

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5286397号
(P5286397)

(45) 発行日 平成25年9月11日 (2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日 (2013.6.7)

(51) Int. Cl. F I
H02K 3/04 (2006.01) H02K 3/04 E
H02K 3/28 (2006.01) H02K 3/28 N

請求項の数 6 (全 49 頁)

(21) 出願番号	特願2011-230630 (P2011-230630)	(73) 特許権者	504063242
(22) 出願日	平成23年10月20日 (2011.10.20)		スミダ電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-198598 (P2008-198598) の分割		東京都中央区日本橋3丁目12番2号
原出願日	平成20年7月31日 (2008.7.31)	(73) 特許権者	304062502
(65) 公開番号	特開2012-16282 (P2012-16282A)		浦谷 達昭
(43) 公開日	平成24年1月19日 (2012.1.19)		京都府京都市伏見区石田大受町15番地16
審査請求日	平成23年11月11日 (2011.11.11)	(74) 代理人	110000899
			特許業務法人 松田国際特許事務所
		(72) 発明者	川嶋 武夫
			東京都中央区日本橋3丁目12番2号
			朝日ビルディング スミダ電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 波捲きコイル、および平角線の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

前記各相コイルが有する前記層の数は、偶数であり、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に平行であり、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において径方向に互いに並列して配置され、

前記3つの相コイルを、第1の相コイル、第2の相コイルおよび第3の相コイルとした場合、

前記第1の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部が、前記径方向の最も外側に配置され、前記第1の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部が、前記径方向の最も内側に配置され、

前記第2の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部が、最も外側に配置した前記第1の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部に隣接して、前記径方向の内側に配置され、前記第2の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部が、最も内側に配

置した前記第 1 の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部に隣接して、前記径方向の外側に配置され、

前記第 3 の相コイルの全ての層の前記渡り線部分の主要部が、前記第 2 の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部と前記第 2 の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部との間に配置される、波捲きコイル。

【請求項 2】

U 相、V 相、W 相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている 1 つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記 1 つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に平行であり、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において径方向に互いに並列して配置され、

前記各相コイルの複数の層は、隣接する複数のスロットに分かれて挿通しており、

前記隣接するスロットに挿通している複数の層は、同一方向に前記渡り線部分が形成されており、

一方のスロットに挿通している層の渡り線部分の主要部と他方のスロットに挿通している層の渡り線部分の主要部とは、回転軸方向に段重ねされている、波捲きコイル。

【請求項 3】

U 相、V 相、W 相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている 1 つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記 1 つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に対して直交しており、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において前記回転軸方向に互いに並列して配置されている、波捲きコイル。

【請求項 4】

U 相、V 相、W 相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている 1 つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記 1 つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

前記各相コイルのスロットから出て次のスロットに入るまでの渡り線部分の、少なくとも一部の相コイルの前記スロットから出た部分は、回転軸に対して直交方向に折れ曲がっており、

その折れ曲がった部分の両側端は、最大限、前記スロットを形成するコア部分の中央まで出っ張っている、波捲きコイル。

【請求項 5】

U 相、V 相、W 相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている 1 つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記 1 つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しい、波捲きコイルを形成する平角線の製造方法であって、

回転表面に前記波捲きコイルの形状をした鋳型が形成された回転金型を、加熱して相対的に回転させながら、溶解銅供給ノズルから溶解銅を前記鋳型に流し入れる溶解銅供給ステップと、

10

20

30

40

50

前記溶解銅供給ノズルの下流側に設けられた掻き落とし部によって、前記鋳型に流し入れられた余分な前記溶解銅を掻き落とす掻き落としステップと、

前記掻き落とし部の下流側に設けられた冷却部によって、前記鋳型に冷風を供給し、前記鋳型に流し入れられた前記溶解銅を凝固させる凝固ステップと、

前記冷却部の下流側に設けられた巻き取り部によって、凝固した前記溶解銅を前記鋳型から巻き取る巻き取りステップとを備えた、平角線の製造方法。

【請求項 6】

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波巻きコイルであって、前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しい、波巻きコイルを形成する平角線の製造方法であって、

10

回転表面に前記波巻きコイルの形状をした鋳型が形成された回転金型を、相対的に回転させながら、半固形銅供給ノズルから半固形銅を前記鋳型に供給する半固形銅供給ステップと、

前記半固形銅供給ノズルの下流側で、前記回転金型の前記回転表面に接する回転表面を有する押さえローラが、前記回転金型と同方向に回転しながら、前記鋳型に供給された半固形銅をその回転表面に吸着する吸着ステップと、

前記押さえローラの下流側に設けられた巻き取り部によって、吸着させた前記半固形銅を前記鉄製の回転表面から巻き取る巻き取りステップとを備え、

20

前記回転金型の回転表面と前記押さえローラの回転表面の材質が異なることにより、前記吸着ステップにおいて、前記半固形銅を前記押さえローラの回転表面に吸着する、平角線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、モーターや発電機に使用される波巻きコイルおよび平角線の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

30

近年、電気自動車やハイブリッド車用に用いられている電動モーターは、円筒形のステータコイルと、ステータコイルの内側に配置された円柱形のローターと、ローターに接続されているシャフトから構成されている。

【0003】

このステータコイルとしては、内歯形状のステータ鉄芯の内歯に、ステータ鉄芯の径方向内側から巻き線を巻き付けて構成したものがある。

【0004】

ハイブリッド車では、電動モーターの回転軸がエンジンのクランク軸に直結されるので、このような構成の電動モーターの場合には、エンジンに電動モーターを組み付けたときのクランク軸方向の長さは、エンジンと電動モーターのそれぞれのクランク軸方向の長さを合計した長さとなる。

40

【0005】

したがって、このようなエンジンと電動モーターをエンジンルームに収めるためには、電動モーターのクランク軸方向の長さをできるだけ短くする必要がある。つまり、上記のような構成の電動モーターの場合、コイルエンド（スロットを挿通するコイルがスロットから出て次のスロットに入るまでの、スロットから出ている渡り線の部分）をできるだけ短くしなければならない。

【0006】

このような電動モーターの構成として、短尺の導体セグメントを用い、重ね巻き（ループ巻き）の巻き線と波巻きの巻き線とを並列接続して固定子巻き線の各相の巻き線を構成したもの

50

が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 7 】

図 3 1 に、特許文献 1 で提案されている固定子捲線を構成する素線の配列を説明するための斜視図を示す。また、図 3 2 に、電動モーターに適用されるこの固定子捲線の並列結線図を示す。

【 0 0 0 8 】

この従来の固定子捲線は、平角導体を略 U 字状に屈曲成形された 3 種類の導体セグメント 3 3 1、3 3 2、3 3 3 を用いている。そして、導体セグメント 3 3 1、3 3 2、3 3 3 が 3 スロット（1 磁極ピッチ）離れた各組のスロットに固定子鉄芯の軸方向の一端側から挿入され、固定子鉄芯の軸方向の他端側に延出する端部同士を溶接等により接合して、固定子鉄芯の周りを 4 周するコイルに形成されている。

10

【 0 0 0 9 】

なお、各スロット内には、導体セグメント 3 3 1、3 3 2、3 3 3 の各スロット挿通部 3 3 1 a、3 3 2 a、3 3 3 a を構成する導体が、固定子鉄芯の径方向に関して一列に 6 本配列されている。ここで、スロット内の導体位置を、内周側から 1 番地、2 番地・・・6 番地という。また、固定子鉄芯の軸方向の一端側においては、導体セグメント 3 3 2 のターン部 3 3 2 c が導体セグメント 3 3 3 のターン部 3 3 3 c を囲み、導体セグメント 3 3 1 のターン部 3 3 1 c が導体セグメント 3 3 2 のターン部 3 3 2 c を囲んでいる。

【 0 0 1 0 】

そして、固定子鉄芯の軸方向の他端側において、1 つのスロットの 3 番地から延出する導体セグメント 3 3 3 の端部 3 3 3 d が、3 スロット離れた他のスロットの 4 番地から延出する導体セグメント 3 3 3 の端部 3 3 3 e に接合されて、スロットあたり 1 ターンの波捲の捲線 3 1 1、3 1 3 を 2 つ形成している。また、1 つのスロットの 1 番地から延出する導体セグメント 3 3 1 の端部 3 3 1 d が 3 スロット離れた他のスロットの 2 番地から延出する導体セグメント 3 3 2 の端部 3 3 2 d に接合され、さらに 1 つのスロットの 5 番地から延出する導体セグメント 3 3 2 の端部 3 3 2 e が 3 スロット離れた他のスロットの 6 番地から延出する導体セグメント 3 3 1 の端部 3 3 1 e に接合されて、スロットあたり 2 ターンの重ね捲の捲線 3 1 2、3 1 4 を 2 つ形成している。

20

【 0 0 1 1 】

そして、図 3 2 に示されるように、捲巻きの捲線 3 1 1 と重ね捲の捲線 3 1 2 とを直列に接続し、波捲の捲線 3 1 3 と重ね捲の捲線 3 1 4 とを直列に接続し、両者を並列に接続して、各相 3 ターンの固定子捲線群が構成される。これらの固定子捲線群が交流結線されて 1 組の 3 相交流捲線からなる固定子捲線が構成されている。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 2 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 0 - 9 2 7 6 6 号公報

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 3 】

しかしながら、上記した従来の構成の固定子捲線を用いた電動モーターでは、コイルエンドが長くなってしまふ。

40

【 0 0 1 4 】

すなわち、特許文献 1 に記載の固定子捲線の導体セグメント 3 3 1 について見てみると、図 3 1 に示すように、スロット挿通部 3 3 1 a と端部 3 3 1 d との間は端部接続部 3 3 1 f で接続され、スロット挿通部 3 3 1 a とターン部 3 3 1 c との間はターン部接続部 3 3 1 g で接続されている。同様に、スロット挿通部 3 3 1 b と端部 3 3 1 e との間は端部接続部 3 3 1 i で接続され、スロット挿通部 3 3 1 b とターン部 3 3 1 c との間はターン部接続部 3 3 1 h で接続されている。

【 0 0 1 5 】

50

これらの、端部接続部 331f および 331i、ターン部接続部 331g および 331h は、いずれもスロットの外側のコイルエンドに配置される。

【0016】

したがって、この場合のステータ鉄芯上部のコイルエンドの長さは、端部接続部 331f と端部 331d とを合計した長さとなり、鉄芯下部のコイルエンドの長さは、ターン部接続部 331h とターン部 331c の軸方向の長さを合計した長さとなり、いずれのコイルエンドの長さも長くなってしまふ。

【0017】

その結果、固定子捲線を用いた電動モーターを車両用として使用する場合、エンジンルーム内に大きな設置空間が必要となってしまう。

10

【0018】

本発明は、上記従来の課題を考慮して、スロット空間におけるコイルの占積率を高めてステータを用いるモーターを小型軽量化できる、波捲きコイルおよび平角線の製造方法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】

【0019】

上述した課題を解決するために、第1の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

20

前記各相コイルが有する前記層の数は、偶数であり、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に平行であり、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において径方向に互いに並列して配置され、

前記3つの相コイルを、第1の相コイル、第2の相コイルおよび第3の相コイルとした場合、

前記第1の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部が、前記径方向の最も外側に配置され、前記第1の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部が、前記径方向の最も内側に配置され、

30

前記第2の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部が、最も外側に配置した前記第1の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部に隣接して、前記径方向の内側に配置され、前記第2の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部が、最も内側に配置した前記第1の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部に隣接して、前記径方向の外側に配置され、

前記第3の相コイルの全ての層の前記渡り線部分の主要部が、前記第2の相コイルの半数の層の前記渡り線部分の主要部と前記第2の相コイルの残る半数の層の前記渡り線部分の主要部との間に配置される、波捲きコイルである。

40

【0020】

また、第2の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に平行であり、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において径方向に互いに並列して配置され

50

、
前記各相コイルの複数の層は、隣接する複数のスロットに分かれて挿通しており、
前記隣接するスロットに挿通している複数の層は、同一方向に前記渡り線部分が形成されてあり、

一方のスロットに挿通している層の渡り線部分の主要部と他方のスロットに挿通している層の渡り線部分の主要部とは、回転軸方向に段重ねされている、波捲きコイルである。

また、第3の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

10

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に対して直交しており、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において前記回転軸方向に互いに並列して配置されている、波捲きコイルである。

【0021】

また、第4の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しく、

20

前記各相コイルのスロットから出て次のスロットに入るまでの渡り線部分の、少なくとも一部の相コイルの前記スロットから出た部分は、回転軸に対して直交方向に折れ曲がっており、

その折れ曲がった部分の両側端は、最大限、前記スロットを形成するコア部分の中央まで出っ張っている、波捲きコイルである。

また、第5の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、前記各相コ

30

イルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しい、波捲きコイルを形成する平角線の製造方法であって、

回転表面に前記波捲きコイルの形状をした鋳型が形成された回転金型を、加熱して相対的に回転させながら、溶解銅供給ノズルから溶解銅を前記鋳型に流し入れる溶解銅供給ステップと、

前記溶解銅供給ノズルの下流側に設けられた掻き落とし部によって、前記鋳型に流し入れられた余分な前記溶解銅を掻き落とす掻き落としステップと、

前記掻き落とし部の下流側に設けられた冷却部によって、前記鋳型に冷風を供給し、前記鋳型に流し入れられた前記溶解銅を凝固させる凝固ステップと、

40

前記冷却部の下流側に設けられた巻き取り部によって、凝固した前記溶解銅を前記鋳型から巻き取る巻き取りステップとを備えた、平角線の製造方法である。

また、第6の本発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた、平角線の波捲きコイルであって、前記各相コイルは、複数の層を有しており、コアに形成されている1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど厚さが薄く幅が広く、各層の断面積が等しい、波捲きコイルを形成する平角線の製造方法であって、

回転表面に前記波捲きコイルの形状をした鋳型が形成された回転金型を、相対的に回転

50

させながら、半固形銅供給ノズルから半固形銅を前記鋳型に供給する半固形銅供給ステップと、

前記半固形銅供給ノズルの下流側で、前記回転金型の前記回転表面に接する回転表面を有する押さえローラが、前記回転金型と同方向に回転しながら、前記鋳型に供給された半固形銅をその回転表面に吸着する吸着ステップと、

前記押さえローラの下流側に設けられた巻き取り部によって、吸着させた前記半固形銅を前記鉄製の回転表面から巻き取る巻き取りステップとを備え、

前記回転金型の回転表面と前記押さえローラの回転表面の材質が異なることにより、前記吸着ステップにおいて、前記半固形銅を前記押さえローラの回転表面に吸着する、平角線の製造方法である。

10

【0023】

また、本発明に関連する第1の発明は、

U相、V相、W相の各相コイルを備えた波捲きコイルであって、

前記各相コイルは、平角線であり、

前記各相コイルの、コイルエンドにおける渡り線部分の主要部は、前記平角線の主面が回転軸に対して直交しており、

前記各相コイルは、前記渡り線部分の主要部において前記回転軸方向に互いに並列して配置されている波捲きコイルである。

【0024】

また、本発明に関連する第2の発明は、

回転表面に鋳型が形成された回転金型を、加熱して相対的に回転させながら、溶解銅供給ノズルから溶解銅を前記鋳型に流し入れる溶解銅供給ステップと、

前記溶解銅供給ノズルの下流側に設けられた掻き落とし部によって、前記鋳型に流し入れられた余分な前記溶解銅を掻き落とす掻き落としステップと、

前記掻き落とし部の下流側に設けられた冷却部によって、前記鋳型に冷風を供給し、前記鋳型に流し入れられた前記溶解銅を凝固させる凝固ステップと、

前記冷却部の下流側に設けられた巻き取り部によって、凝固した前記溶解銅を前記鋳型から巻き取る巻き取りステップとを備えた、平角線の製造方法である。

20

【0025】

また、本発明に関連する第3の発明は、

回転表面に鋳型が形成された回転金型を、相対的に回転させながら、半固形銅供給ノズルから半固形銅を前記鋳型に供給する半固形銅供給ステップと、

前記半固形銅供給ノズルの下流側で、前記回転金型の前記回転表面に接する回転表面を有する押さえローラが、前記回転金型と同方向に回転しながら、前記鋳型に供給された半固形銅をその回転表面に吸着する吸着ステップと、

前記押さえローラの下流側に設けられた巻き取り部によって、吸着させた前記半固形銅を前記鉄製の回転表面から巻き取る巻き取りステップとを備え、

前記回転金型の回転表面と前記押さえローラの回転表面の材質が異なることにより、前記吸着ステップにおいて、前記半固形銅を前記押さえローラの回転表面に吸着する、平角線の製造方法である。

30

40

【0026】

また、本発明に関連する第4の発明は、

前記鋳型は、波捲きコイルの形状をしている、本発明に関連する第2または第3の発明の平角線の製造方法である。

【0027】

また、本発明に関連する第5の発明は、

製造される前記波捲きコイルは、

U相、V相、W相の各相コイルであり、前記各相コイルは、複数の層を有しており、1つのスロットには、同一の前記相コイルの複数の層が挿通しており、前記1つのスロットに挿通する複数の層は、そのスロットを形成する溝の底に近い層ほど、厚さが薄く幅が広

50

い、本発明に関連する第４の発明の平角線の製造方法である。

【発明の効果】

【００２８】

本発明により、スロット空間におけるコイルの占積率を高めてステータを用いるモーターを小型軽量化できる、波巻きコイルおよび平角線の製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】本発明の実施の形態１のステータの斜視図

【図２】本発明の実施の形態１のステータの上面図

【図３】本発明の実施の形態１のステータの側面図

【図４】本発明の実施の形態１のステータに組み付けられている状態のＵ相コイルの斜視図

【図５】本発明の実施の形態１のＵ相２Ｔコイル部の斜視図

【図６】本発明の実施の形態１のＵ相２Ｔコイル部の側面図

【図７】本発明の実施の形態１の、Ｕ相１Ｔコイル部およびＵ相２Ｔコイル部の部分展開図

【図８】本発明の実施の形態１のＵ相コイルの一部拡大上面図

【図９】（ａ）本発明の実施の形態１の、コイルエンド部分のＵ－Ｕ′拡大断面図、（ｂ）本発明の実施の形態１の、コイルエンド部分のＶ－Ｖ′拡大断面図、（ｃ）本発明の実施の形態１の、コイルエンド部分のＷ－Ｗ′拡大断面図

【図１０】（ａ）本発明の実施の形態１の、Ｕ相コイルの各層のスロットへの挿入順を説明するための断面模式図、（ｂ）本発明の実施の形態１の、各相コイルの各層のスロットへの挿入順を説明するための渡り線主面部の断面模式図

【図１１】本発明の実施の形態１のステータのＡ－Ａ′部分断面図

【図１２（ａ）】本発明の実施の形態１の、Ｕ相コイルの各層の接合関係を表した巻き線概要図

【図１２（ｂ）】本発明の実施の形態１の、Ｖ相コイルの各層の接合関係を表した巻き線概要図

【図１２（ｃ）】本発明の実施の形態１の、Ｗ相コイルの各層の接合関係を表した巻き線概要図

【図１３】（ａ）本発明の実施の形態１のステータのスロットエンド部分の拡大斜視図、（ｂ）本発明の実施の形態１の、他の構成のステータのスロットエンド部分の拡大斜視図

【図１４】本発明の実施の形態１の第２の構成のステータの斜視図

【図１５】本発明の実施の形態１の第２の構成のステータの上面図

【図１６】本発明の実施の形態１の第２の構成のステータの側面図

【図１７】本発明の実施の形態１の第３の構成のステータの斜視図

【図１８】本発明の実施の形態１の第３の構成のステータの上面図

【図１９】本発明の実施の形態１の第３の構成のステータの側面図

【図２０】本発明の実施の形態１の第３の構成のステータに組み付けられている状態のＵ相コイルの斜視図

【図２１】本発明の実施の形態１の第４の構成のステータの斜視図

【図２２】本発明の実施の形態１の第４の構成のステータの上面図

【図２３】本発明の実施の形態１の第４の構成のステータの側面図

【図２４】本発明の実施の形態２のステータの斜視図

【図２５】本発明の実施の形態２のステータの上面図

【図２６】本発明の実施の形態２のステータの側面図

【図２７】本発明の実施の形態２のステータに組み付けられている状態のＵ相コイルの斜視図

【図２８】本発明の実施の形態３の平角線の製造方法で使用する金型ローラの、鑄型が形成された回転表面の一部を示した図

10

20

30

40

50

【図 29】本発明の実施の形態 3 の平角線の第 1 の製造方法を説明する図

【図 30】本発明の実施の形態 3 の平角線の第 2 の製造方法を説明する図

【図 31】従来の電動モーターに用いられる固定子捲線を構成する素線の配列を説明するための素線の斜視図

【図 32】従来の電動モーターに用いられる固定子捲線の並列結線図

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

【0031】

(実施の形態 1)

