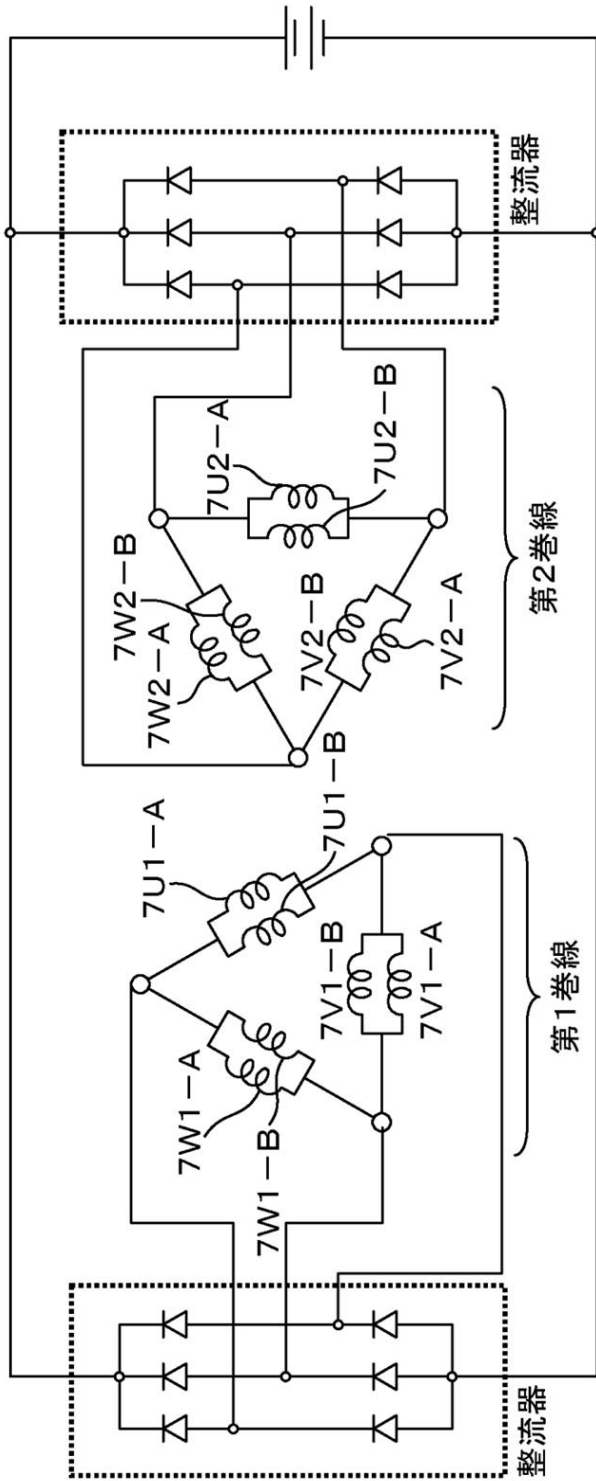
【図2】

図 2



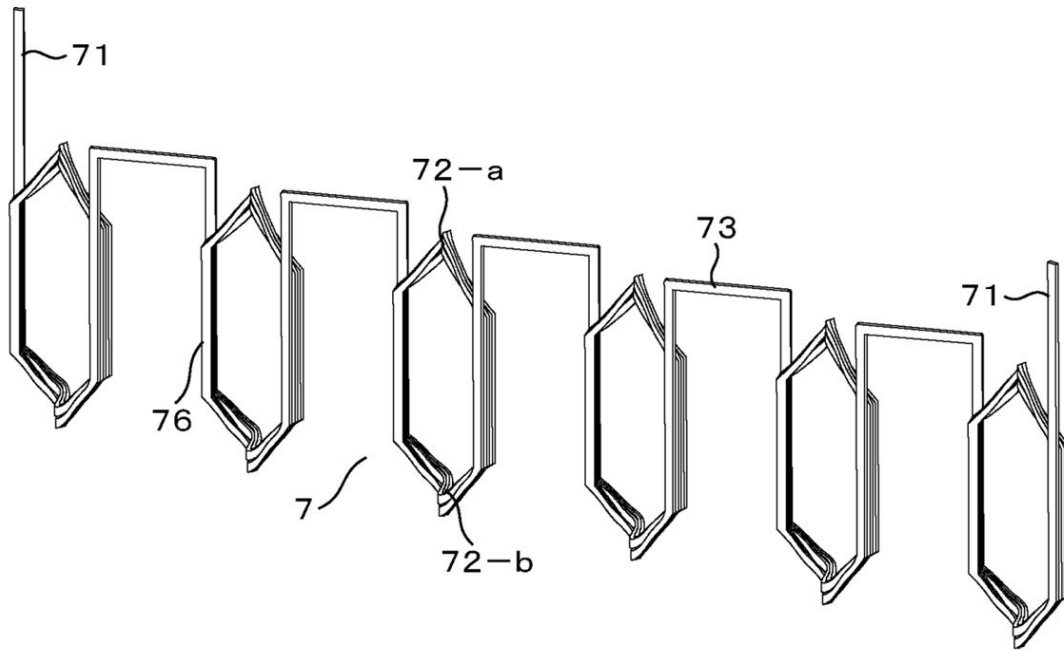
【 図 3 】

図 3