以下に、本発明にかかる波捲きコイルの一例である、実施の形態 1 のステータについて説明する。

【0032】

図 1 に本実施の形態 1 のステータの斜視図を、図 2 に本実施の形態 1 のステータの上面図を、図 3 に本実施の形態 1 のステータの側面図をそれぞれ示す。

【0033】

図 1 に示すように、本実施の形態 1 のステータ 10 を構成しているステータ鉄芯 11 は、内歯形状のステータ鉄芯 11 の内歯が 48 個あり、これらの内歯によって 48 個のスロット 13 が形成されている。ここでは、ステータ鉄芯 11 のこの各内歯部分のことをコア 12 と呼ぶ。また、48 個のスロット 13 は、ステータ 10 の回転中心軸 17 に対して、図 1 の上方から見て左回りに、順に第 1 スロット、第 2 スロット、...、第 48 スロットと呼ぶ。なお、図 1 のステータ 10 の上部の各相コイルの内側に円周状に記載している、1 ~ 48 の数字は、スロット番号を示している。

【0034】

なお、中心軸 17 が、本発明の回転軸の一例にあたる。

【0035】

ステータ 10 は、U 相コイル 14、V 相コイル 15 および W 相コイル 16 の 3 つの相コイルで構成されており、これらの 3 つの相コイル 14、15、16 は、それぞれ平角線で形成された波捲きコイルである。なお、図 1 では、U 相コイル 14 部分を濃い塗りつぶしで、V 相コイル部分 15 を薄い塗りつぶしで示している。

【0036】

各相コイルは、それぞれの層が 1 ターン分である 8 つの層を有しており、各相が隣接する 2 つのスロット 13 に挿通するように配置されている。したがって、1 つのスロット 13 には、それぞれ同一相の 4 つの層が挿通している。

【0037】

各図では、U 相コイル 14 の 8 つの層を、それぞれ 1 T ~ 8 T と示している。U 相コイル 14 が挿通する隣接した 2 つのスロット 13 のうち、一方には、そのスロットの底部、すなわち中心軸 17 から径方向に遠い側から順に、1 T、3 T、5 T、7 T の層が挿通している。そして、隣接するもう一方のスロット 13 には、そのスロットの底部から順に、2 T、4 T、6 T、8 T の層が挿通している。図 1 ~ 図 3 では、第 1 スロットに、U 相コイル 14 の 2 T、4 T、6 T、8 T の 4 つの層が挿通し、第 2 スロットに、U 相コイル 14 の 1 T、3 T、5 T、7 T の 4 つの層が挿通している。V 相コイル 15 および W 相コイル 16 についても、同様である。

【0038】

本実施の形態 1 のステータ 10 の場合には、図 1 の上方から見て左回りに、U 相コイル 14、V 相コイル 15、W 相コイル 16 の順で交互に、連続する 2 つのスロット 13 ずつに挿通している。つまり、第 1 スロットおよび第 2 スロットには U 相コイル 14 が挿通しており、次の第 3 スロットおよび第 4 スロットには V 相コイル 15 が挿通しており、さらに次の第 5 スロットおよび第 6 スロットには W 相コイル 16 が挿通している。そして、第 1 スロットからステータ鉄芯 11 の上方のコイルエンド 20 部分に出た U 相コイル 14 は

10

20

30

40

50

、ステータ 10 の上方から見て左回り方向に曲がった渡り線部分を経由して、次に第 8 スロットに挿通する。また、第 2 スロットからステータ鉄芯 11 の上方のコイルエンド 20 部分に出た U 相コイル 14 は、同様に渡り線部分を経由して、次に第 7 スロットに挿通する。第 7 スロットおよび第 8 スロットを下向きに挿通した U 相コイル 14 は、今度はステータ鉄芯 11 の下方のコイルエンド 20 部分の渡り線部分を経由して、それぞれ、次は第 14 スロットおよび第 13 スロットに挿通する。

【 0 0 3 9 】

図 1 ~ 図 3 に示すように、各相コイル 14、15、16 の渡り線の部分では、その主面、すなわち平角線の広幅の面が中心軸 17 に平行となっている。

【 0 0 4 0 】

図 3 は、図 1 に示すステータ 10 を手前側から見た側面図である。つまり、第 1 スロットの溝の開放している側を正面から見た側面図である。

【 0 0 4 1 】

コイルエンド 20 では、W 相コイル 16 の 1 T および 2 T の渡り線部分（W 相 1 T 渡り線 25 および W 相 2 T 渡り線 26）が、中心軸 17 から最も遠い側に配置されている。つまり、図 3 の側面図では、W 相 1 T 渡り線 25 および W 相 2 T 渡り線 26 が最も手前側に配置されている。

【 0 0 4 2 】

そして、図 3 に示すように、W 相コイル 16 が挿通する隣接する 2 つのスロットと次に挿通する隣接する 2 つのスロットとの間にある、W 相 1 T 渡り線 25 と W 相 2 T 渡り線 26 とは、中心軸 17 方向に 2 段重ねの構成になっている。このとき、隣接して挿通する 2 つのスロットのうち、次に挿通するスロットまで遠い方の層がステータ鉄芯 11 に対して 2 段重ねの外側（遠い側）に配置される。したがって、図 3 に示すように、W 相 1 T 渡り線 25 と W 相 2 T 渡り線 26 は、上側のコイルエンド 20 では、W 相 2 T 渡り線 26 が 2 段重ねの外側（上側）に配置され、下側のコイルエンド 20 では、W 相 1 T 渡り線 25 が 2 段重ねの外側（下側）に配置される。

【 0 0 4 3 】

同様に、U 相 1 T 渡り線 21 と U 相 2 T 渡り線 22 も中心軸 17 方向に 2 段重ねの構成になっており、V 相 1 T 渡り線 23 と V 相 2 T 渡り線 24 も中心軸 17 方向に 2 段重ねの構成になっている。

【 0 0 4 4 】

同様に、各相コイル 14、15、16 の、隣接して挿通する 2 つのスロットの底部から同じ位置に挿通する 2 つの層が、コイルエンド 20 において、それらの渡り線部分で 2 段重ねの構成となっている。つまり、3 T と 4 T の層、5 T と 6 T の層、7 T と 8 T の層が、それぞれ渡り線部分が 2 段重ねの構成となっている。

【 0 0 4 5 】

また、コイルエンド 20 において、V 相コイル 15 の渡り線部分は、U 相コイル 14 の複数の渡り線部分の間に配置され、さらに U 相コイル 14 の複数の渡り線部分の外側に、W 相コイル 16 の渡り線部分が配置されている。

【 0 0 4 6 】

図 2 に示すように、V 相コイル 15 の 1 T ~ 8 T の渡り線部分は、径方向に隣接して配置されている。上述したように、1 T と 2 T の層、3 T と 4 T の層、5 T と 6 T の層、7 T と 8 T の層は、渡り線部分がそれぞれ中心軸 17 方向に 2 段重ねの構成になっているので、図 2 の上面図では、2 段重ねの上側の層（2 T、4 T、6 T、8 T の層）だけが見えるため、4 つの層の渡り線部分が隣接して並んでいるように見える。

【 0 0 4 7 】

そして、V 相コイル 15 の隣接する渡り線部分の径方向の外側に隣接して、U 相コイル 14 の 1 T ~ 4 T の渡り線部分が配置されている。そして、V 相コイル 15 の隣接する渡り線部分の径方向の内側に隣接して、U 相コイル 14 の 5 T ~ 8 T の渡り線部分が配置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

さらに、U相コイル 1 4 の 1 T ~ 4 T の渡り線部分に隣接して、W相コイル 1 6 の 1 T ~ 4 T の渡り線部分が配置され、U相コイル 1 4 の 5 T ~ 6 T の渡り線部分に隣接して、W相コイル 1 6 の 5 T ~ 8 T の渡り線部分が配置されている。

【 0 0 4 9 】

したがって、径方向の一番外側には、W相コイル 1 6 の 1 T および 2 T の渡り線部分が配置され、径方向の一番内側には、W相コイル 1 6 の 7 T および 8 T の渡り線部分が配置されている。

【 0 0 5 0 】

このように、各相コイル 1 4 ~ 1 6 の各相の渡り線部分は、それらの主要部（中心軸 1 7 に平行な面）が径方向に互いに並列して配置されている。

10

【 0 0 5 1 】

図 3 のステータ鉄芯 1 1 の下側のコイルエンド 2 0 においても、図 2 に示した上面図と同様の構成であり、V相コイル 1 5 の渡り線部分がU相コイル 1 4 の渡り線部分に挟まれ、さらにU相コイル 1 4 の渡り線部分をW相コイル 1 6 の渡り線部分が挟む構成となっている。

【 0 0 5 2 】

図 4 は、図 1 に示したステータ 1 0 のステータ鉄芯 1 1 に組み付けられている状態のU相コイル 1 4 を示した斜視図である。

【 0 0 5 3 】

20

U相 1 T コイル部 3 0、U相 2 T コイル部 3 1、U相 3 T コイル部 3 2、U相 4 T コイル部 3 3、U相 5 T コイル部 3 4、U相 6 T コイル部 3 5、U相 7 T コイル部 3 6 および U相 8 T コイル部 3 7 が、それぞれ、U相コイル 1 4 の 1 T ~ 8 T の各層のコイル部分を示している。

【 0 0 5 4 】

スロット挿通部 2 7 は、U相 1 T コイル部 3 0 ~ U相 8 T コイル部 3 7 のそれぞれの、スロット 1 3 に挿通する直線形状部分を示している。

【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、径方向の中心軸 1 7 から遠い側から、U相 1 T コイル部 3 0 と U相 2 T コイル部 3 1、U相 3 T コイル部 3 2 と U相 4 T コイル部 3 3、U相 5 T コイル部 3 4 と U相 6 T コイル部 3 5、U相 7 T コイル部 3 6 と U相 8 T コイル部 3 7 が、順に配置される。

30

【 0 0 5 6 】

図 5 に、U相 2 T コイル部 3 1 のみの斜視図を、図 6 に U相 2 T コイル部 3 1 のみの側面図をそれぞれ示している。

【 0 0 5 7 】

図 5 に示すように、U相 2 T コイル部 3 1 は、スロット挿通部 2 7 がスロット 1 3 から出た部分で、径方向の外側向きに、中心軸 1 7 に対して直交方向に折れ曲がり水平屈曲部 2 8 を形成している。さらに水平屈曲部 2 8 が中心軸 1 7 方向に曲がり、渡り線主面部 2 9 を形成している。このように、U相 2 T 渡り線 2 2 は、平角線の主面が中心軸 1 7 に直交する水平屈曲部 2 8 と、平角線の主面が中心軸 1 7 に平行な渡り線主面部 2 9 で構成されている。

40

【 0 0 5 8 】

なお、渡り線主面部 2 9 が、本発明の渡り線部分の主要部の一例にあたる。

【 0 0 5 9 】

また、U相 2 T コイル部 3 1 には、開放端 3 8 があり、この開放端 3 8 の 2 つの端部が、U相 1 T コイル部 3 0 および U相 3 T コイル部 3 2 のそれぞれの開放端 3 8 の一方の端部と接合される。U相 1 T コイル部 3 0 ~ U相 8 T コイル部 3 7 のそれぞれの開放端 3 8 同士が順に接合されて、U相 1 T コイル部 3 0 ~ U相 8 T コイル部 3 7 が連結された U相コイル 1 4 が形成される。

50

【 0 0 6 0 】

また、図 6 に示すように、水平屈曲部 2 8 の平角線の幅 W 2 および渡り線主面部 2 9 の平角線の幅 W 3 は、いずれも、スロット挿通部 2 7 における平角線の幅 W 1 よりも大きくなっている。一方、水平屈曲部 2 8 および渡り線主面部 2 9 における平角線の断面積が、スロット挿通部 2 7 における平角線の断面積と同じになるように構成されている。したがって、水平屈曲部 2 8 および渡り線主面部 2 9 における平角線の厚さは、スロット挿通部 2 7 における平角線の厚さよりも薄くなっている。

【 0 0 6 1 】

スロット挿通部 2 7、水平屈曲部 2 8 および渡り線主面部 2 9 のそれぞれにおける平角線の断面積を等しくすることにより、U 相 2 T コイル部 3 1 の、断面形状の変化に伴うインピーダンスの変化を抑制している。

10

【 0 0 6 2 】

また、水平屈曲部 2 8 の平角線の厚さを薄くすることにより、コイルエンド 2 0 の長さを短くするのに寄与している。また、渡り線主面部 2 9 の平角線の厚さを薄くすることにより、各相コイル 1 4 ~ 1 6 の径方向の幅を小さくするのに寄与している。

【 0 0 6 3 】

水平屈曲部 2 8 における平角線の幅 W 2 は、スロット挿通部 2 7 における平角線の幅 W 1 に対して、隣接するスロットとの間のコア 1 2 の中央部分まで拡幅しても、隣接するスロット 1 3 に挿通するコイルの水平屈曲部 2 8 と干渉しない。したがって、水平屈曲部 2 8 の幅 W 2 は、スロット挿通部 2 7 の幅 W 1 に対して、両側にそれぞれ、最大限、コア 1 2 の幅 W 4 の $1/2$ まで拡幅することができる。すなわち、水平屈曲部 2 8 の幅 W 2 は、最大で、(スロット挿通部 2 7 の幅 W 1 + コア 1 2 の幅 W 4) とすることができる。

20

【 0 0 6 4 】

図 7 に、挿通するスロットとの関係を説明するための、U 相 1 T コイル部 3 0 および U 相 2 T コイル部 3 1 の部分展開図を示す。図 7 は、U 相 1 T コイル部 3 0 および U 相 2 T コイル部 3 1 の平角線を折り曲げ加工する前の平面図を示している。なお、図 7 では、U 相 2 T コイル部 3 1 を U 相 1 T コイル部 3 0 よりも太い実線で示している。

【 0 0 6 5 】

U 相 2 T コイル部 3 1 は、スロット挿通部 2 7 が第 1 スロットを挿通した後、コイルエンド 2 0 部分の U 相 2 T 渡り線 2 2 を経由して、次の第 8 スロットに挿通する。U 相 2 T コイル部 3 1 は、その後、第 1 3 スロット、第 2 0 スロット、第 2 5 スロット、第 3 2 スロット、第 3 7 スロット、第 4 4 スロットの順に挿通する。

30

【 0 0 6 6 】

一方、U 相 1 T コイル部 3 0 は、スロット挿通部 2 7 が第 2 スロットを挿通した後、コイルエンド 2 0 部分の U 相 1 T 渡り線 2 1 を経由して、次の第 7 スロットに挿通する。U 相 1 T コイル部 3 0 は、その後、第 1 4 スロット、第 1 9 スロット、第 2 6 スロット、第 3 1 スロット、第 3 8 スロット、第 4 3 スロットの順に挿通する。

【 0 0 6 7 】

なお、図 1 に示すように、第 3 スロットおよび第 4 スロットには、V 相コイル 1 5 の 2 T および 1 T コイル部分が、第 5 スロットおよび第 6 スロットには、W 相コイル 1 6 の 2 T および 1 T コイル部分が、それぞれ挿通する。

40

【 0 0 6 8 】

図 8 に、各層とスロットの挿通位置との関係を説明するための、U 相コイル 1 4 の一部拡大した上面図を示す。そして、図 8 の下図には、第 1 スロットおよび第 2 スロット部分をさらに拡大した断面部分を示している。なお、図 8 に示す破線が、下面側のコイルエンド 2 0 の渡り線の部分を示している。

【 0 0 6 9 】

第 1 スロットの溝の底側、すなわち中心軸 1 7 から径方向に一番遠い側には、U 相 2 T コイル部 3 1 のスロット挿通部 2 7 が、平角線の主面が中心軸 1 7 に向くように挿通される。つまり、スロット挿通部 2 7 の平角線の幅方向がステータ鉄芯 1 1 の周方向に一致す

50

る向きに挿通される。そして、U相2Tコイル部31のスロット挿通部27に積層されるように、回転中心に向かって、U相4Tコイル部33、U相6Tコイル部35、U相8Tコイル部37のスロット挿通部27が、順に挿通される。

【0070】

そして、U相2Tコイル部31とU相4Tコイル部33の渡り線主面部29が径方向に隣接するように配置され、これらの渡り線主面部29から所定の間隔をおいて、U相6Tコイル部35とU相8Tコイル部37の渡り線主面部29が径方向に隣接するように配置される。したがって、U相6Tコイル部35とU相8Tコイル部37の水平屈曲部28の径方向の長さは、U相2Tコイル部31やU相4Tコイル部33の水平屈曲部28の径方向の長さよりも短くなっている。

10

【0071】

コイルエンド20部分の、図2のU-U'拡大断面図を図9(a)に、V-V'拡大断面図を図9(b)に、W-W'拡大断面図を図9(c)に、それぞれ示す。U-U'断面、V-V'断面、W-W'断面は、図2に示すように、それぞれ、第44スロット、第40スロット、第29スロットにおける断面である。

【0072】

図9(a)～(c)に示すように、スロット13に挿通するスロット挿通部27の径方向の位置と、渡り線主面部29の径方向の位置との関係により、水平屈曲部28の径方向の長さが異なる。

【0073】

20

図9(c)に示すように、渡り線主面部29が最も内側の2列に配置される、W相5Tコイル部52、W相6Tコイル部53、W相7Tコイル部54、W相8Tコイル部55については、スロット挿通部27の径方向の位置との関係で、水平屈曲部28は形成されない。このように、渡り線主面部29との位置関係により、水平屈曲部28が無い構成であってもよい。

【0074】

図10(a)に、U相コイル14の各層のコイルのスロットへの挿入順を説明するための断面模式図を示す。図10(a)では、説明をわかり易くするために、U相コイル14の各層のみを記載している。図10(a)では、渡り線主面部29の各層(1T～8T)の位置を記載している。

30

【0075】

内歯形状のコア12が形成されたステータ鉄芯11のスロット13に各層のコイルを挿入する場合、スロット13の底側、すなわち中心軸17から径方向に最も遠い側に挿通される層のコイルから挿入していくことになる。

【0076】

図10(a)に示すように、1Tおよび2Tの層のコイルが中心軸17から径方向に最も遠い側に挿通されるので、最初に、1Tおよび2Tの層のコイルをスロット13に挿入する。そしてその後、3Tおよび4Tの層、5Tおよび6Tの層、7Tおよび8Tの層の順にスロット13に挿入していく。

【0077】

40

なお、渡り線主面部29が中心軸17方向に2段重ねに配置される2つの層については、いずれの層のコイルを先にスロット13に挿入してもよい。例えば、1Tのコイルを挿入した後に2Tのコイルを挿入してもよいし、2Tのコイルを挿入した後に1Tのコイルを挿入してもよい。

【0078】

図10(b)に、各相コイル14～16の各層のコイルのスロットへの挿入順を説明するための渡り線主面部29の断面模式図を示す。図10(b)では、図10(a)と同様に、図の右側が最外層側(中心軸17から径方向に遠い側)となるように記載している。

【0079】

渡り線主面部29の径方向に最も外側に配置される層のコイルを最初にスロットに挿入

50

し、渡り線主面部 2 9 が径方向に整列している層のコイルの順に挿入していくことになる。

【 0 0 8 0 】

したがって、渡り線主面部 2 9 は、U 相コイル 1 4 の 1 T および 2 T の層よりも径方向の外側に、W 相コイル 1 6 の 1 T ~ 4 T の層が配置されるので、U 相コイル 1 4 の 1 T および 2 T の層のコイルを挿入する前に、W 相コイル 1 6 の 1 T ~ 4 T の層のコイルを挿入する。また、U 相コイル 1 4 の 3 T および 4 T の層と、5 T および 6 T の層の間に、V 相コイル 1 5 の 1 T ~ 8 T の層が配置されるので、U 相コイル 1 4 の 3 T および 4 T の層をスロット 1 3 に挿入した後、V 相コイル 1 5 の 1 T ~ 8 T の層のコイルをスロット 1 3 に挿入してから、U 相コイル 1 4 の 5 T および 6 T の層を挿入することになる。

10

【 0 0 8 1 】

つまり、図 1 0 (b) で最外層側に記載している層のコイルから順に挿入していくことになる。すなわち、W 相コイル 1 6 の 1 T および 2 T の層 3 T および 4 T の層 U 相コイル 1 4 の 1 T および 2 T の層 3 T および 4 T の層 V 相コイル 1 5 の 1 T および 2 T の層 3 T および 4 T の層 5 T および 6 T の層 7 T および 8 T の層 U 相コイル 1 4 の 5 T および 6 T の層 7 T および 8 T の層 W 相コイル 1 6 の 5 T および 6 T の層 7 T および 8 T の層、の順に挿入していく。

【 0 0 8 2 】

なお、上記の挿入順は、予め内歯形状のコア 1 2 が形成されたステータ鉄芯 1 1 のスロット 1 3 に各層のコイルを挿入する製造方法の場合の順番であるが、先に各相コイル 1 4 ~ 1 6 の各層を構成させた後に、各相コイル 1 4 ~ 1 6 の周方向に隣接したスロット挿通部 2 7 の間に各コア 1 2 を挿入する製造方法の場合には、上記と同様の挿入順で各層のコイルを組み付けていってもよいし、逆の順、すなわち径方向の中心軸 1 7 に近い側の層から順に組み付けていってもよい。

20

【 0 0 8 3 】

図 3 の A - A ' 部分断面図を、図 1 1 に示す。図 1 1 では、説明をわかり易くするために、V 相コイル 1 5 および W 相コイル 1 6 の記載を省略し、U 相コイル 1 4 のみを記載している。そして、図 1 1 の下図には、第 1 スロットおよび第 2 スロット部分をさらに拡大した断面部分を示している。

【 0 0 8 4 】

30

図 1 1 に示すように、各スロット 1 3 は、溝の開口部分の幅よりも、その溝の底部の幅の方が広がっている。すなわち、開口部分から外径方向に向かうにしたがってスロット 1 3 の断面積が広がる形状をしている。円形状のステータ鉄芯 1 1 の外周と内周との円周長さが異なることによって、このようにスロット 1 3 の断面形状が台形状となっている。

【 0 0 8 5 】

本実施の形態 1 の各相コイル 1 4 ~ 1 6 は、スロット 1 3 の底側に挿通する層ほど、スロット挿通部 2 7 の平角線の断面形状が、幅広く薄くなるように形成されている。すなわち、第 1 スロットに挿通する U 相コイル 1 4 の各層コイルのスロット挿通部 2 7 についてみると、U 相 2 T コイル部 3 1 の断面形状が最も幅が広く最も厚さが薄くて、開口部側に向けて配置される、U 相 4 T コイル部 3 3、U 相 6 T コイル部 3 5、U 相 8 T コイル部 3 7 の順に、それらの平角線の断面形状が、幅が狭く、厚さが厚くなっている。

40

【 0 0 8 6 】

なお、このとき、各層のスロット挿通部 2 7 における断面積を等しくすることにより、断面形状の違いによるインピーダンスの変化を抑制できる。

【 0 0 8 7 】

このように、スロット 1 3 に挿通する捲数毎に、スロット挿通部 2 7 の断面形状を、スロット 1 3 の空間形状に合わせて変化させることにより、スロット 1 3 空間におけるコイルの占積率を高めることができる。

【 0 0 8 8 】

50

スロット 13 空間におけるコイルの占積率を高めることにより、ステータ 10 の外径を小さくでき、ステータ 10 を用いるモーターを小型軽量化できる大きな特徴がある。

【0089】

図 12 (a) に、U 相コイル 14 の各層の接合関係を表した捲き線概要図を示す。また、図 12 (b) および (c) に、それぞれ、V 相コイル 15 および W 相コイル 16 の各層の接合関係を表した捲き線概要図を示す。

【0090】

図 12 (a) では、U 相 1 T コイル部 30 および U 相 2 T コイル部 31 を実線で、U 相 3 T コイル部 32 および U 相 4 T コイル部 33 を破線で、U 相 5 T コイル部 34 および U 相 6 T コイル部 35 を二点鎖線で、U 相 7 T コイル部 36 および U 相 8 T コイル部 37 を一点鎖線で、それぞれ示している。図 12 (b) および (c) の V 相コイル 15 および W 相コイル 16 の捲き線概要図についても同様である。

10

【0091】

U 相 1 T コイル部 30 の開放端 38 の一方の端部と、U 相 2 T コイル部 31 の開放端 38 の一方の端部が、接続部 152 で接合される。そして、U 相 2 T コイル部 31 の開放端 38 のもう一方の端部と、U 相 3 T コイル部 32 の開放端 38 の一方の端部が、接続部 153 で接合される。同様に、U 相 3 T コイル部 32 と U 相 4 T コイル部 33 が接続部 154 で、U 相 4 T コイル部 33 と U 相 5 T コイル部 34 が接続部 155 で、U 相 5 T コイル部 34 と U 相 6 T コイル部 35 が接続部 156 で、U 相 6 T コイル部 35 と U 相 7 T コイル部 36 が接続部 157 で、U 相 7 T コイル部 36 と U 相 8 T コイル部 37 が接続部 158 で、それぞれ接合される。

20

【0092】

そして、U 相 1 T コイル部 30 の開放端 38 のもう一方の端部が U 相捲き始め 150 となり、U 相 8 T コイル部 37 の開放端 38 のもう一方の端部が U 相捲き終り 151 となる。

【0093】

V 相コイル 15 の各層については、図 12 (b) に示すように、U 相コイル 14 が挿通するスロットを 2 スロットずつずらした各スロット 13 (第 3 スロット、第 4 スロット、第 9 スロット、第 10 スロット、...) に対して、U 相コイル 14 の各層と同様の接合関係となる。同様に、W 相コイル 16 の各層については、図 12 (c) に示すように、U 相コイル 14 が挿通するスロットを 4 スロットずつずらした各スロット 13 (第 5 スロット、第 6 スロット、第 11 スロット、第 12 スロット、...) に対して、U 相コイル 14 の各層と同様の接合関係となる。

30

【0094】

図 13 (a) に、図 3 に示した第 1 および第 2 スロット上側のコイルエンド 20 部分の拡大斜視図を示す。図 13 (a) では、わかりやすいように、U 相コイル部分だけを網掛けで示している。

【0095】

上記では、U 相 3 T コイル部 32 と U 相 4 T コイル部 33 が、U 相 7 T コイル部 36 と U 相 8 T コイル部 37 が、それぞれ、渡り線主面部 29 が中心軸 17 方向に 2 段重ねで配置される構成で説明したが、2 段重ねに限らず、各層の渡り線主面部 29 を中心軸 17 方向に 3 段以上重なる構成にしてもよい。

40

【0096】

また、各層の渡り線主面部 29 を中心軸 17 方向に段重ねしない構成にしてもよい。その場合には、例えば、渡り線主面部 29 を薄くして、径方向に並列させる構成とする。

【0097】

図 13 (b) は、渡り線主面部 29 を薄くして径方向に並列させた構成の、第 1 および第 2 スロット上部のコイルエンド 20 部分の拡大斜視図を示している。

【0098】

図 13 (b) に示す U 相 1 T コイル部 60 ~ U 相 8 T コイル部 67 の渡り線主面部 29

50

の厚さは、図 1 3 (a) に示した構成の渡り線主面部 2 9 よりも薄く、2 段重ねの構成ではなく、全ての層が径方向に並列して配置されている。

【 0 0 9 9 】

図 1 3 (a) に示した構成の渡り線主面部 2 9 に対して、幅を 2 倍にし、厚さを半分にすることで、図 1 3 (a) に示した構成の U 相コイル 1 4 と同様のインピーダンス特性で、同一のコイルエンド 2 0 の高さで、同一外径のステータとすることができる。

【 0 1 0 0 】

渡り線主面部 2 9 の厚さを図 1 3 (b) のように薄くすることによって、加工工程や組み付け工程に影響が出るような場合には、図 1 3 (a) に示すような 2 段重ね構成として、渡り線主面部 2 9 の厚さを厚くするようにすればよい。

10

【 0 1 0 1 】

次に、図 1 4 に本実施の形態 1 の第 2 の構成のステータの斜視図を、図 1 5 に本実施の形態 1 の第 2 の構成のステータの上面図を、図 1 6 に本実施の形態 1 の第 2 の構成のステータの側面図をそれぞれ示す。それぞれ、図 1 ~ 図 3 と同じ構成部分には、同じ符号を用いている。

【 0 1 0 2 】

図 1 に示したステータ 1 0 と同様に、ステータ 7 0 は、U 相コイル 7 1、V 相コイル 7 2 および W 相コイル 7 3 の 3 つの相コイルで構成されており、これらの 3 つの相コイル 7 1 ~ 7 3 は、それぞれ平角線で形成された波捲きコイルである。

20

【 0 1 0 3 】

U 相コイル 7 1、V 相コイル 7 2 および W 相コイル 7 3 は、それぞれ、図 1 ~ 図 3 に示した U 相コイル 1 4、V 相コイル 1 5 および W 相コイル 1 6 と同一の形状であり、ステータ 1 0 と異なる点は、各相コイル 7 1 ~ 7 3 を挿入するスロット 1 3 の位置が異なるのみである。したがって、U 相コイル 7 1 の形状は、図 4 に示した U 相コイル 1 4 と同一の形状である。

【 0 1 0 4 】

ステータ 7 0 は、図 1 に示したステータ 1 0 の V 相コイルと W 相コイルを挿通させるスロットの位置を入れ替えた構成としている。第 1 スロットおよび第 2 スロットに U 相コイル 7 1 を挿通させるのは、ステータ 1 0 と同様であるが、ステータ 1 0 では第 3 スロットおよび第 4 スロットに V 相コイル 1 5 を挿通させたのに対し、ステータ 7 0 では、W 相コイル 7 3 を挿通させている。そして、第 5 スロットおよび第 6 スロットに V 相コイル 7 2 を挿通させている。

30

【 0 1 0 5 】

図 1 4 および図 1 5 に示すように、各相コイル 7 1 ~ 7 3 の各層の渡り線主面部 2 9 の径方向の配置順も、ステータ 1 0 と同様であり、V 相コイル 7 2 の全層の両側に U 相コイル 7 1 の 4 層ずつを配置し、さらにその両側に W 相コイル 7 3 の 4 層ずつを配置している。

【 0 1 0 6 】

次に、図 1 7 に本実施の形態 1 の第 3 の構成のステータの斜視図を、図 1 8 に本実施の形態 1 の第 3 の構成のステータの上面図を、図 1 9 に本実施の形態 1 の第 3 の構成のステータの側面図をそれぞれ示す。それぞれ、図 1 ~ 図 3 と同じ構成部分には、同じ符号を用いている。

40

【 0 1 0 7 】

図 1 に示したステータ 1 0 と同様に、ステータ 8 0 は、U 相コイル 8 1、V 相コイル 8 2 および W 相コイル 8 3 の 3 つの相コイルで構成されており、これらの 3 つの相コイル 8 1 ~ 8 3 は、それぞれ平角線で形成された波捲きコイルである。

【 0 1 0 8 】

ステータ 8 0 の各相コイル 8 1 ~ 8 3 の各層のスロット 1 3 への挿入位置は、図 1 ~ 図 3 に示したステータ 1 0 の各相コイル 1 4 ~ 1 6 の挿入位置と同じである。すなわち、第 1 スロットおよび第 2 スロットに U 相コイル 8 1 を挿通させ、第 3 スロットおよび第 4 ス

50

ロットにV相コイル82を挿通させ、第5スロットおよび第6スロットにW相コイル83を挿通させる。

【0109】

隣接する2つのスロット13の、径方向の同じ位置に挿通される2つの層の渡り線主面部29は、ステータ10の場合と同様に、中心軸17方向に2段重ねに配置される。

【0110】

すなわち、図19に示すように、U相1T渡り線84とU相2T渡り線85、V相1T渡り線86とV相2T渡り線87、W相1T渡り線88とW相2T渡り線89が、それぞれ中心軸17方向に2段重ねの構成になっている。

【0111】

しかし、各相コイル81～83の各層の渡り線主面部29の径方向の配置順が、ステータ10の場合と異なる。

【0112】

ステータ80では、コイルエンド20において、渡り線主面部29が中心軸17方向に2段重ねとなる2つの層を一組として、径方向の一番外側にU相コイル14の1Tおよび2Tの層の渡り線主面部29を配置し、その内側に、V相、W相、U相の順で交互に、一組の層の渡り線主面部29を配置している。

【0113】

したがって、コイルエンド20における各相コイル81～83の各層の渡り線部分は、径方向の外側から、U相コイル81の1Tおよび2Tの層、V相コイル82の1Tおよび2Tの層、W相コイル83の1Tおよび2Tの層、U相コイル81の3Tおよび4Tの層、V相コイル82の3Tおよび4Tの層、W相コイル83の3Tおよび4Tの層、U相コイル81の5Tおよび6Tの層、V相コイル82の5Tおよび6Tの層、W相コイル83の5Tおよび6Tの層、U相コイル81の7Tおよび8Tの層、V相コイル82の7Tおよび8Tの層、W相コイル83の7Tおよび8Tの層、の順に配置されている。

【0114】

ステータ鉄芯11の各スロット13に各相コイル81～83の各層を挿入する順番は、渡り線部分の外側に配置された層から順に挿入していくので、ステータ80の場合には、上記の順で各層を挿入していくことになる。

【0115】

図20は、図17に示したステータ80のステータ鉄芯11に組み付けられている状態のU相コイル81を示した斜視図である。

【0116】

コイルエンド20において、U相コイル81の2段重ねされる異なる組の層の間には、V相コイル82およびW相コイル83のそれぞれの1組の2段重ねの層が配置されるため、それらの層の厚さ分の間隔において、各層の渡り線主面部29が配置される。

【0117】

例えば、U相1Tコイル部90とU相2Tコイル部91が2段重ねに配置されており、U相3Tコイル部92とU相4Tコイル部93が2段重ねに配置されているが、これらの2組の2段重ねの層の間に、V相の1Tと2Tの2段重ねの層と、W相の1Tと2Tの2段重ねの層が配置される。

【0118】

図1に示すステータ10の場合には、コイルエンド20において、V相コイル15の全層の渡り線部分の外側および内側に、それぞれU相コイル14の半数の層(4層)が配置され、さらにその外側および内側に、それぞれW相コイル16の半数の層(4層)が配置される構成なので、各相コイル14～16の渡り線部分の周方向の平均化した長さは等しくなる。したがって、ステータ10の構成では、各相コイル14～16間のインピーダンスの差を抑制できる。

【0119】

ステータ80の場合には、外周側と内周側で円周長さが異なることにより、各相コイル

10

20

30

40

50

8 1 ~ 8 3 の渡り線部分の周方向の平均化した長さは、U 相コイル 8 1 が最も長くなり、W 相コイル 8 3 が最も短くなり、各相間で差が生じる。この平均化した長さの違いにより、各相コイル 8 1 ~ 8 3 間にインピーダンスの差が生じる。

【 0 1 2 0 】

ステータ 8 0 のような構成においても、渡り線部分の各相コイルの配置順を変えることにより、各相コイル間のインピーダンスの差を抑制することができる。例えば、1 T ~ 4 T の各層の渡り線部分の配置は図 1 7 の通りとし、5 T ~ 8 T の各層の渡り線部分の配置を図 1 7 とは逆順（径方向の外側から、W 相、V 相、U 相の順）に配置することにより、渡り線部分の周方向の平均化した長さを等しくさせることができる。

【 0 1 2 1 】

10

なお、コイルエンド 2 0 における各相コイルの渡り線部分の配置は、図 1 のステータ 1 0 のように、各相コイルが偶数の層を有する場合に、所定の相コイル（ステータ 1 0 では V 相コイル 1 5）の全層を隣接させて配置し、その外側および内側に別の相コイル（ステータ 1 0 では U 相コイル 1 4）の半数の層（ステータ 1 0 では 4 層）をそれぞれ配置し、さらにその外側および内側にさらに別の相コイル（ステータ 1 0 では W 相コイル 1 6）の半数の層（ステータ 1 0 では 4 層）をそれぞれ配置したときに、各相コイルの渡り線部分の周方向の平均化した長さを等しくできる。

【 0 1 2 2 】

本実施の形態 1 では、各相コイルが 8 層を有する構成で説明しているが、例えば各相コイルがそれぞれ 1 2 層を有する場合には、コイルエンド 2 0 における各相コイルの渡り線部分の配置は、所定の層コイルの 1 2 層を隣接させるように配置し、その外側および内側に別の相コイルの 6 層の渡り線をそれぞれ隣接させて配置し、さらにその外側および内側にさらに別の相コイルの 6 層の渡り線をそれぞれ隣接させて配置すればよい。

20

【 0 1 2 3 】

次に、図 2 1 に本実施の形態 1 の第 4 の構成のステータの斜視図を、図 2 2 に本実施の形態 1 の第 4 の構成のステータの上面図を、図 2 3 に本実施の形態 1 の第 4 の構成のステータの側面図をそれぞれ示す。それぞれ、図 1 ~ 図 3 と同じ構成部分には、同じ符号を用いている。

【 0 1 2 4 】

図 1 7 に示したステータ 8 0 と同様に、ステータ 1 0 0 は、U 相コイル 1 0 1、V 相コイル 1 0 2 および W 相コイル 1 0 3 の 3 つの相コイルで構成されており、これらの 3 つの相コイル 1 0 1 ~ 1 0 3 は、それぞれ平角線で形成された波捲きコイルである。

30

【 0 1 2 5 】

U 相コイル 1 0 1、V 相コイル 1 0 2 および W 相コイル 1 0 3 は、それぞれ、図 1 7 ~ 図 1 9 に示した U 相コイル 8 1、V 相コイル 8 2 および W 相コイル 8 3 と同一の形状であり、ステータ 8 0 と異なる点は、各相コイル 1 0 1 ~ 1 0 3 を挿入するスロット 1 3 の位置が異なるのみである。したがって、U 相コイル 1 0 1 の形状は、図 2 0 に示した U 相コイル 8 1 と同一の形状である。

【 0 1 2 6 】

ステータ 1 0 0 は、図 1 7 に示したステータ 8 0 の V 相コイルと W 相コイルを挿通させるスロットの位置を入れ替えた構成としている。第 1 スロットおよび第 2 スロットに U 相コイル 1 0 1 を挿通させるのは、ステータ 8 0 と同様であるが、ステータ 8 0 では第 3 スロットおよび第 4 スロットに V 相コイル 8 2 を挿通させたのに対し、ステータ 1 0 0 では、W 相コイル 1 0 3 を挿通させている。そして、第 5 スロットおよび第 6 スロットに V 相コイル 1 0 2 を挿通させている。

40

【 0 1 2 7 】

図 2 1 および図 2 2 に示すように、各相コイル 1 0 1 ~ 1 0 3 の各層の渡り線主面部 2 9 の径方向の配置順も、ステータ 8 0 と同様である。

【 0 1 2 8 】

以上に説明したように、本実施の形態 1 の波捲きコイルを用いることによりコイルエン

50

ドの短いステータを実現できるので、モーターや発電機を小型化できる。

【0129】

また、コイルエンドにおける各相コイルの渡り線部分の配置を調整することにより、各相コイル間のインピーダンスの差を抑制できる。

【0130】

なお、本実施の形態1では、各相コイルが8つの層を有する構成で説明したが、各相コイルの有する層は8層に限らず、各相コイルが有する層が2層以上の場合に本発明を適用できる。

【0131】

(実施の形態2)