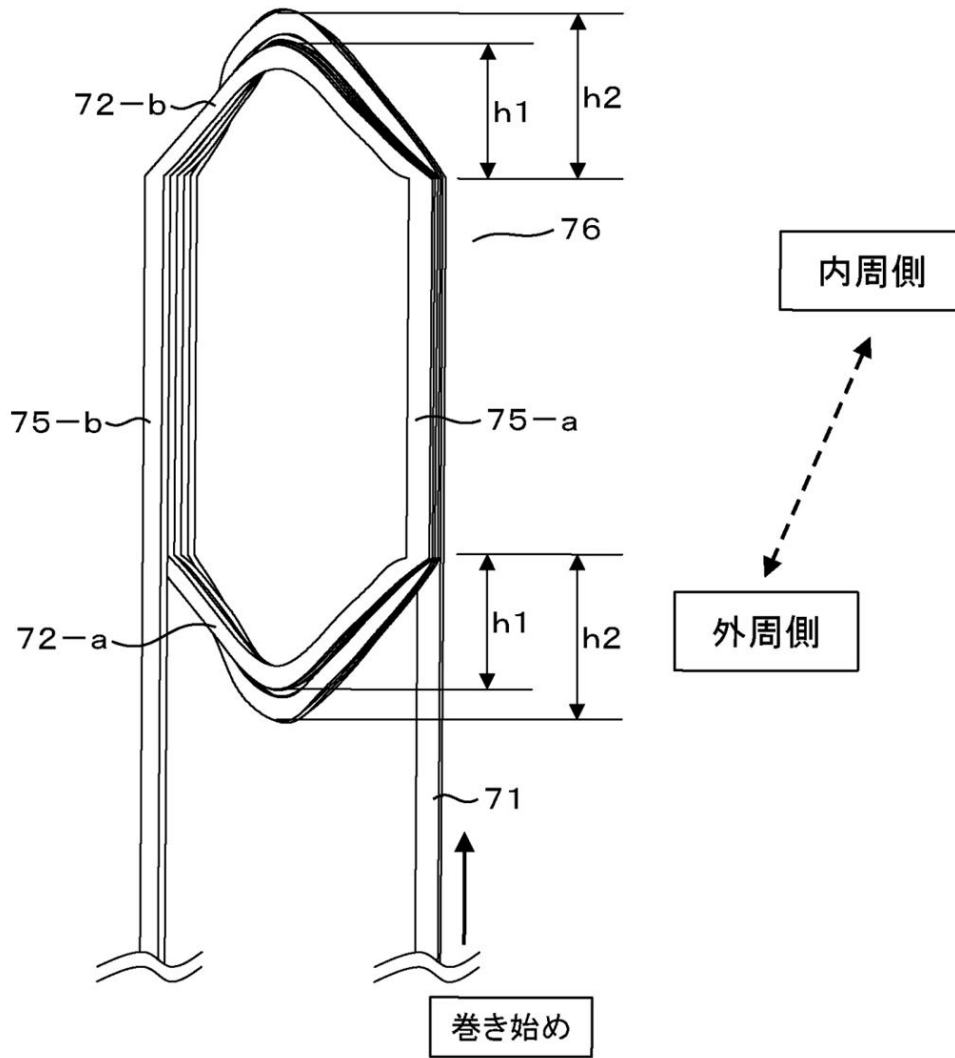
【図4】

図 4



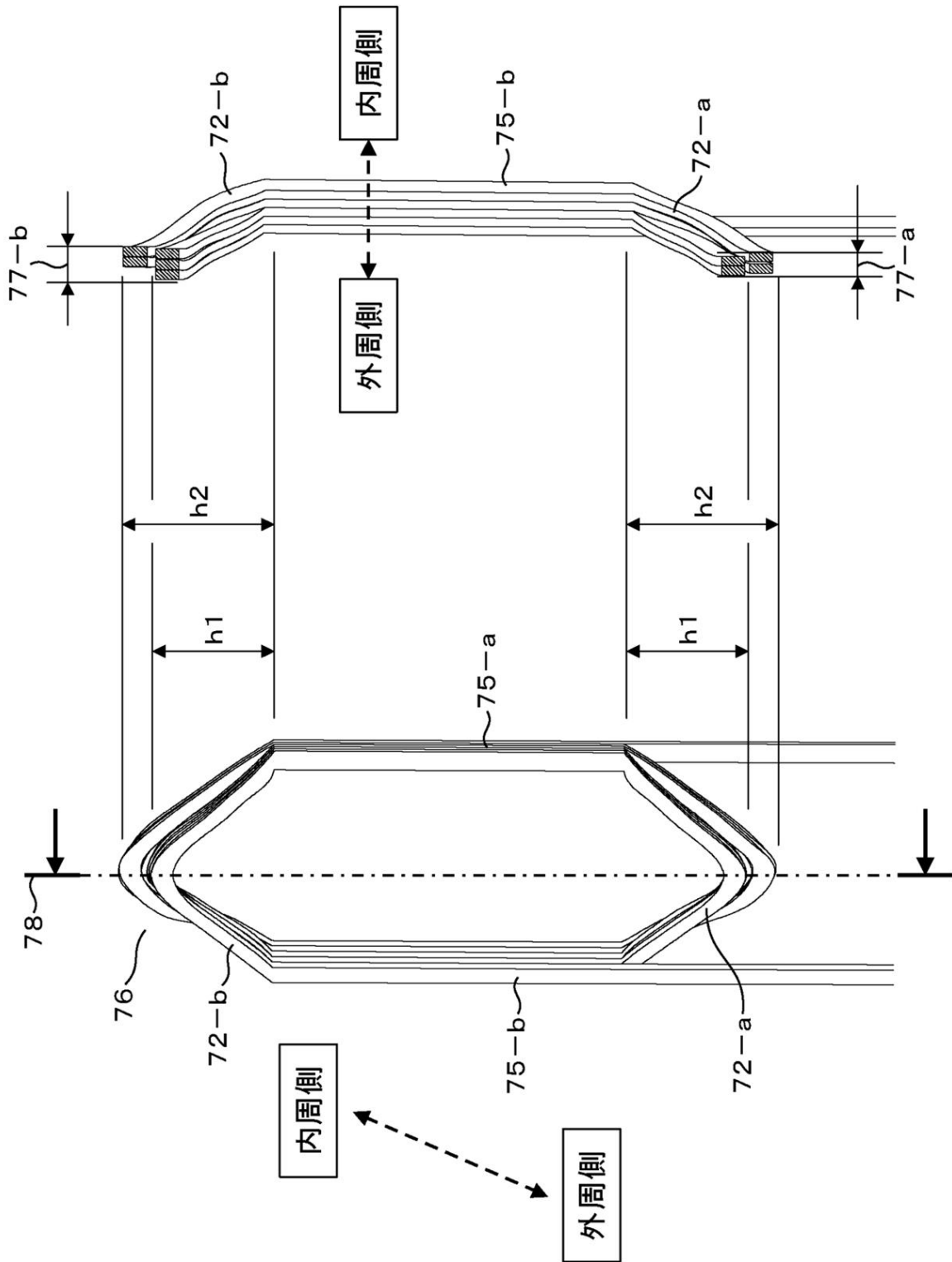
【図5】

図 5