図24に本発明の実施の形態2のステータの斜視図を、図25に本実施の形態2のステータの上面図を、図26に本実施の形態2のステータの側面図をそれぞれ示す。

【0132】

図24に示すように、本実施の形態2のステータ110を構成しているステータ鉄芯は、実施の形態1のステータ10を構成するステータ鉄芯11と同じものであり、48個のコア12およびスロット13を有している。

【0133】

ステータ110は、U相コイル111、V相コイル112およびW相コイル113の3つの相コイルで構成されており、これらの3つの相コイル111、112、113は、それぞれ平角線で形成された波巻きコイルである。

【0134】

各相コイルは、それぞれの層が1ターン分である4つの層を有しており、各相が3スロットおきのスロット13に挿通するように配置されている。1つのスロット13には、それぞれ同一相の4つの層が挿通している。

【0135】

図24～図26の各図では、U相コイル111の4つの層を、それぞれ1T～4Tと示している。各スロット13には、そのスロットの底部、すなわち中心軸17から径方向に遠い側から順に、1T～4Tの層が挿通している。

【0136】

本実施の形態2のステータ110の場合には、図24の上方から見て左回りに連続するスロット13に、W相コイル113、V相コイル112、U相コイル111の順で交互に挿通している。第1スロットにはW相コイル113が挿通しており、次の第2スロットにはV相コイル112が挿通しており、その次の第3スロットにはU相コイル111が挿通している。そして、第1スロットからステータ鉄芯11の上側のコイルエンド20部分に出たW相コイル113は、ステータ110の上方から見て左回り方向に曲がった渡り線部分を経由して、次に第4スロットに挿通する。また、第2スロットからステータ鉄芯11の上側のコイルエンド20部分に出たV相コイル112は、同様に渡り線部分を経由して、次に第5スロットに挿通する。第4スロットを下向きに挿通したW相コイル113は、今度はステータ鉄芯11の下側のコイルエンド20部分の渡り線部分を経由して、次は第8スロットに挿通する。

【0137】

図24～図26に示すように、各相コイル111、112、113の渡り線の部分では、その主面、すなわち平角線の広幅の面が中心軸17に直交する向きとなっている。

【0138】

なお、渡り線部分の主面が、本発明の渡り線部分の主要部の一例にあたる。

【0139】

図26は、図24に示すステータ110を手前側から見た側面図である。つまり、第1スロットの溝の開放している側を正面から見た側面図である。

【0140】

コイルエンド20では、U相コイル111の1Tの渡り線部分(U相1T渡り線114

10

20

30

40

50

)の主面が、ステータ鉄芯11に最も近い位置に配置されている。

【0141】

そして、U相2T渡り線115、U相3T渡り線116、U相4T渡り線117のそれぞれの主面が中心軸17方向に重なるように、これらの順に、U相1T渡り線114の主面に隣接して配置されている。

【0142】

このように、各相コイル111～113の各相の渡り線部分は、それらの主面において、中心軸17方向に互いに並列して配置されている。

【0143】

次に、V相1T渡り線118の主面が中心軸17方向に重なるように、U相4T渡り線117に隣接して配置されている。そして、V相2T渡り線119、V相3T渡り線120、V相4T渡り線121のそれぞれの主面が中心軸17方向に重なるように、これらの順に、V相1T渡り線118の主面に隣接して配置されている。

【0144】

さらに、W相1T渡り線122、W相2T渡り線123、W相3T渡り線124、W相4T渡り線125のそれぞれの主面が中心軸17方向に重なるように、これらの順に、V相4T渡り線121の主面に隣接して配置されている。

【0145】

図27は、図24に示したステータ110のステータ鉄芯11に組み付けられている状態のU相コイル111を示した斜視図である。

【0146】

U相1Tコイル部126、U相2Tコイル部127、U相3Tコイル部128およびU相4Tコイル部129が、それぞれ、U相コイル111の1T～4Tの各層のコイル部分を示している。

【0147】

スロット挿通部160は、U相1Tコイル部126～U相4Tコイル部129のそれぞれの、スロット13に挿通する直線形状部分を示している。

【0148】

図27に示すように、U相1Tコイル部126、U相2Tコイル部127、U相3Tコイル部128およびU相4Tコイル部129には、それぞれ、スロット挿通部160の端部と次に挿通するスロット挿通部160の端部とを接続するU相1T渡り線114、U相2T渡り線115、U相3T渡り線116およびU相4T渡り線117が形成されている。U相1T渡り線114、U相2T渡り線115、U相3T渡り線116およびU相4T渡り線117は、スロット挿通部160の端部で径方向の外側に折れ曲がって平角線の主面が中心軸17に直交し、主面が中心軸17に直交したまま、次に挿通するスロット側に向けて周方向に折れ曲がり、次に挿通するスロットの径方向の位置で回転中心側に折れ曲がる形状をしている。

【0149】

また、図25に示すように、W相4T渡り線125の平角線の幅W6は、スロット挿通部160における平角線の幅W5よりも大きくなっている。そして、W相4T渡り線125における平角線の断面積が、スロット挿通部160における平角線の断面積と同じになるように構成されている。したがって、W相4T渡り線125における平角線の厚さは、スロット挿通部160における平角線の厚さよりも薄くなっている。

【0150】

他の各相コイルの各層の渡り線(U相1T渡り線114～W相3T渡り線124)も、W相4T渡り線125と同様の形状をしている。

【0151】

スロット挿通部160における平角線の断面積と各相コイルの各層の渡り線における平角線の断面積とを等しくすることにより、各相コイルの各層の、断面形状の変化に伴うインピーダンスの変化を抑制している。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 2 】

また、各相コイルの各層の渡り線の平角線の厚さを薄くすることにより、主面が中心軸 17 方向に重ね合わされる各層の渡り線の厚さの合計によって決まるコイルエンド 20 の長さを短くすることができる。

【 0 1 5 3 】

以上に説明したように、本実施の形態 2 の波捲きコイルを用いることによりコイルエンドの短いステータを実現できるので、モーターや発電機を小型化できる。

【 0 1 5 4 】

なお、本実施の形態 2 では、各相コイルが 4 つの層を有する構成で説明したが、各相コイルの有する層は 4 層に限らず、各相コイルが有する層が 2 層以上の場合に実施の形態 2 の発明を適用できる。

10

【 0 1 5 5 】

(実施の形態 3)

次に、本発明の実施の形態 3 として、本発明の波捲きコイルに使用する平角線の製造方法について説明する。

【 0 1 5 6 】

本実施の形態 3 の製造方法は、例えば図 7 の展開図に示したような、本発明の各相のコイルを折り曲げ加工する前の平角線を製造する方法である。

【 0 1 5 7 】

図 28 は、本実施の形態 3 で使用する金型ローラの、鑄型が形成された回転表面の一部を示した図である。図 28 には、実施の形態 1 の U 相 1 T コイル部 30 と U 相 2 T コイル部 31 に使用する平角線に対応する部分を示している。

20

【 0 1 5 8 】

また図 29 は、本実施の形態 3 の、平角線の第 1 の製造方法を説明する図である。

【 0 1 5 9 】

本実施の形態 3 では、回転する表面に鑄型が形成された金型ローラを回転させて、平角線を連続的に作製する。

【 0 1 6 0 】

金型ローラ 136 の金型表面 130 には、図 28 に示すような鑄型 131 が形成されている。この鑄型 131 は、本発明の波捲きコイルを折り曲げる前の平角線の形状をしている。例えば、図 28 の「2 T コイル展開域」と記載している鑄型 131 の部分が、図 5 の U 相 2 T コイル部 31 を折り曲げる前の平角線に対応している。

30

【 0 1 6 1 】

なお、金型ローラ 136 が、本発明の回転金型の一例にあたり、その金型表面 130 が、本発明の回転金型の回転表面の一例にあたる。

【 0 1 6 2 】

図 28 では、鑄型 131 に、3 つの接続部 132 ~ 134 が設けられている。

【 0 1 6 3 】

接続部 132 は、平角線を連続製造するための接続部である。この接続部 132 より、連続して鑄造材を鑄型 131 に流し込めるようにしている。この接続部 132 の部分は、U 相 1 T コイル部 30 の端部となる部分なので、連続した平角線を作製した後に、この接続部 132 を切断した部分が図 12 (a) に示す U 相捲き始め 150 となる。

40

【 0 1 6 4 】

接続部 133 は、U 相 1 T コイル部 30 に対応する部分と U 相 2 T コイル部 31 に対応する部分のつなぎ目である。連続した平角線を作製した後に、この接続部 133 で切断することにより、この部分が図 5 に示した U 相 2 T コイル部 31 の開放端 38 の一方の端部となる。

【 0 1 6 5 】

実施の形態 1 の U 相コイル 14 の場合には、U 相 1 T コイル部 30 の次に U 相 2 T コイル部 31 が挿入されるので、この場合には、接続部 133 で切断せずに、U 相 1 T コイル

50

部 3 0 と U 相 2 T コイル部 3 1 がつながった状態の平角線のまま加工して、ステータ鉄芯 1 1 へ組み付けることもできる。この場合、平角線作製時のこの接続部 1 3 3 は、コイル組み付け後の図 1 2 (a) に示した接続部 1 5 2 となる。

【 0 1 6 6 】

接続部 1 3 4 も接続部 1 3 3 と同様で、次の層のコイル部分となる平角線との接続部であり、スロット 1 3 への挿入順が連続するような場合には、接続部 1 3 4 を切断せずに加工、組み付けることもできる。

【 0 1 6 7 】

また、鑄型 1 3 1 の深さを調整することにより、必要な厚さの平角線を製造することができる。図 2 8 の B - B ' 断面の部分では、実施の形態 1 の U 相 2 T コイル部 3 1 のスロット挿通部 2 7 と W 相 2 T 渡り線 2 6 とのそれぞれで必要とされる厚さに応じた深さになるように、鑄型 1 3 1 が形成されている。

【 0 1 6 8 】

したがって、このような鑄型 1 3 1 を用いて平角線を作製することにより、その後は、切断加工および折り曲げ加工をするだけで波捲きコイルが完成する。

【 0 1 6 9 】

次に、本実施の形態 3 の平角線の第 1 の製造方法を具体的に説明する。

【 0 1 7 0 】

回転移動する金型表面 1 3 0 に対して、その移動速度に応じて、溶解銅供給ノズル 1 3 7 の供給口を金型表面 1 3 0 の移動方向に対して直角の方向に移動させることにより、金型表面 1 3 0 の鑄型 1 3 1 に連続して溶解銅を供給することができる。

【 0 1 7 1 】

図 2 9 に示すように、金型表面 1 3 0 を加熱しながら金型ローラ 1 3 6 を回転させる。その回転動作によって移動する鑄型 1 3 1 に、溶解銅供給ノズル 1 3 7 から、連続的に溶解銅を流し込む。

【 0 1 7 2 】

そして、金型ローラ 1 3 6 の下流側に設けられた掻き落とし部 1 3 8 によって、鑄型 1 3 1 に流し込まれた余分の溶解銅を掻き落とす。

【 0 1 7 3 】

そして、金型ローラ 1 3 6 のさらに下流側に設けられた冷却部 1 3 9 から、金型表面 1 3 0 に向けて冷風を吹き付けることにより、鑄型 1 3 1 に流し込まれた溶解銅を凝固させる。

【 0 1 7 4 】

そして、金型ローラ 1 3 6 のさらに下流側に設けられた巻き取り部 1 4 0 によって、溶解銅が凝固して固体となった平角線を巻き取る。

【 0 1 7 5 】

次に、本実施の形態 3 の、平角線の第 2 の製造方法について説明する。

【 0 1 7 6 】

図 3 0 は、本実施の形態 3 の、平角線の第 2 の製造方法を説明する図である。

【 0 1 7 7 】

平角線の第 2 の製造方法は、鑄型に半固形銅を流し込み、半固形銅に対する剥離性および吸着性を利用して、連続的に平角線を製造するものである。

【 0 1 7 8 】

第 2 の製造方法で用いる金属ローラ 1 4 1 は、半固形銅に対して剥離性の大きいセラミック製の回転表面 1 4 7 を有している。回転表面 1 4 7 には、金型表面 1 3 0 と同様の鑄型 1 3 1 が形成されている。

【 0 1 7 9 】

なお、金型ローラ 1 4 1 が、本発明の回転金型の一例にあたり、その回転表面 1 4 7 が、本発明の回転金型の回転表面の一例にあたる。

【 0 1 8 0 】

10

20

30

40

50

半固形銅供給ノズル１４２も、溶解銅供給ノズル１３７と同様に、回転表面１４７の移動方向に対して直角の方向に移動させることにより、回転表面１４７の鑄型１３１に連続して半固形銅を供給することができる。

【０１８１】

図３０に示すように、金型ローラ１４１の回転動作によって移動する鑄型１３１内に、半固形銅供給ノズル１４２から、連続的に半固形銅を供給する。

【０１８２】

そして、金型ローラ１４１の下流側には、金型ローラ１４１と同じ方向に回転して、その表面１４５によって金型ローラ１４１の回転表面１４７を押さえつける、押さえローラ１４４が設けられている。

10

【０１８３】

押さえローラ１４４の表面１４５の材質は、半固形銅に対して吸着性の大きい鉄製である。

【０１８４】

金型ローラ１４１の回転表面１４７が押さえローラ１４４の表面１４５によって押さえつけられることにより、回転表面１４７の鑄型１３１に供給された半固形銅は、押さえローラ１４４の表面１４５に吸着される。

【０１８５】

そして、押さえローラ１４４の下流側に設けられた巻き取り部１４６によって、押さえローラ１４４の表面１４５に吸着された平角線形状の半固形銅を巻き取る。

20

【０１８６】

なお、ここでは、金型ローラ１４１の回転表面１４７の材質をセラミックとし、押さえローラ１４４の表面１４５の材質を鉄としたが、これらの材質に限らない。

【０１８７】

回転表面１４７および表面１４５の材質として、回転表面１４７が表面１４５よりも半固形銅に対する剥離性が大きく、表面１４５が回転表面１４７よりも半固形銅に対する吸着性が大きいような材質のものであればよい。

【０１８８】

なお、本実施の形態３の平角線の製造方法では、各層のコイルが連続した平角線を作製できるので、ステータ鉄芯に組み付ける際に連続してスロットに挿入する層のコイルについては、それらの層コイルの接続部分を接続したまま、折り曲げ加工して組み付けることができるので、それらの層コイル間の接合工程が不要となり、その後の工程を簡素化できる。

30

【０１８９】

例えば、図１に示した実施の形態１の場合には、Ｖ相コイル１５については、全ての層（１Ｔ～８Ｔ）を連続した順でステータ鉄芯１１に挿入するので、これらの８つの層コイルに対応する平角線が繋がった状態で作製された平角線を、切断せずに、折り曲げ加工し、ステータ鉄芯１１に挿入することができる。同様に、図１のステータ１０の場合には、Ｕ相コイル１４の１Ｔ～４Ｔの層のコイル、Ｕ相コイル１４の５Ｔ～８Ｔの層のコイル、Ｗ相コイル１６の１Ｔ～４Ｔの層のコイル、Ｗ相コイル１６の５Ｔ～８Ｔの層のコイルのそれぞれについても、平角線が繋がった状態で作製された平角線を、切断せずに、折り曲げ加工し、ステータ鉄芯１１に挿入することができる。

40

【０１９０】

このように、層コイル間の接合部分を大幅に削減できる。

【０１９１】

以上に説明したように、本実施の形態３の平角線の製造方法を用いることにより、その後の加工が容易な平角線を連続して作製することができる。

【０１９２】

なお、本明細書では、本発明の波巻きコイルを固定子側に適用する例について説明したが、本発明の波巻きコイルの構造は、そのまま回転子側に適用することもできる。

50

【 0 1 9 3 】

また、本明細書では、コイル線の絶縁についての記載は省略したが、勿論、本発明において線間の処理は必要である。カチオン塗装や電着塗装等、最近富に絶縁処理技術が確立され、耐圧性、耐熱性に優れた被膜が提供されている。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 9 4 】

本発明に係る波捲きコイルおよび平角線の製造方法は、スロット空間におけるコイルの占積率を高めてステータを用いるモーターを小型軽量化できる効果を有し、モーターや発電機に使用される波捲きコイルとして有用である。

【 符号の説明 】

10

【 0 1 9 5 】

- 1 0 ステータ
- 1 1 ステータ鉄芯
- 1 2 コア
- 1 3 スロット
- 1 4 U相コイル
- 1 5 V相コイル
- 1 6 W相コイル
- 1 7 中心軸
- 2 0 コイルエンド
- 2 1 U相 1 T 渡り線
- 2 2 U相 2 T 渡り線
- 2 3 V相 1 T 渡り線
- 2 4 V相 2 T 渡り線
- 2 5 W相 1 T 渡り線
- 2 6 W相 2 T 渡り線
- 2 7 スロット挿通部
- 2 8 水平屈曲部
- 2 9 渡り線主面部
- 3 0 U相 1 T コイル部
- 3 1 U相 2 T コイル部
- 3 2 U相 3 T コイル部
- 3 3 U相 4 T コイル部
- 3 4 U相 5 T コイル部
- 3 5 U相 6 T コイル部
- 3 6 U相 7 T コイル部
- 3 7 U相 8 T コイル部
- 3 8 開放端
- 4 0 V相 1 T コイル部
- 4 1 V相 2 T コイル部
- 4 2 V相 3 T コイル部
- 4 3 V相 4 T コイル部
- 4 4 V相 5 T コイル部
- 4 5 V相 6 T コイル部
- 4 6 V相 7 T コイル部
- 4 7 V相 8 T コイル部
- 4 8 W相 1 T コイル部
- 4 9 W相 2 T コイル部
- 5 0 W相 3 T コイル部
- 5 1 W相 4 T コイル部

20

30

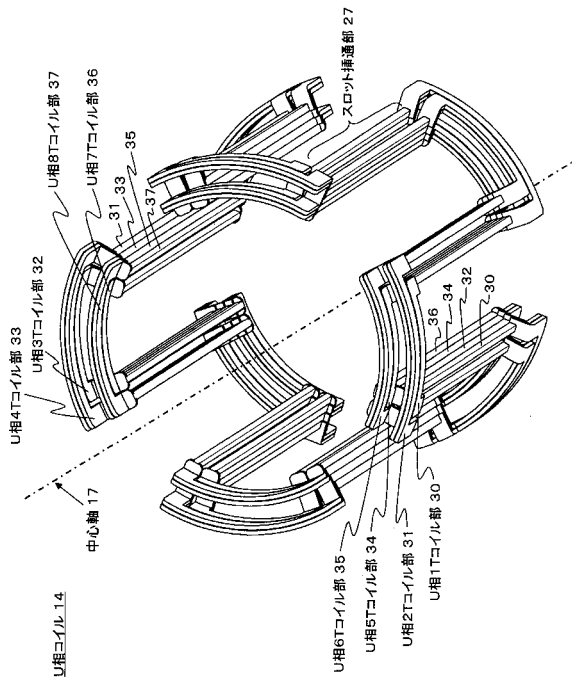
40

50

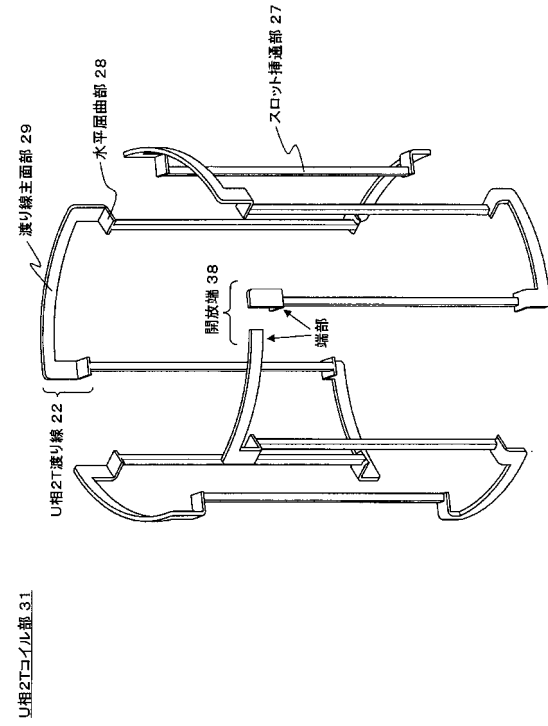
5 2	W相 5 T コイル部	
5 3	W相 6 T コイル部	
5 4	W相 7 T コイル部	
5 5	W相 8 T コイル部	
6 0	U相 1 T コイル部	
6 1	U相 2 T コイル部	
6 2	U相 3 T コイル部	
6 3	U相 4 T コイル部	
6 4	U相 5 T コイル部	
6 5	U相 6 T コイル部	10
6 6	U相 7 T コイル部	
6 7	U相 8 T コイル部	
7 0	ステータ	
7 1	U相コイル	
7 2	V相コイル	
7 3	W相コイル	
7 4	U相 1 T 渡り線	
7 5	U相 2 T 渡り線	
7 6	V相 1 T 渡り線	
7 7	V相 2 T 渡り線	20
7 8	W相 1 T 渡り線	
7 9	W相 2 T 渡り線	
8 0	ステータ	
8 1	U相コイル	
8 2	V相コイル	
8 3	W相コイル	
8 4	U相 1 T 渡り線	
8 5	U相 2 T 渡り線	
8 6	V相 1 T 渡り線	
8 7	V相 2 T 渡り線	30
8 8	W相 1 T 渡り線	
8 9	W相 2 T 渡り線	
9 0	U相 1 T コイル部	
9 1	U相 2 T コイル部	
9 2	U相 3 T コイル部	
9 3	U相 4 T コイル部	
9 4	U相 5 T コイル部	
9 5	U相 6 T コイル部	
9 6	U相 7 T コイル部	
9 7	U相 8 T コイル部	40
1 0 0	ステータ	
1 0 1	U相コイル	
1 0 2	V相コイル	
1 0 3	W相コイル	
1 0 4	U相 1 T 渡り線	
1 0 5	U相 2 T 渡り線	
1 0 6	V相 1 T 渡り線	
1 0 7	V相 2 T 渡り線	
1 0 8	W相 1 T 渡り線	
1 0 9	W相 2 T 渡り線	50

1 1 0	ステータ	
1 1 1	U相コイル	
1 1 2	V相コイル	
1 1 3	W相コイル	
1 1 4	U相1 T渡り線	
1 1 5	U相2 T渡り線	
1 1 6	U相3 T渡り線	
1 1 7	U相4 T渡り線	
1 1 8	V相1 T渡り線	
1 1 9	V相2 T渡り線	10
1 2 0	V相3 T渡り線	
1 2 1	V相4 T渡り線	
1 2 2	W相1 T渡り線	
1 2 3	W相2 T渡り線	
1 2 4	W相3 T渡り線	
1 2 5	W相4 T渡り線	
1 2 6	U相1 Tコイル部	
1 2 7	U相2 Tコイル部	
1 2 8	U相3 Tコイル部	
1 2 9	U相4 Tコイル部	20
1 3 0	金型表面	
1 3 1	鋳型	
1 3 2 ~ 1 3 4	接続部	
1 3 6	金型ローラ	
1 3 7	溶解銅供給ノズル	
1 3 8	掻き落とし部	
1 3 9	冷却部	
1 4 0	巻き取り部	
1 4 1	金型ローラ	
1 4 2	半固形銅供給ノズル	30
1 4 4	押さえローラ	
1 4 5	表面	
1 4 6	巻き取り部	
1 5 0	巻き始め	
1 5 1	巻き終り	
1 5 2 ~ 1 5 8	接続部	
1 6 0	スロット挿通部	