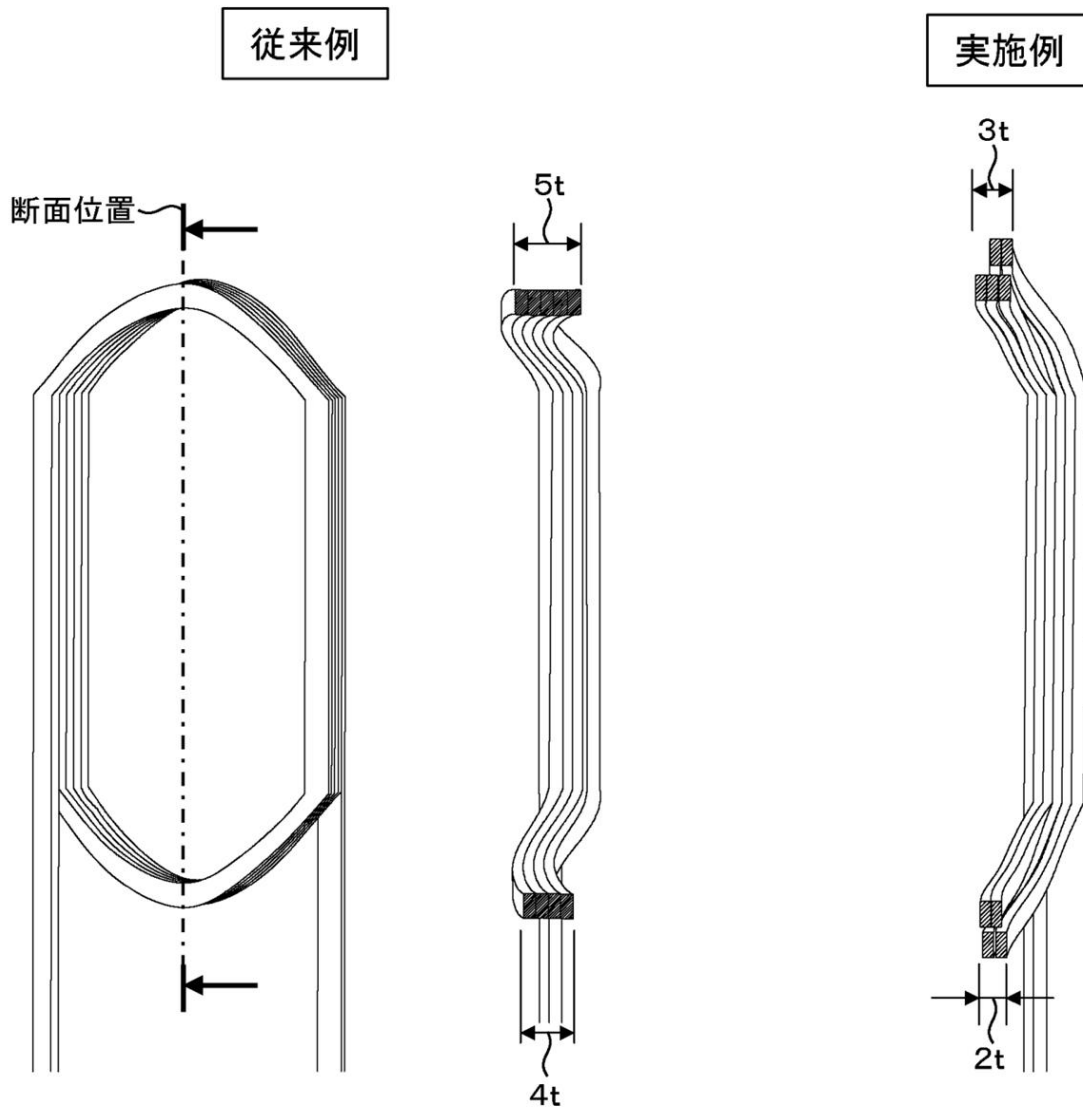
【図6】

図 6



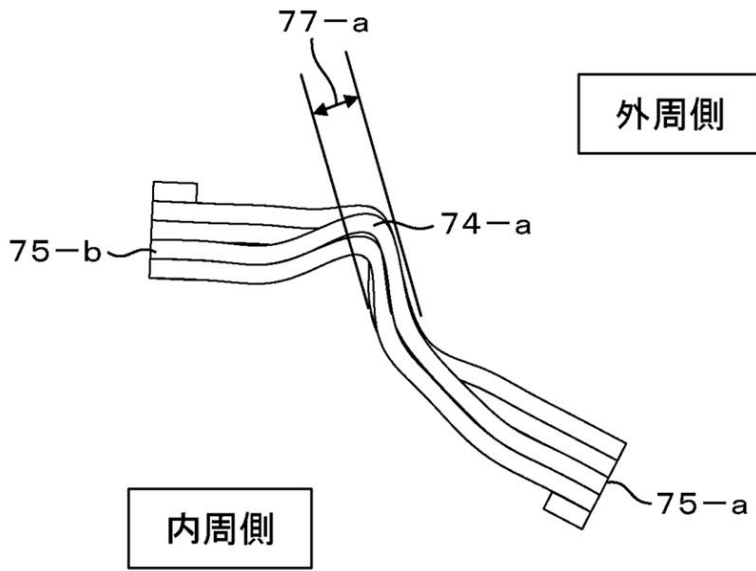
【図7】

図7



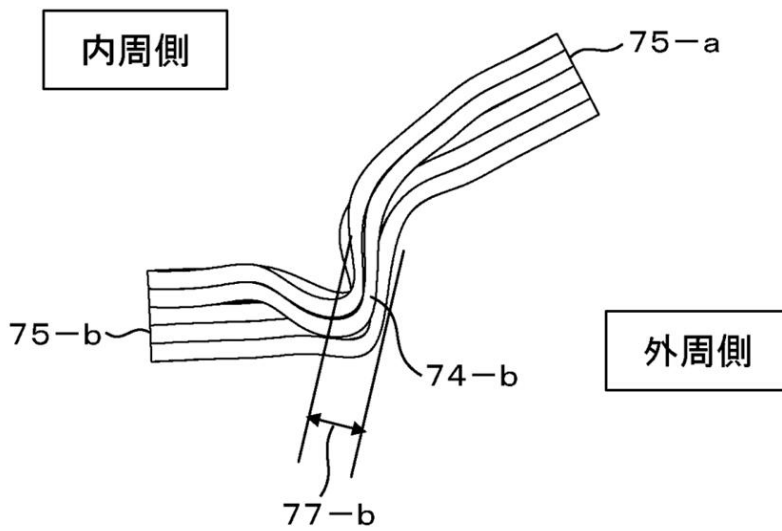
【図8】

図 8



【図9】

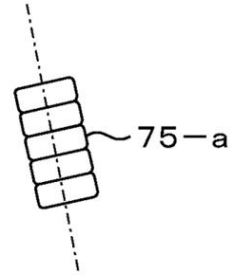
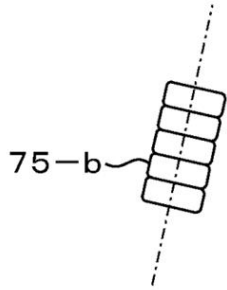
図 9