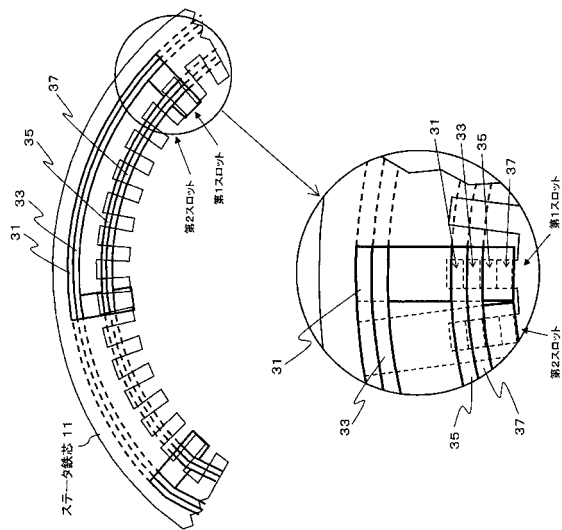
【 図 4 】



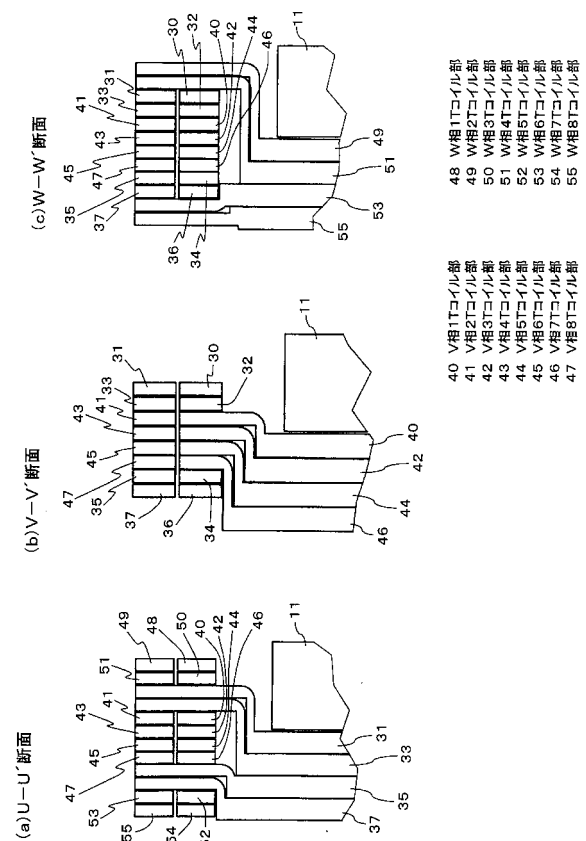
【 図 5 】



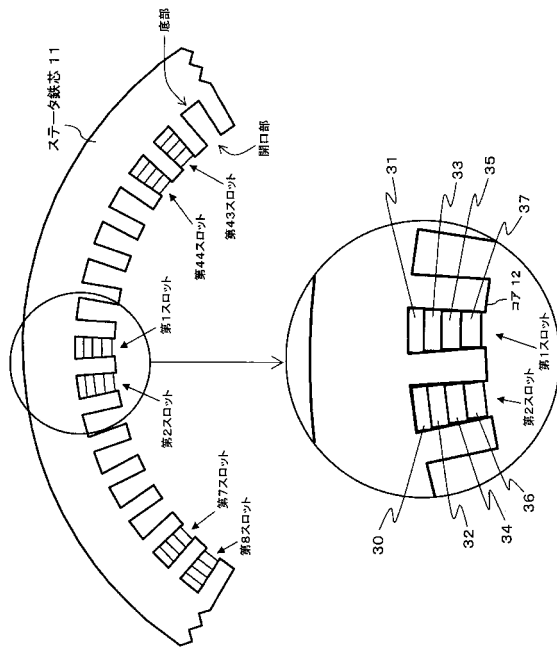
【 図 8 】



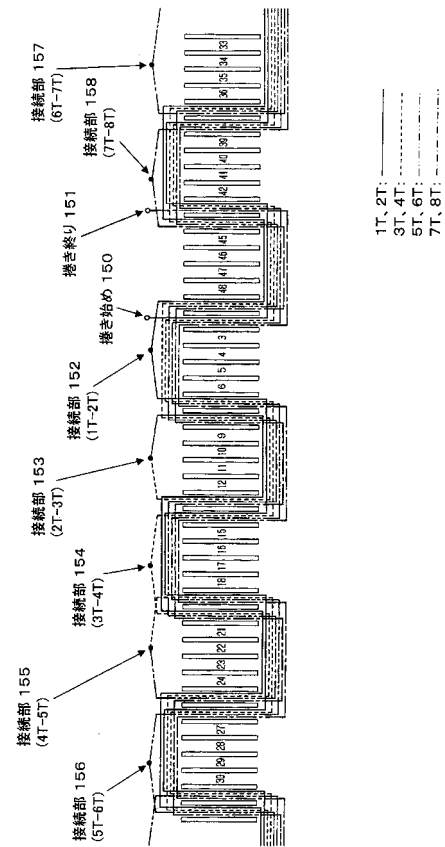
【 図 9 】



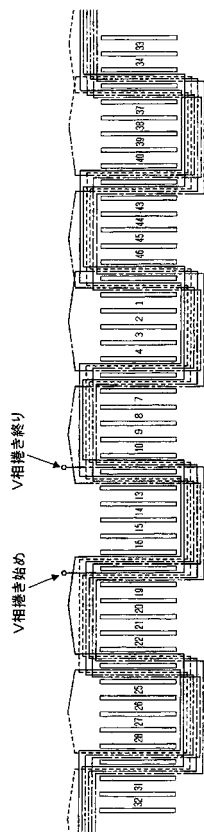
【図 1 1】



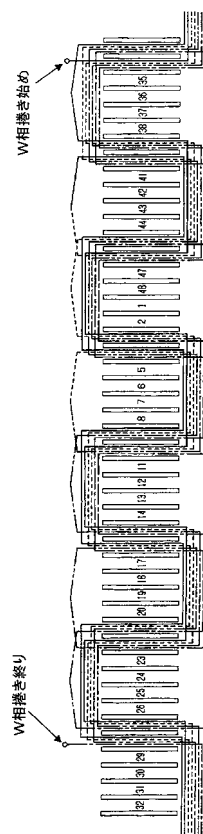
【図 1 2 (a)】



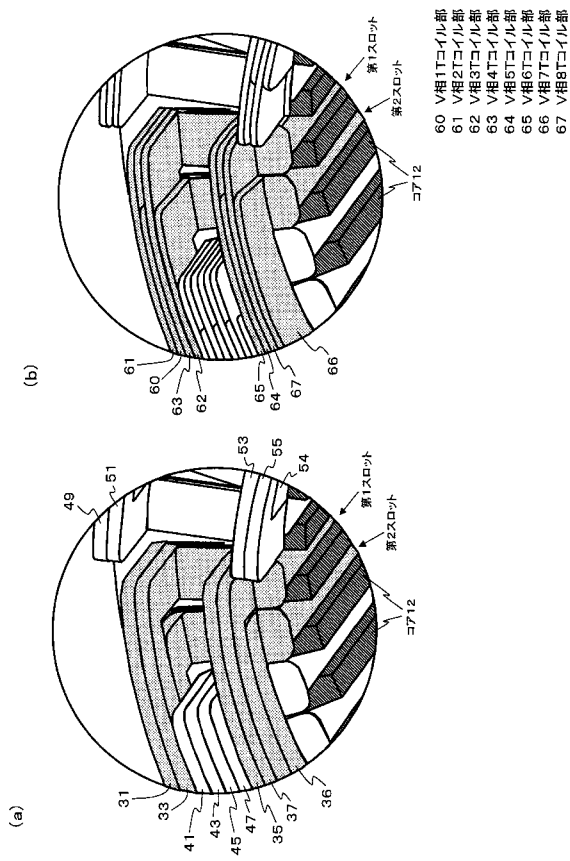
【図 1 2 (b)】



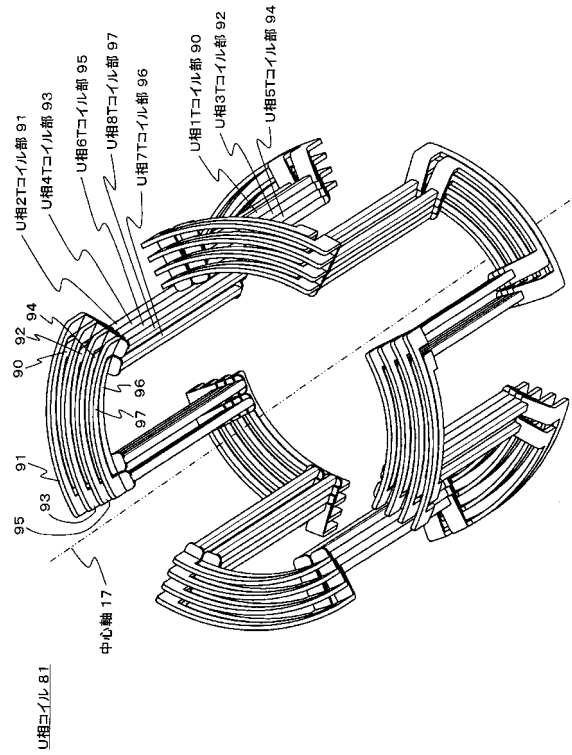
【図 1 2 (c)】



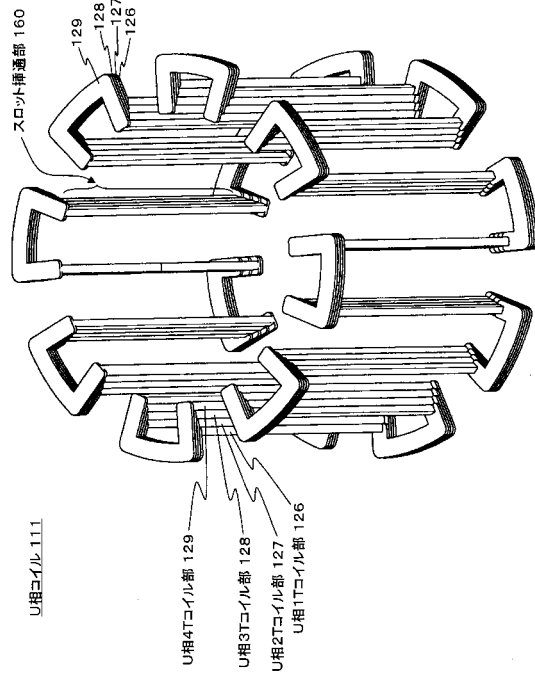
【図13】



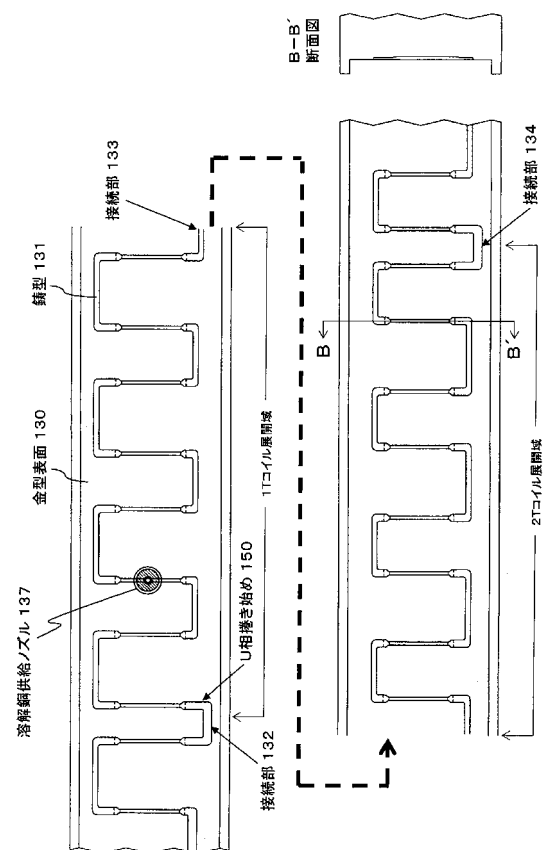
【図20】



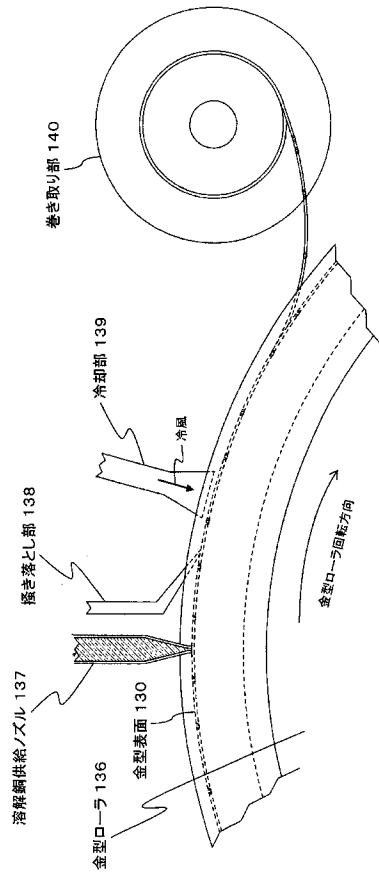
【図27】



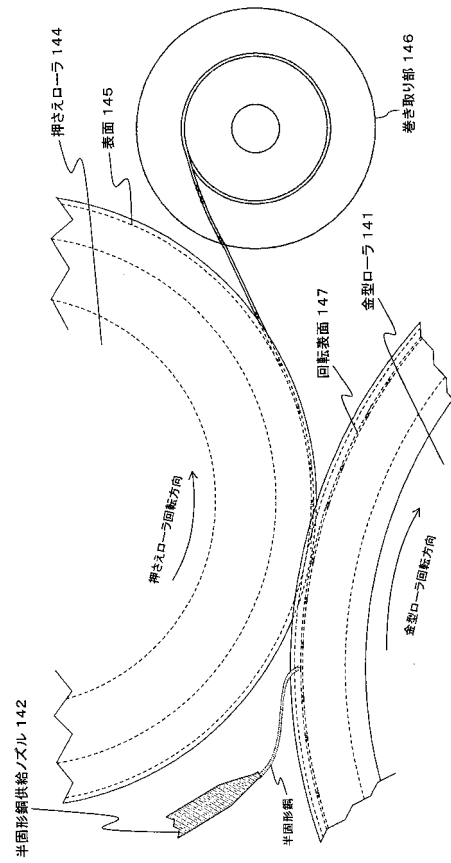
【図28】



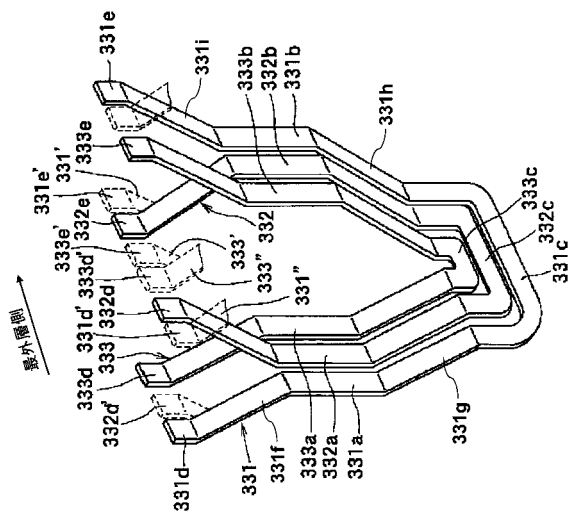
【 図 2 9 】



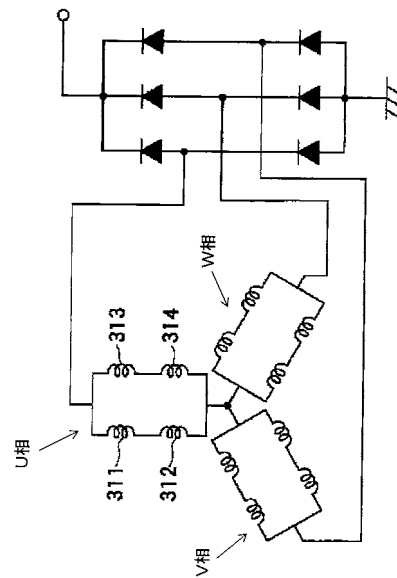
【 図 3 0 】



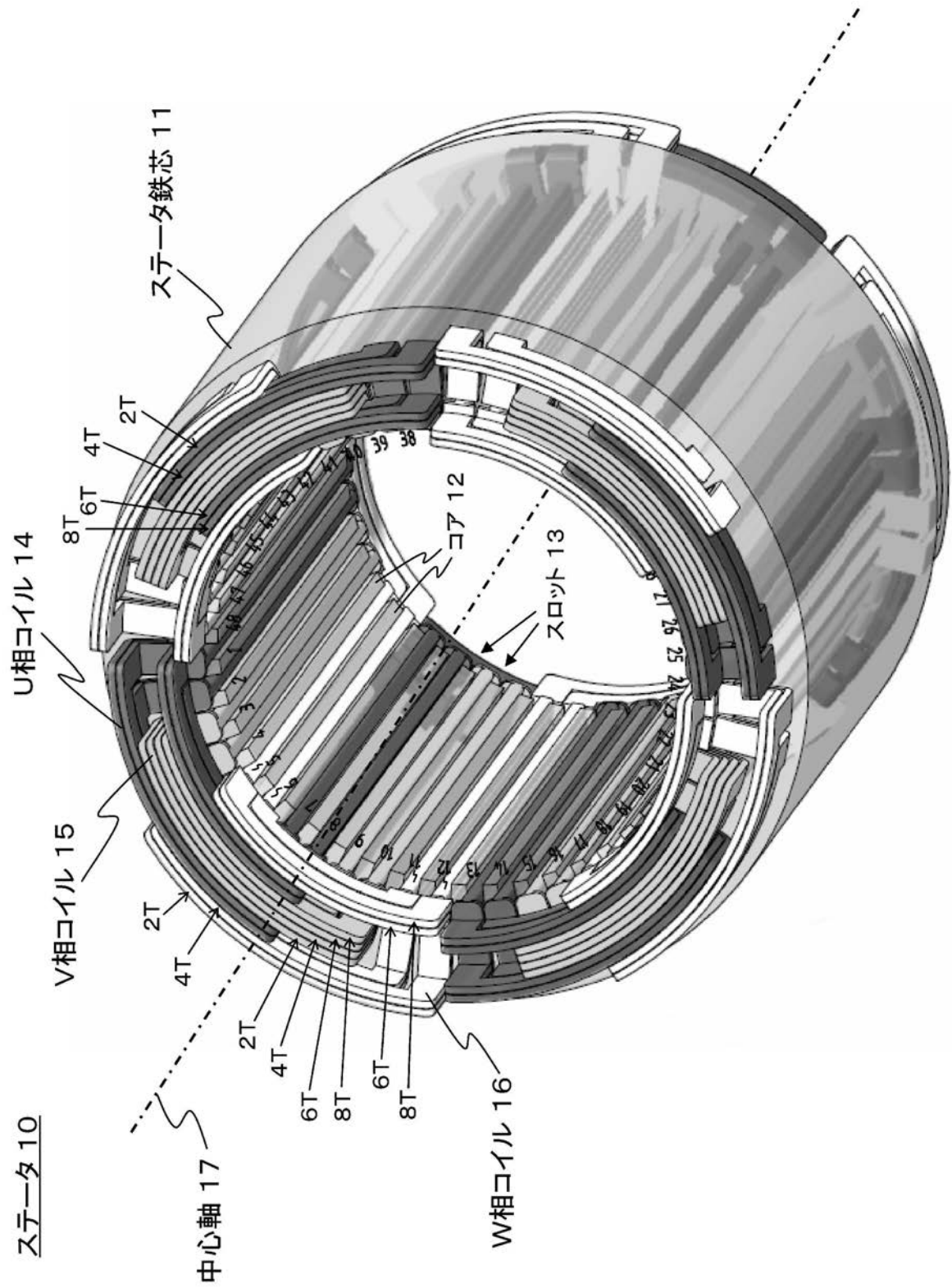
【 図 3 1 】



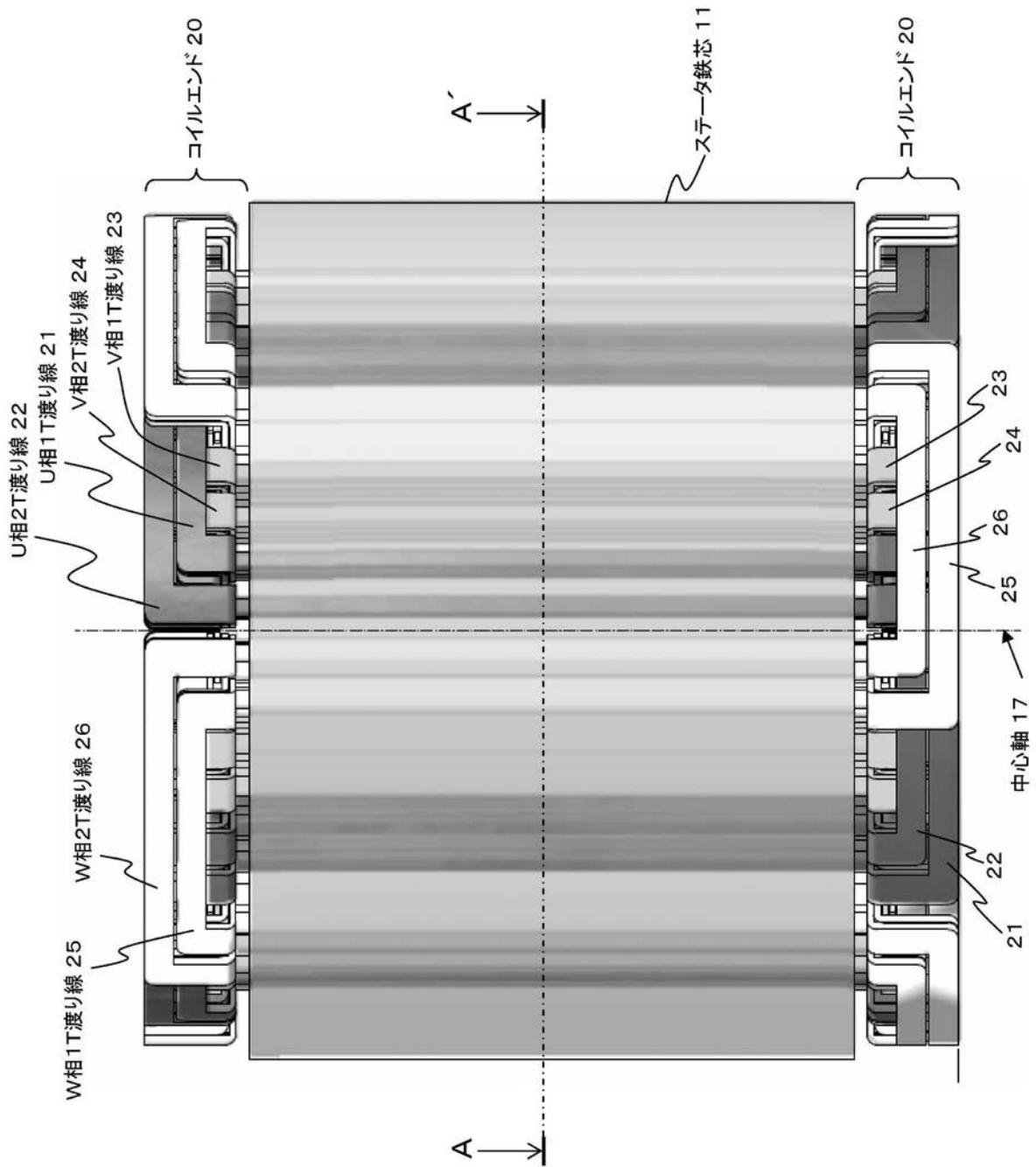
【 図 3 2 】



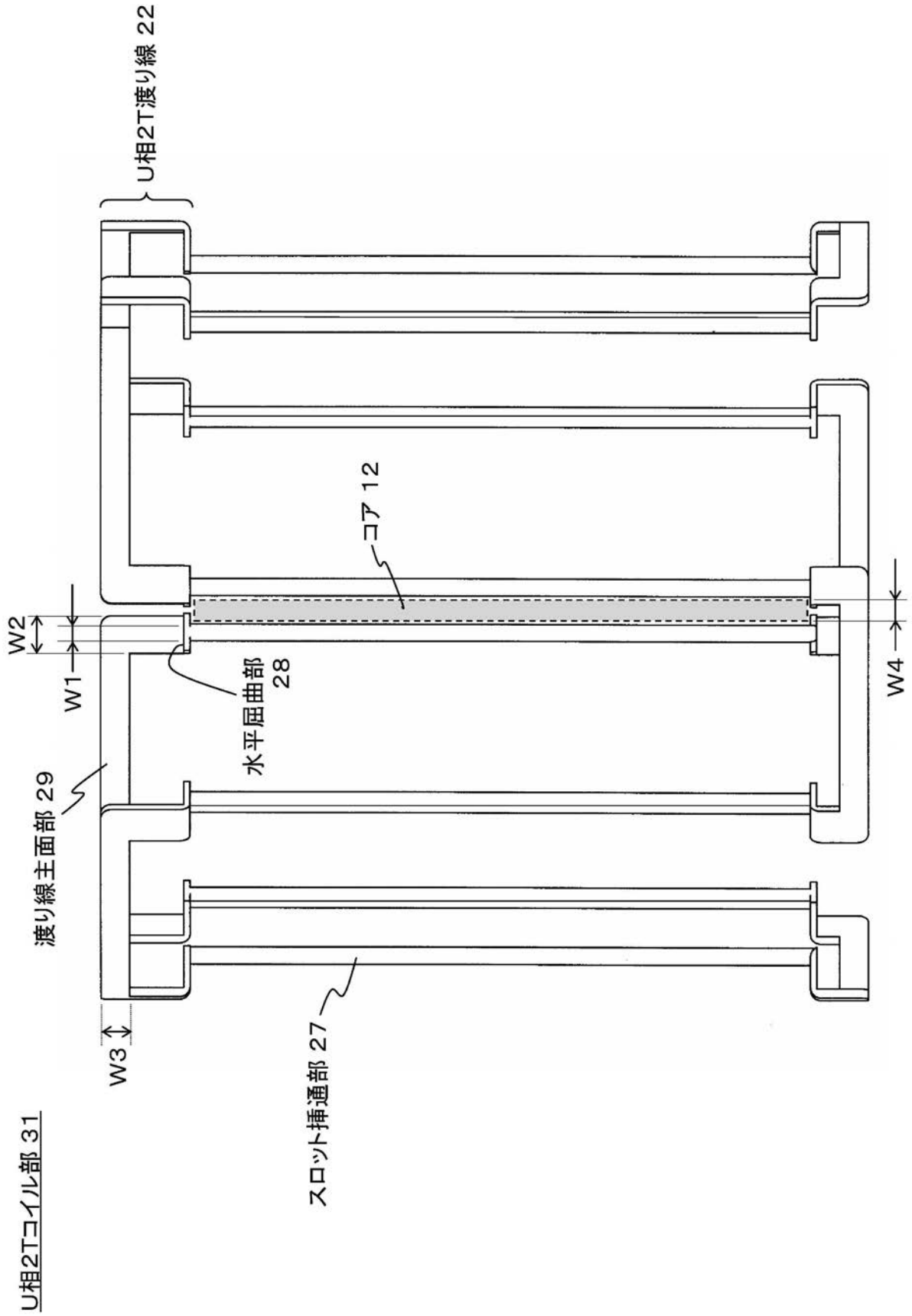
【図1】



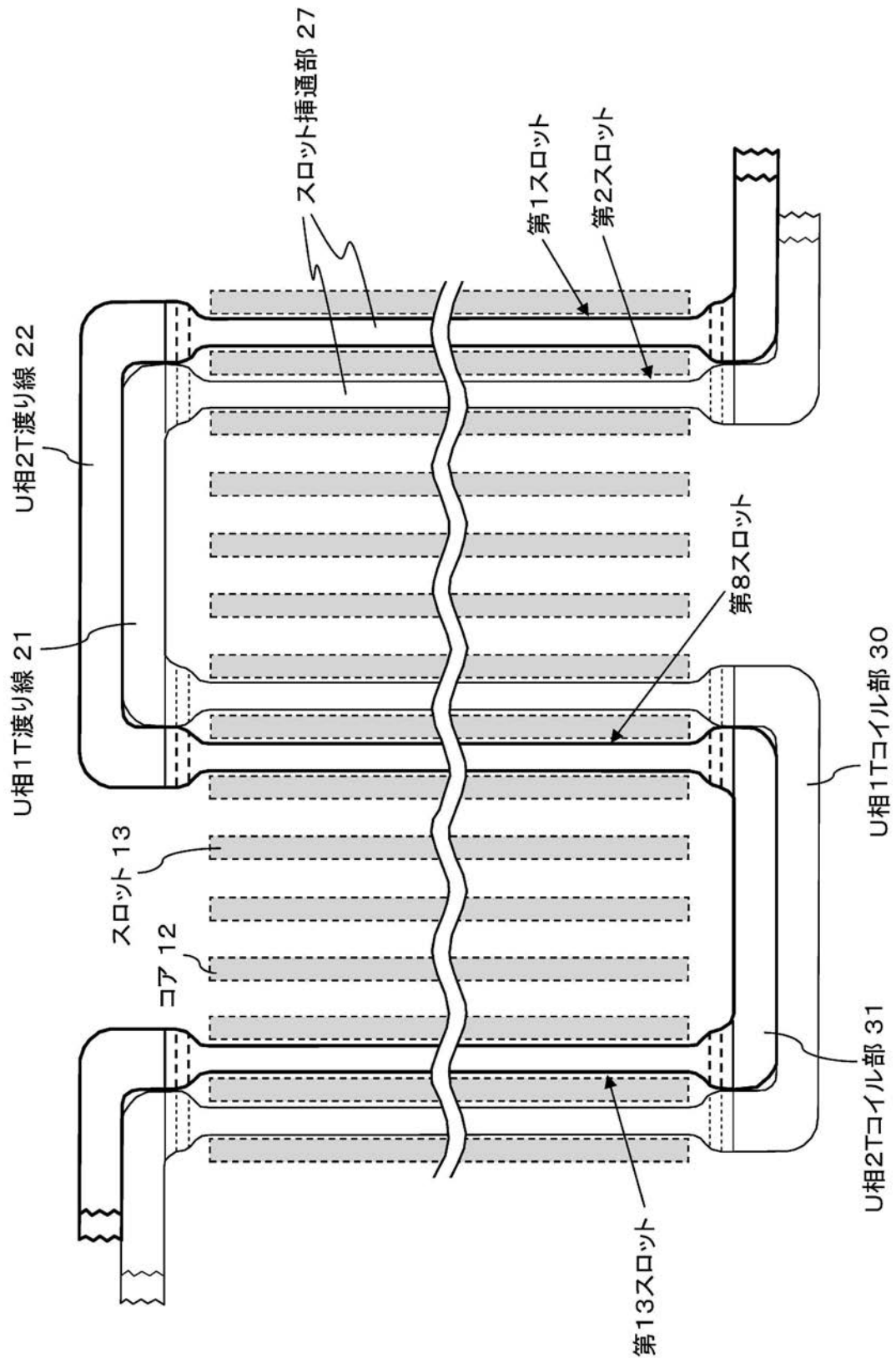
【図 3】



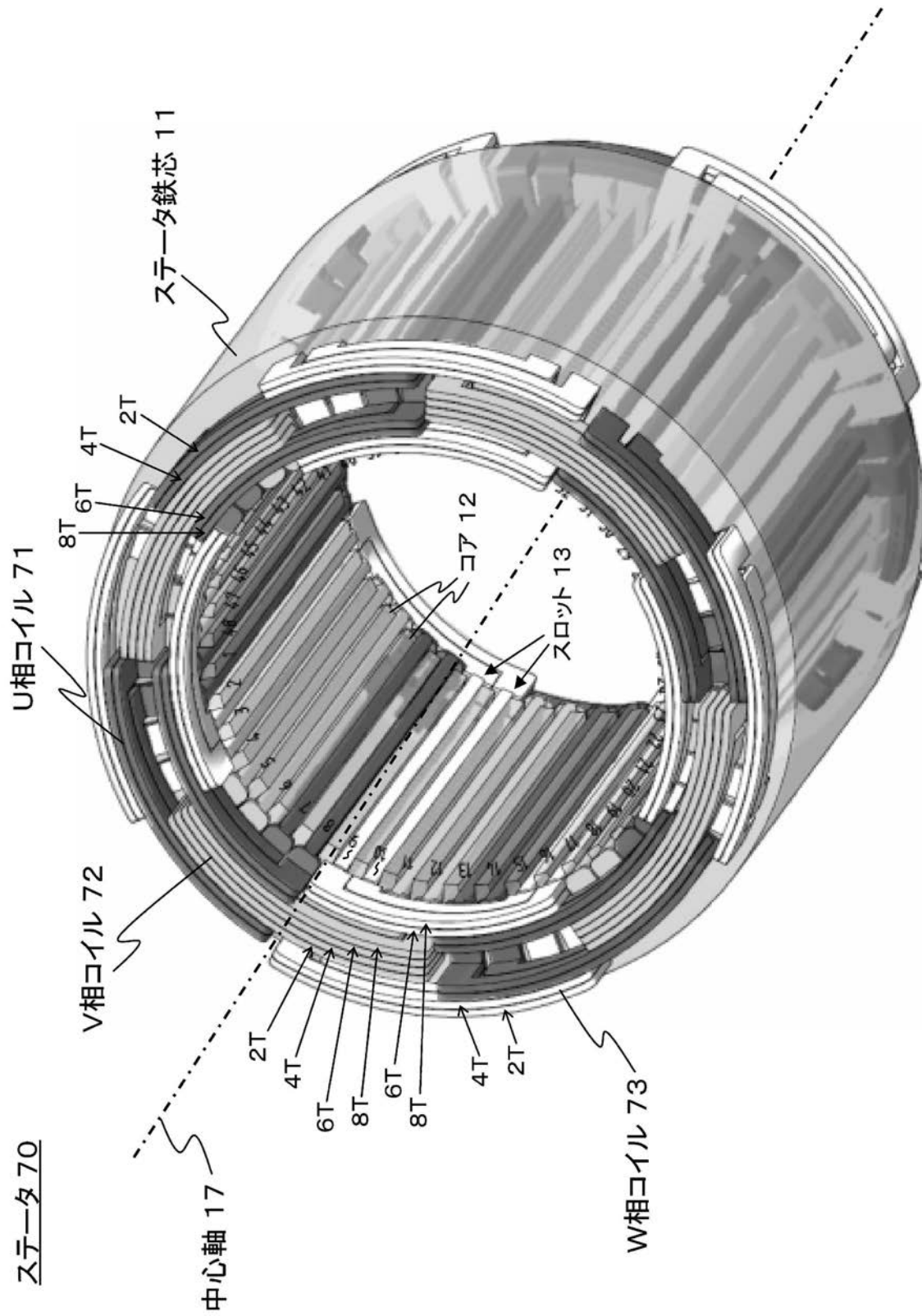
【図 6】



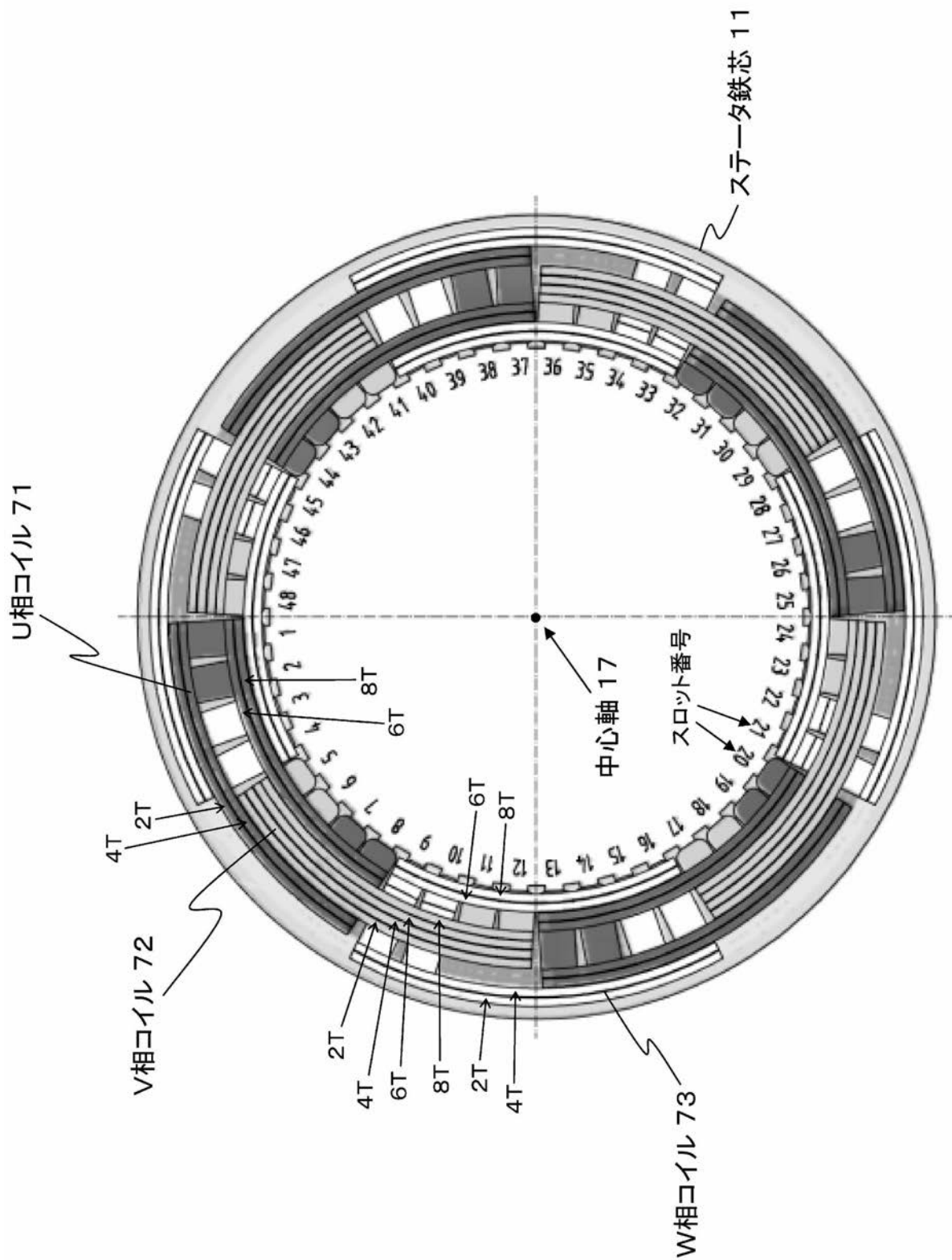
【図7】



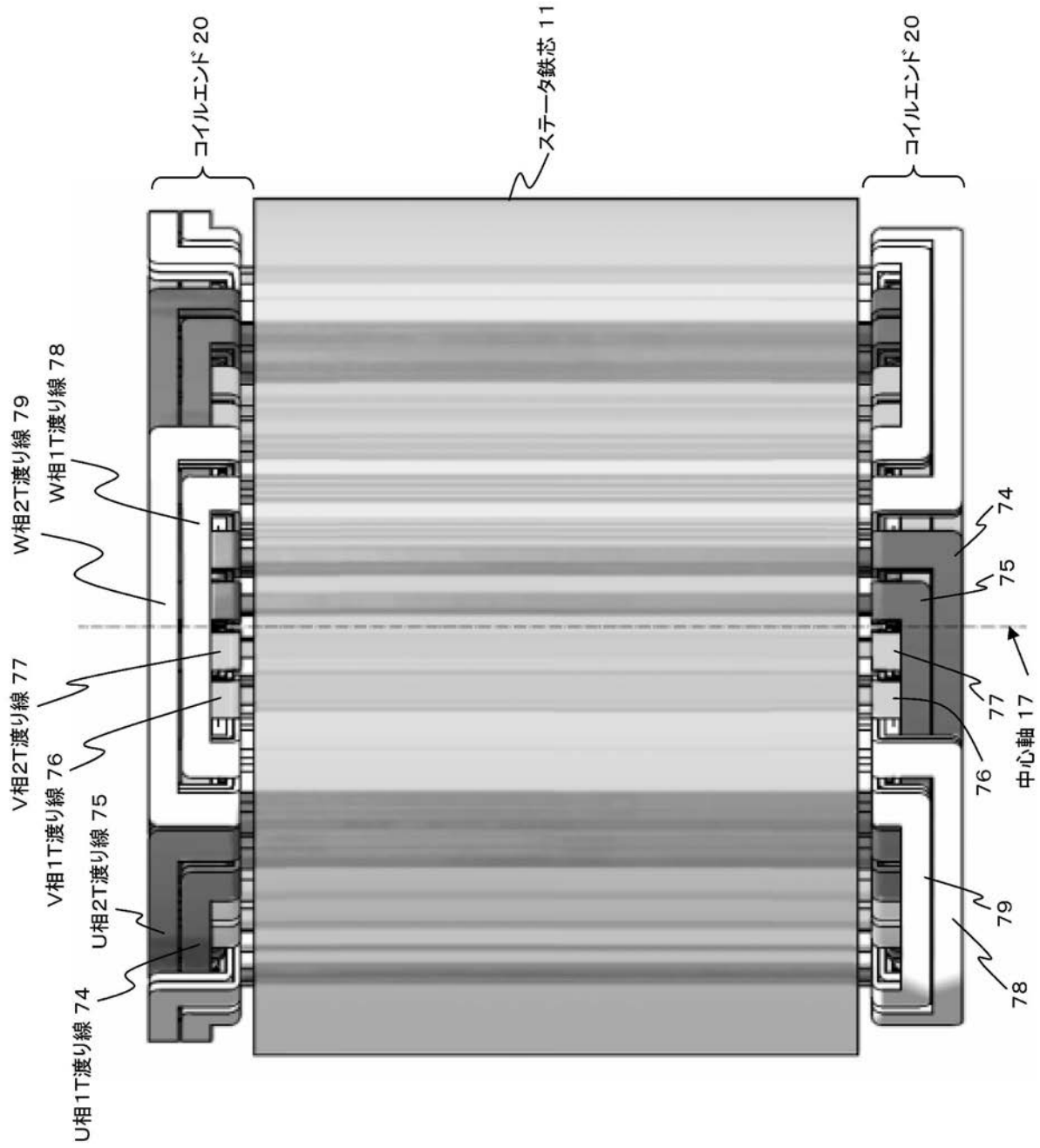
【図 14】



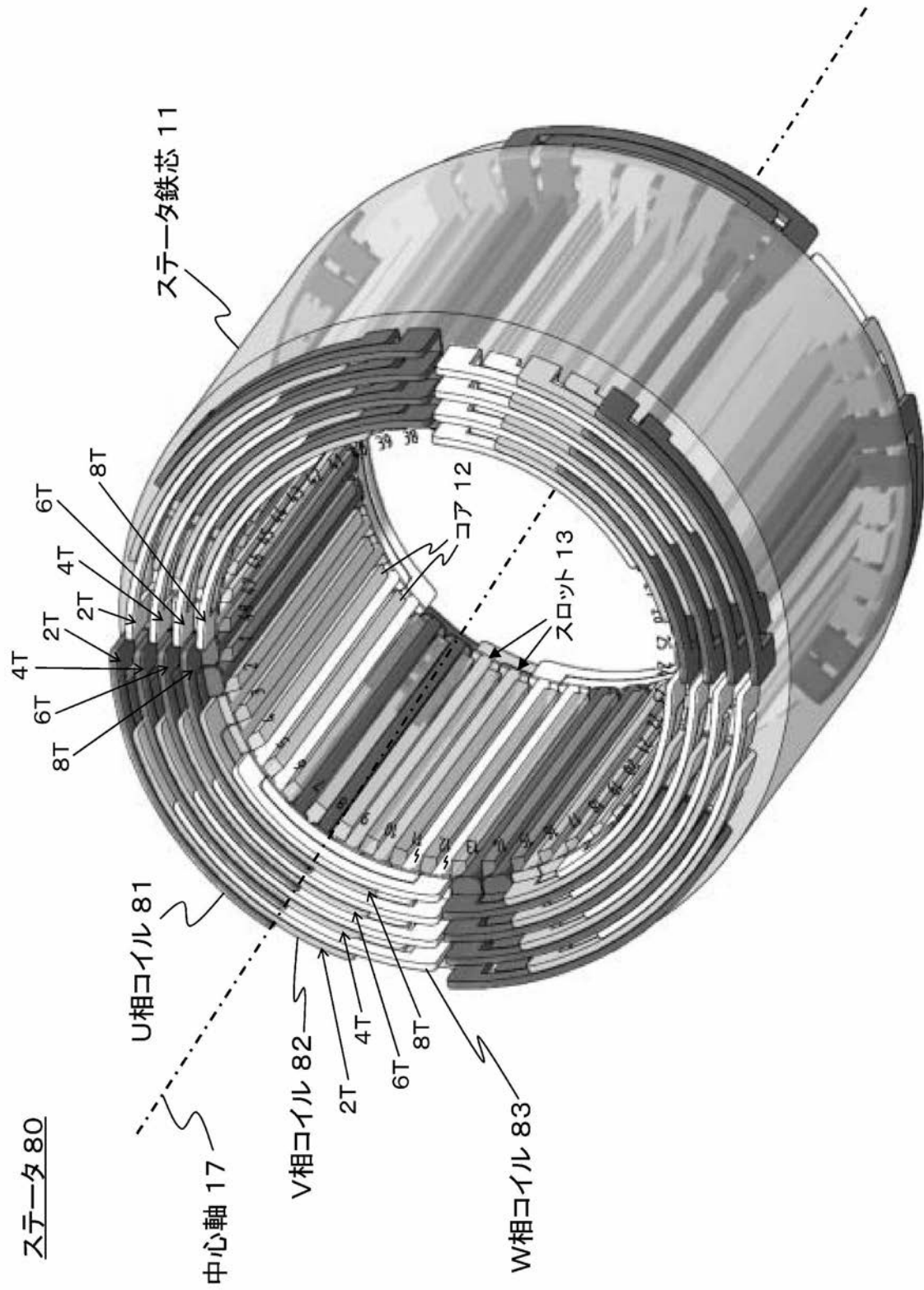
【図 15】



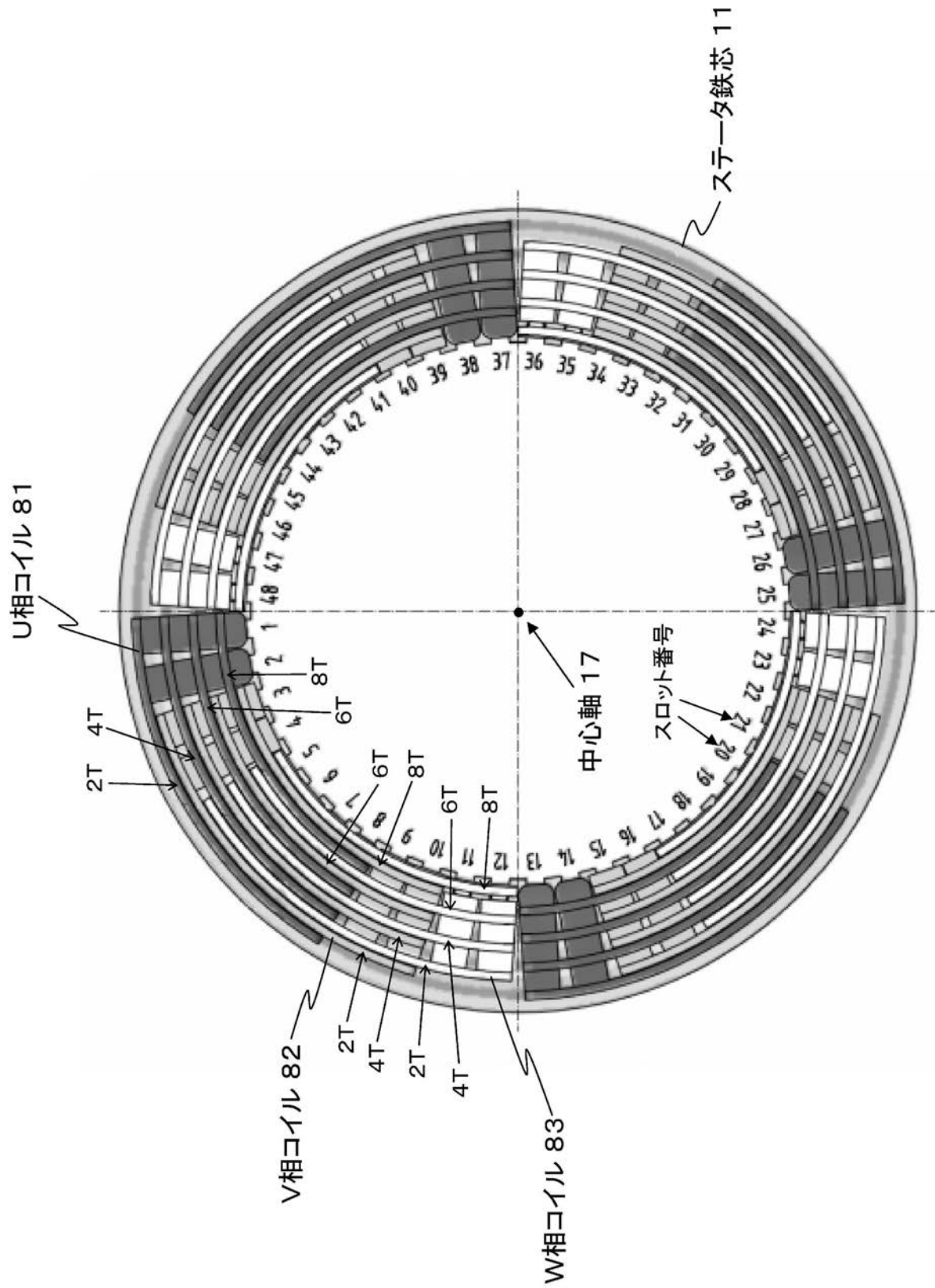
【図16】



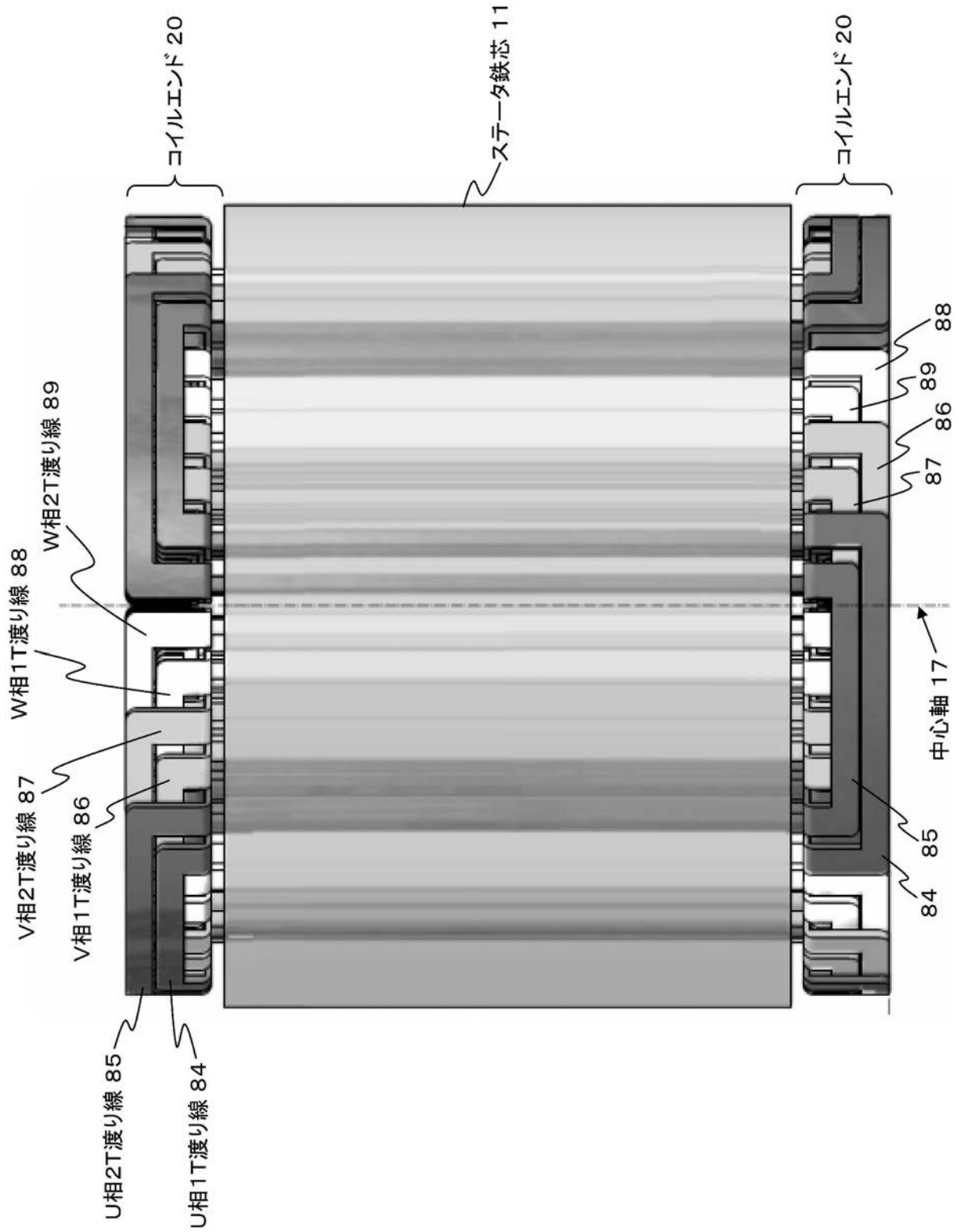
【図 17】



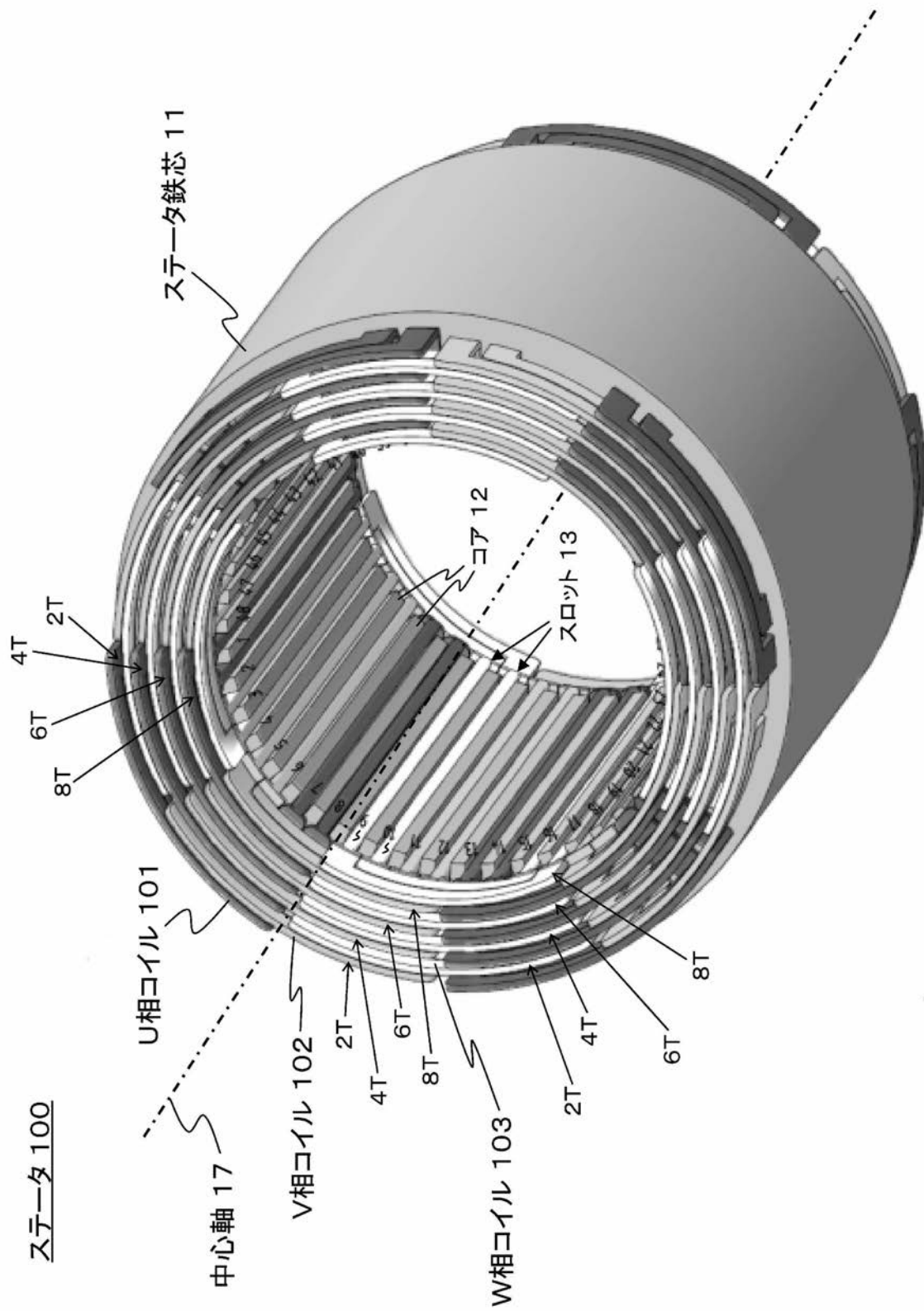