【図 10】

図 10

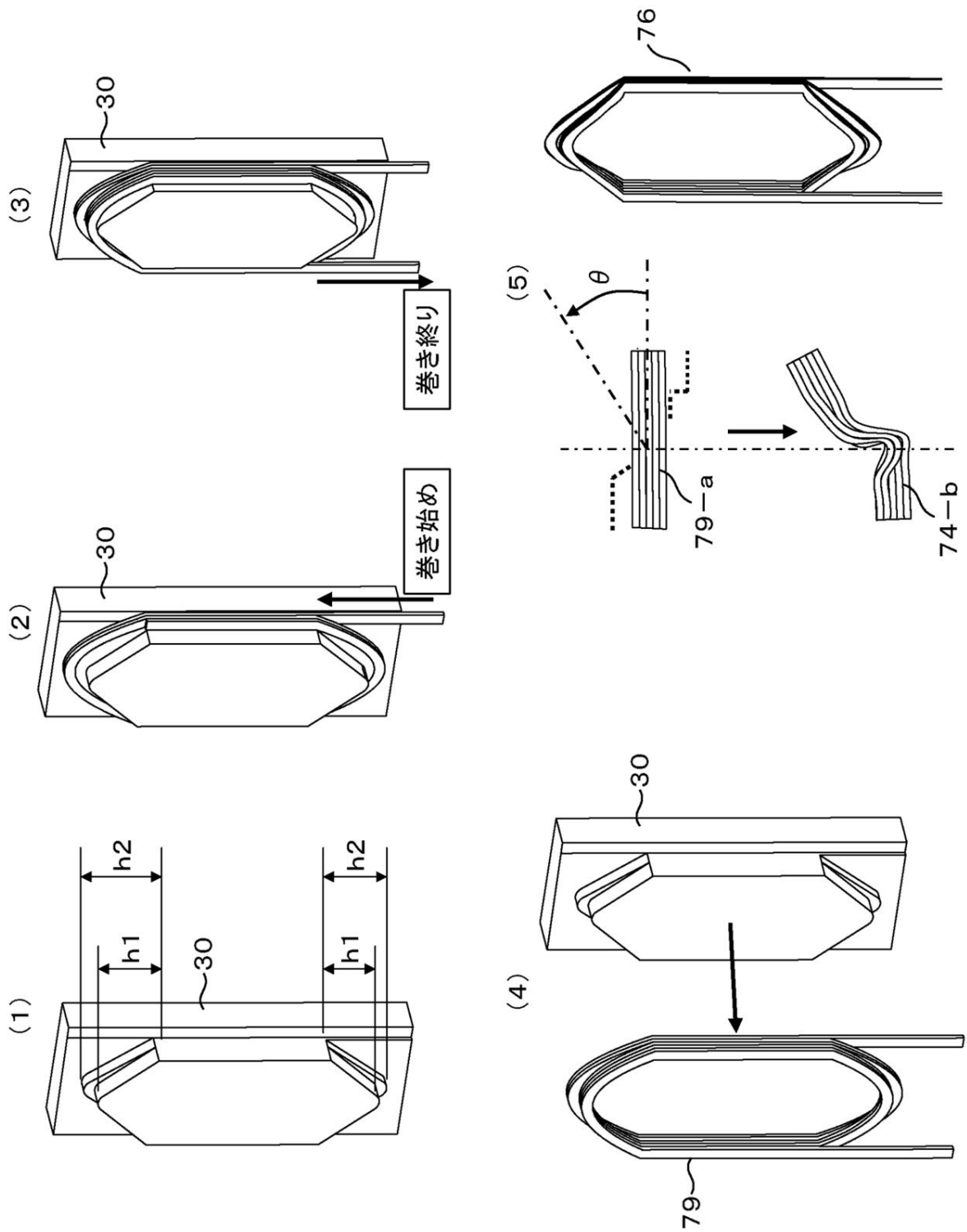
内周側



外周側

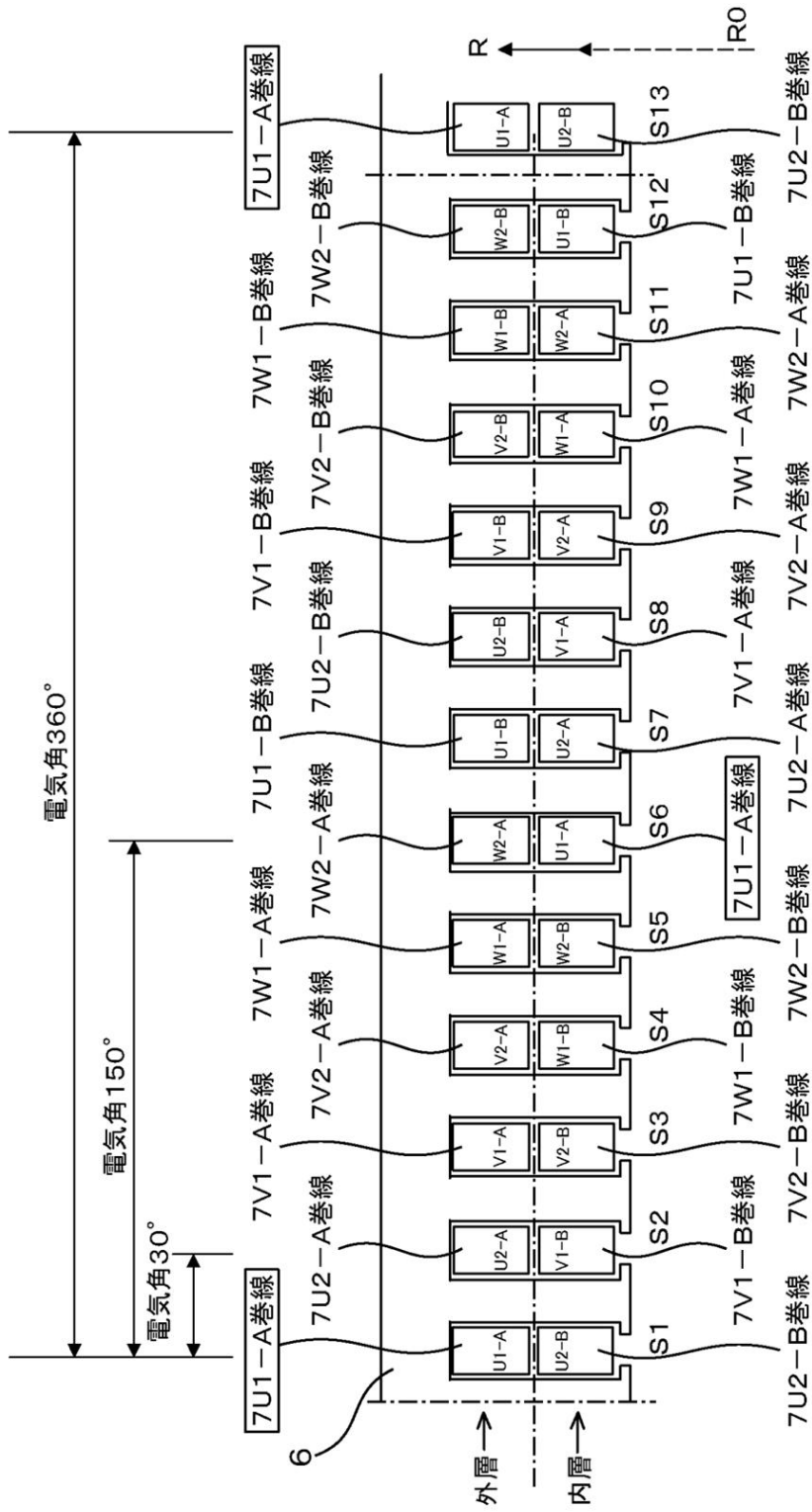
【図 11】

図 11



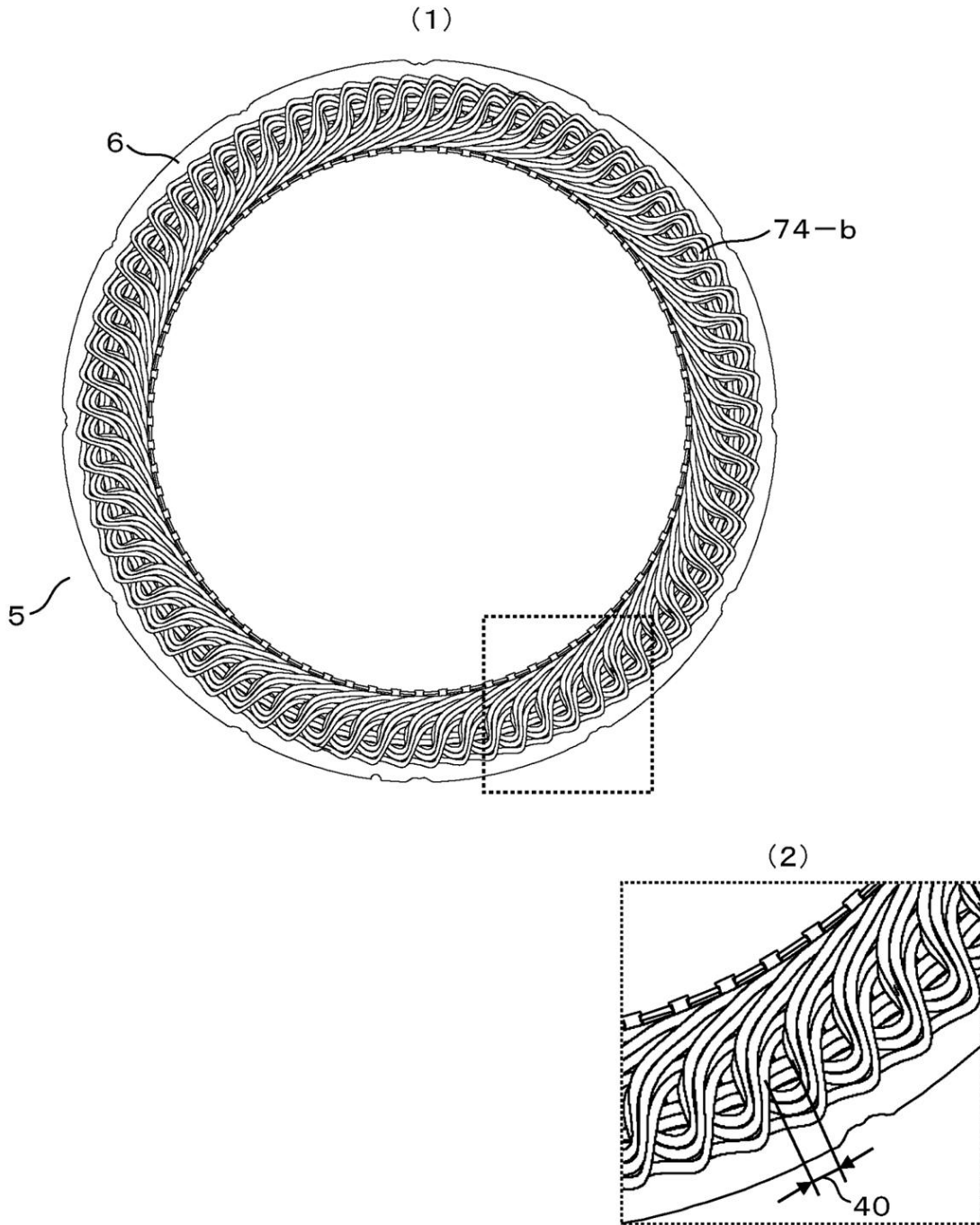
【 図 1 2 】

図 12