【図 18】



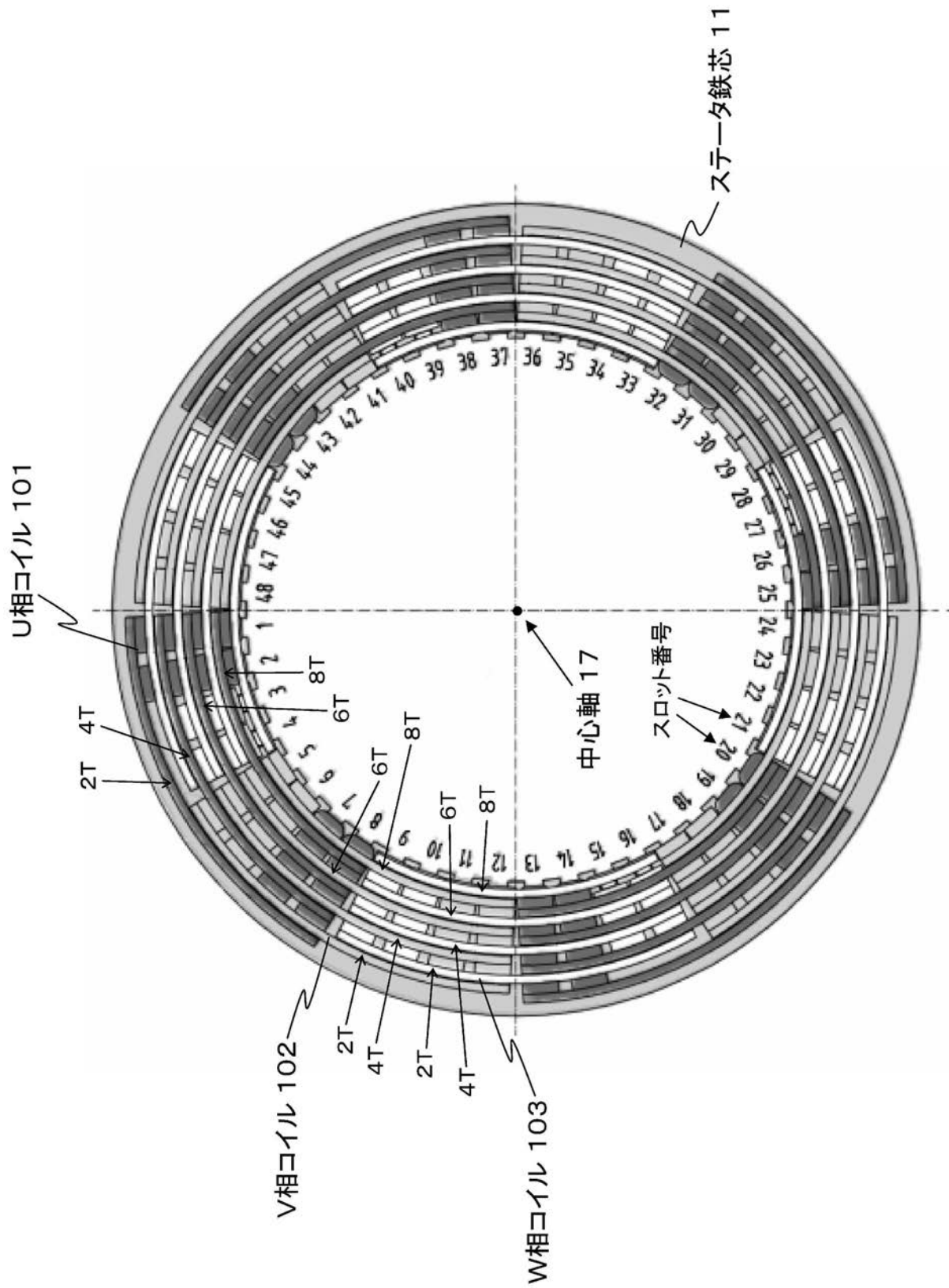
【図 19】



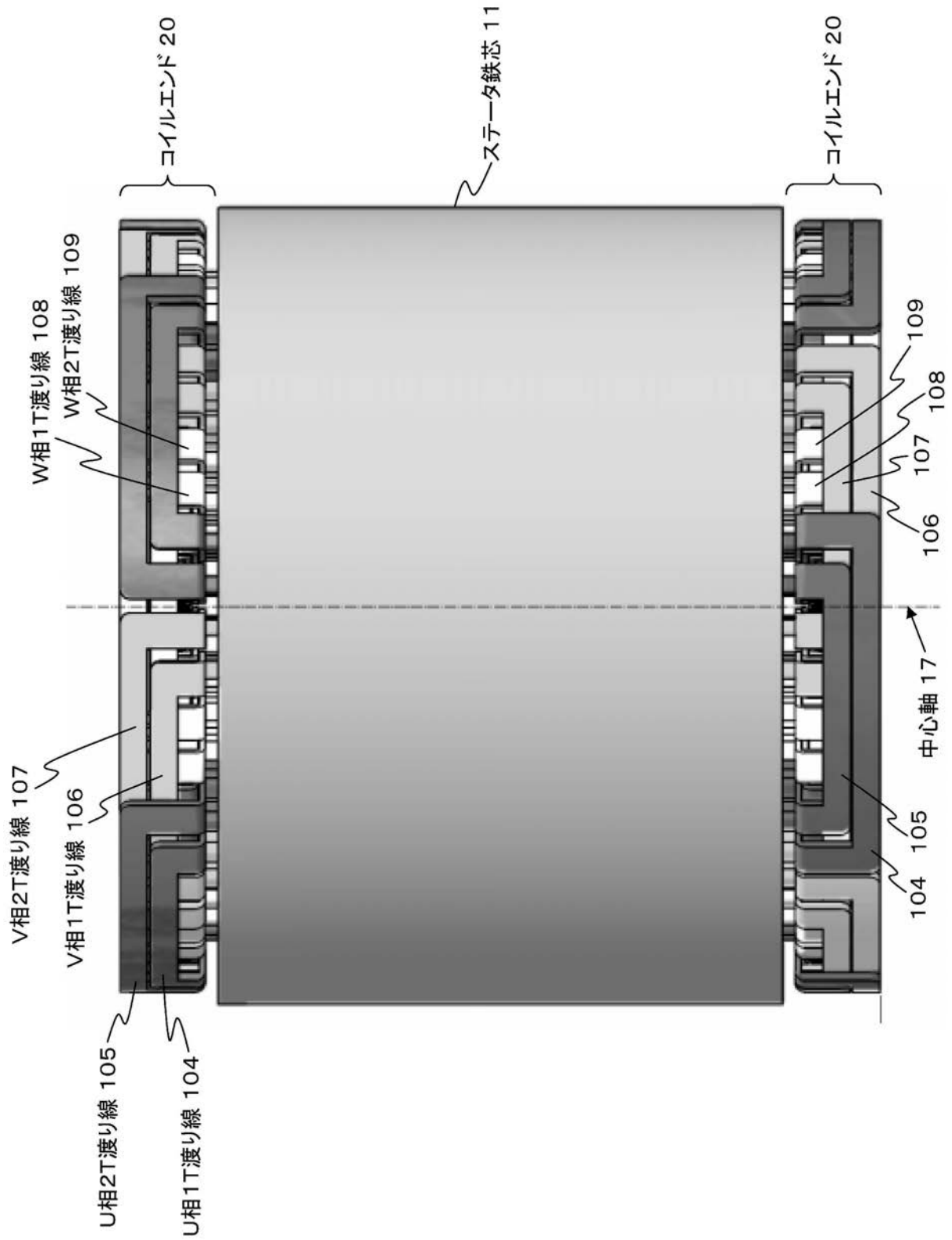
【図 21】



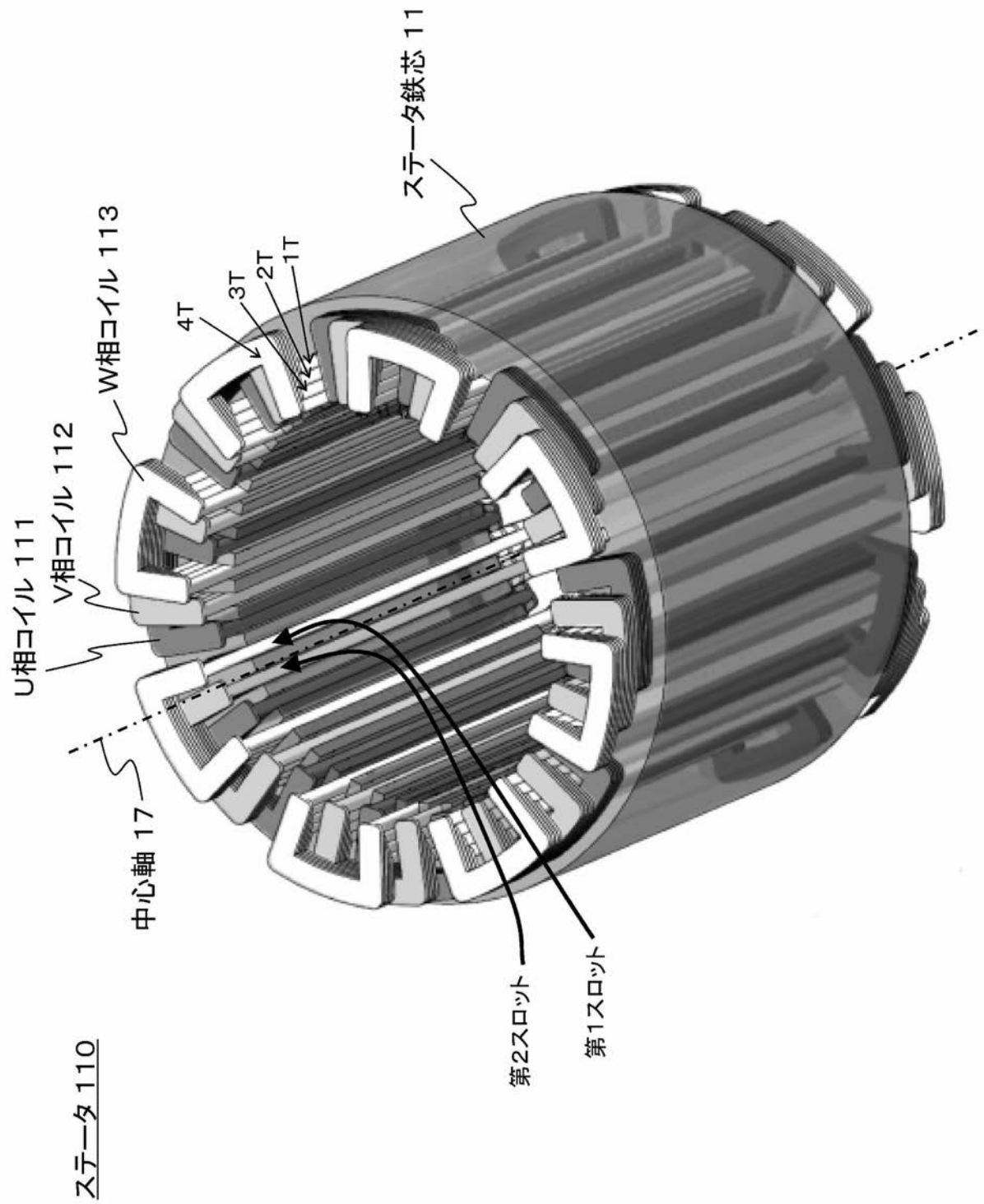
【図22】



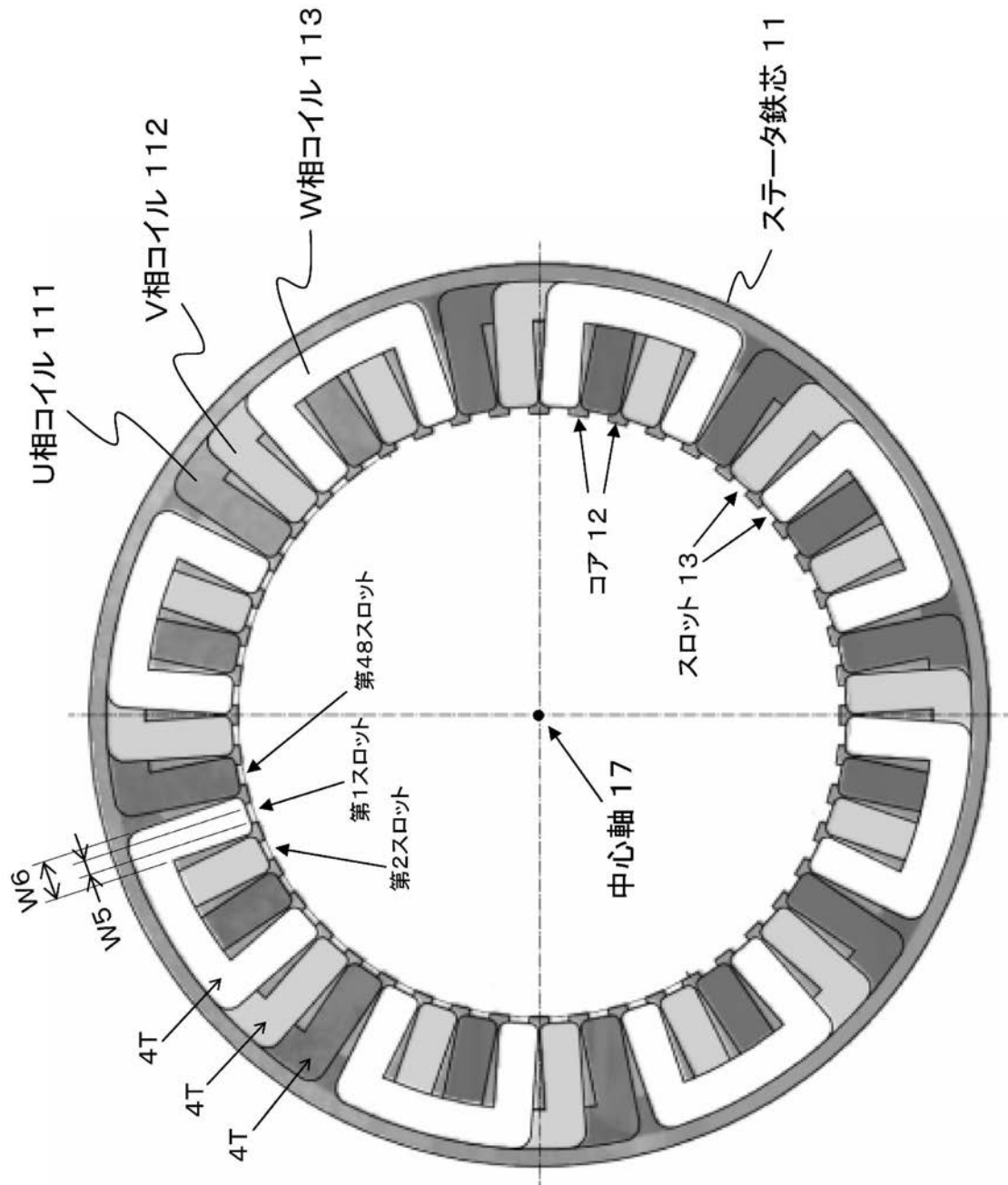
【図23】



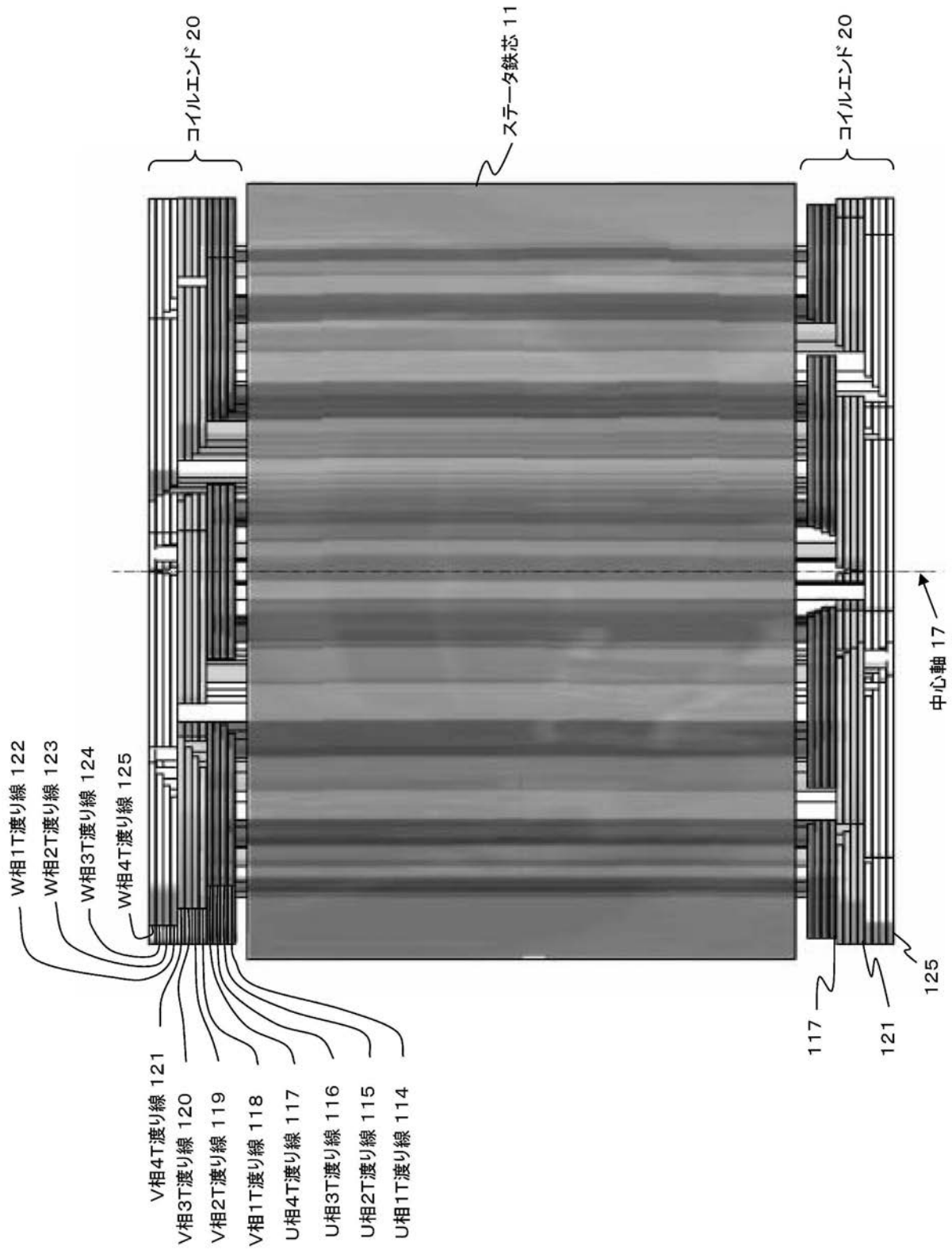
【図24】



【図25】



【図 26】



フロントページの続き

(72)発明者 浦谷 達昭

京都府京都市伏見区石田大受町15番地16

審査官 尾家 英樹

(56)参考文献 特開2004-159460(JP,A)

特開2001-145286(JP,A)

特開2003-088021(JP,A)

特開2008-125328(JP,A)

特開2008-253063(JP,A)

特開2003-070197(JP,A)

特開平10-229665(JP,A)

特開平07-298528(JP,A)

特開平03-174952(JP,A)

特開平02-160147(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/04

H02K 3/28