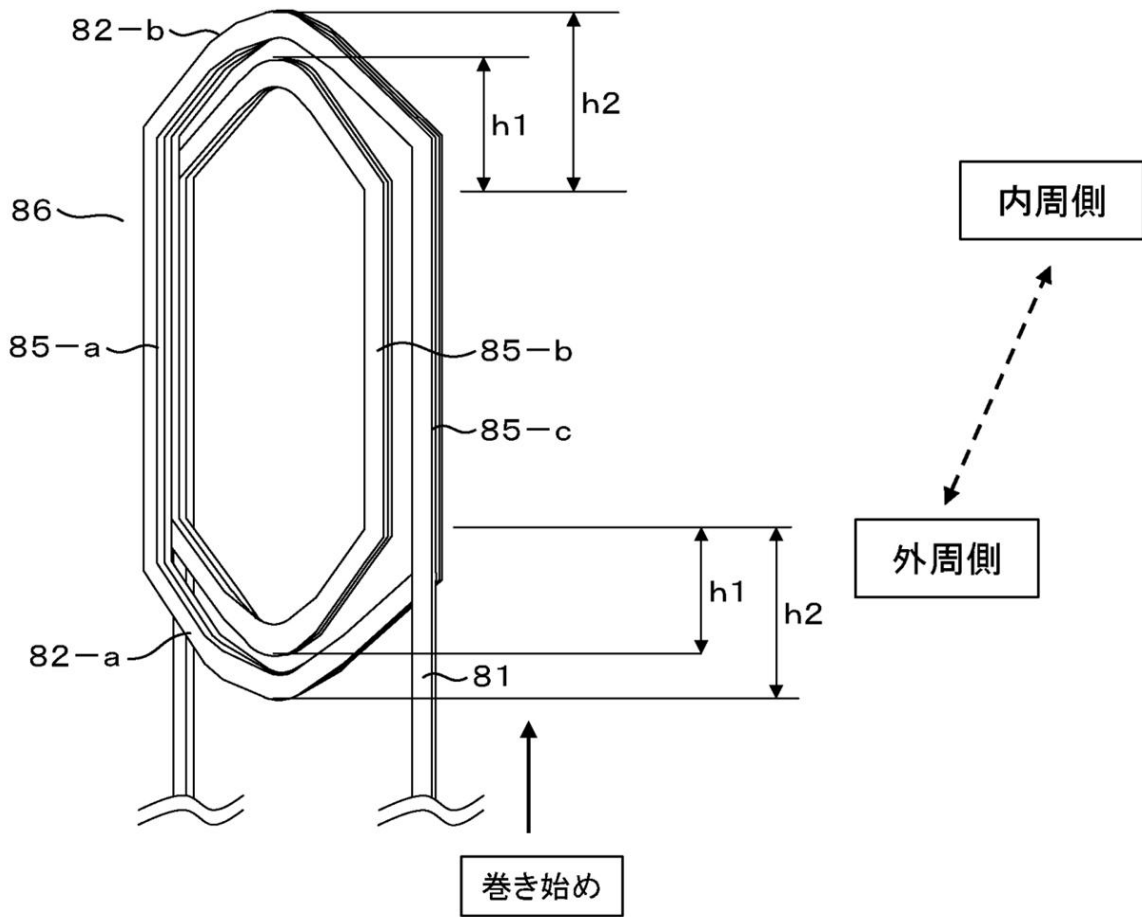
【 図 13 】

図 13



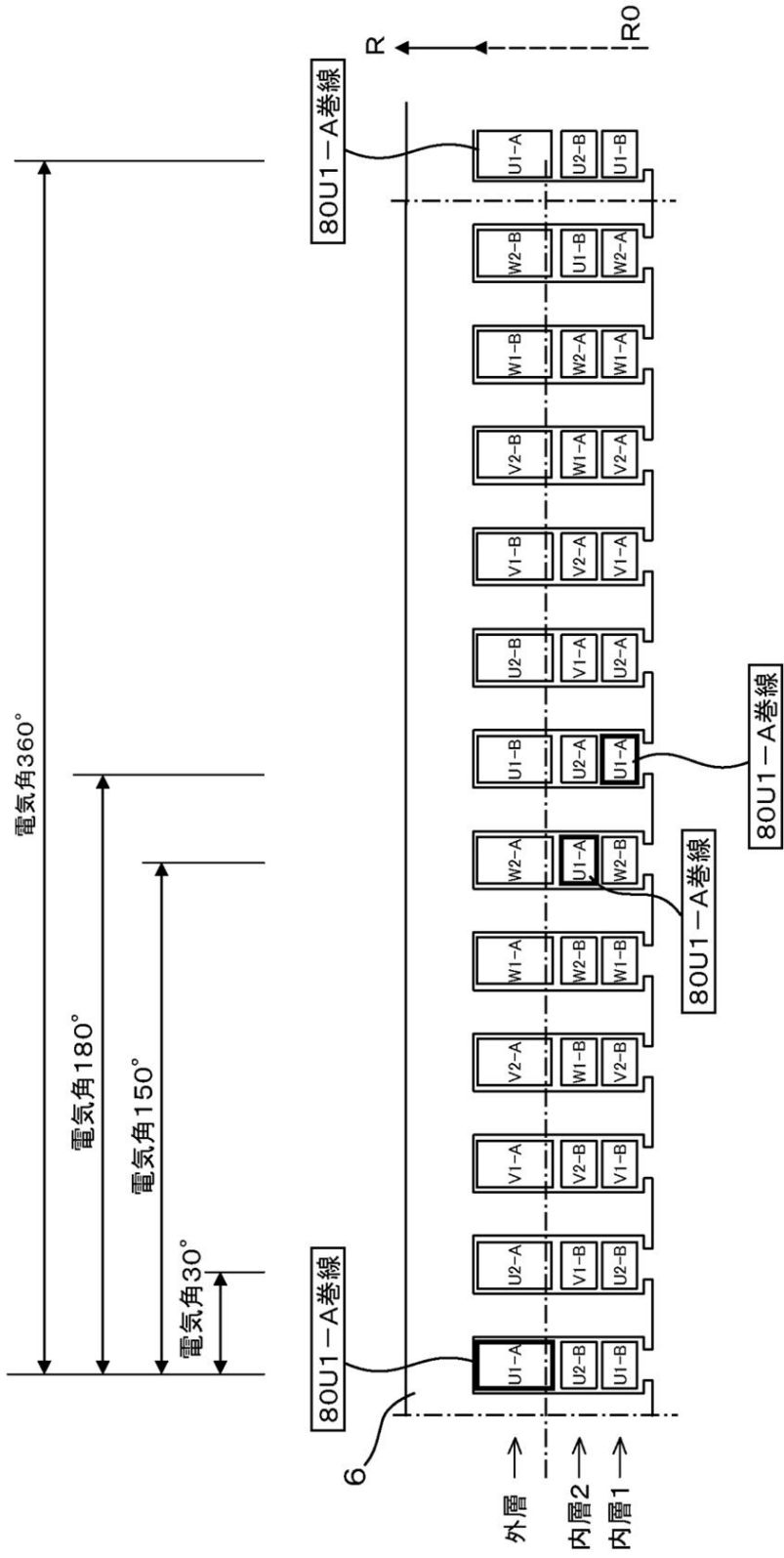
【図14】

図 14



【 図 15 】

図 15



フロントページの続き

- (72)発明者 木村 康彦
茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内 日立オートモティブシステムズ株
- (72)発明者 石川 利夫
茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内 日立オートモティブシステムズ株
- (72)発明者 本間 雅彦
茨城県ひたちなか市高場2520番地
式会社内 日立オートモティブシステムズ株

審査官 下原 浩嗣

- (56)参考文献 国際公開第2011/148501(WO, A1)
特開2005-051981(JP, A)
特開平11-098740(JP, A)
特開2009-291050(JP, A)
特開2008-167567(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/04
H02K 15/04