

(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2012-152006
(P2012-152006A)

(43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)

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

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-8581 (P2011-8581)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成23年1月19日 (2011.1.19)		株式会社デンソー
		(74) 代理人	100080045
			弁理士 石黒 健二
		(74) 代理人	100124752
			弁理士 長谷 真司
		(72) 発明者	長田 正彦
			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	向井 拓三
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		Fターム(参考)	5H603 AA01 AA09 BB01 BB07 BB13
			CA01 CA05 CB01 CC04 CC17
			CD06 CD21 CE01

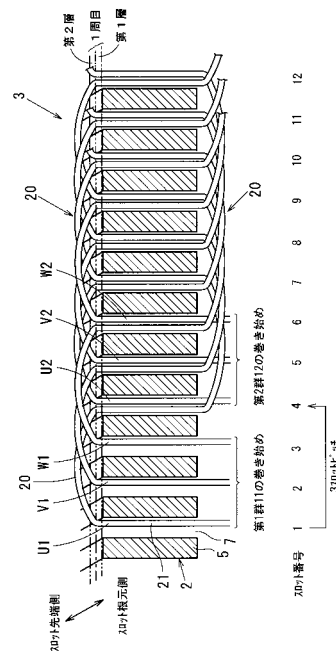
(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【要約】

【課題】連続導体を電機子鉄心に直接連続的に巻く方法で形成しても、電機子巻線におけるインピーダンスの均一化を図ることのできる分布巻き方式の回転電機を提供する。

【解決手段】分布巻き方式でステータコア2に配される3相巻線は、2つの群11、12に分けられており、群毎に、それぞれの巻き始めからステータコア2の周方向へ波状に巻かれている。また、第1群11と第2群12は、それぞれ波状に巻かれる際に、第1層から出た群が第2層へ入り、第2層から出た群が第1層に入るように巻かれ、スロット7内で、第1群11と第2群12とが径方向に交互に配置される。これによれば、第1群11と第2群12の巻線長さ、第1群11と第2群12とが受ける漏れ磁束の影響の受け方が均一化される。このため、巻線抵抗及びリアクタンスが均一化し、インピーダンスを均一化することができる。

【選択図】 図1



【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】特許第 4 1 0 5 1 1 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

そこで、製造工程の低減の観点からは、導体セグメントを予め成形することなく、導線のような連続導体を電機子鉄心に直接連続的に（途中で接続することなく）巻いていく方法が好ましい。

そして、直接連続的に巻く際の巻きやすさの観点から、電機子巻線を幾つかのグループに分けて巻く方法がある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、電機子巻線を幾つかのグループに分ける場合には、異なるグループ間でインピーダンスのばらつきが生じる虞がある。これにより、電機子巻線のインピーダンスの不均衡が生じ、電流不均衡を招く虞がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、連続導体を電機子鉄心に直接連続的に巻く方法で形成しても、電機子巻線におけるインピーダンスの均一化を図ることのできる分布巻き方式の回転電機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 0 7 】

〔請求項 1 の手段〕

請求項 1 に記載の回転電機は、周方向に並ぶ複数のティースを有する電機子鉄心と、ティース間のスロット内に分布巻き方式で配される m 相巻線（ m は正の整数）より形成された電機子巻線とを備える。

【 0 0 0 8 】

そして、 m 相巻線は、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群との 2 つのグループに分けられており、第 1 の m 相巻線群を構成する各相の導線の巻き始めは、1 番目～ m 番目のスロットにそれぞれ配され、第 2 の m 相巻線群を構成する各相の導線の巻き始めは、 $(m + 1)$ 番目～ $2m$ 番目のスロットにそれぞれ配される。そして、 m 相巻線群毎に、それぞれの巻き始めから、電機子鉄心の周方向へ波状に巻かれている。

【 0 0 0 9 】

そして、電機子鉄心の径方向において、スロットが径方向に開口する側をスロット先端側、その反対をスロット根元側とし、スロット内の巻線位置において、スロット根元側を第 1 層、スロット先端側を第 2 層と定義すると、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群とは、第 1 層から出た m 相巻線群が第 2 層へ入り、第 2 層から出た m 相巻線群が第 1 層に入るように巻かれている。これにより、スロット内で、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群とが径方向に交互に配置されている。

【 0 0 1 0 】

これによれば、1 つの m 相巻線を 2 つの群に分けているため、巻線作業が行いやすい。

そして、スロット内で、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群とが径方向に交互に配置されるように巻かれているため、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群との間の巻線長さ、第 1 の m 相巻線群と第 2 の m 相巻線群とが受ける漏れ磁束の影響の受け方が均一化される。このため、巻線抵抗及びリアクタンスが均一化し、インピーダンスを均一化することができる。

【 0 0 1 1 】

〔請求項 2 の手段〕

請求項 2 に記載の回転電機によれば、各相の導線は、コイルエンド部においてスロット根元側に捻られている。

【 0 0 1 2 】

これによれば、各相の導線がスロット根元側へ引っ張られるため、たるみが除かれる。

10

20

30

40

50

このため、たるみによるインピーダンスの不均一を低減できる。また、スプリングバックによる巻きほぐれを防止することができる。

【0013】

〔請求項3の手段〕

請求項3に記載の回転電機によれば、各相の導線は、電機子鉄心の周方向において一方向に波状に巻回されて、巻き始め位置に到達したら、その位置から一方向とは逆方向に波状に巻回されることの繰り返しによって、電機子鉄心に巻線されている。

【0014】

ノズル巻線装置によって直接連続的に各相の導線を電機子鉄心に波状に巻いていく場合、各相の導線を渦巻き状に巻いて径方向に重ねる巻き方（つまり、巻き方向が巻き始めから巻き終わりまで一方向となるような巻き方）をすると、ノズル手前の導線にひずみが生じる虞がある。そのひずみによって導線に加工硬化が生じ、巻きにくくなる場合がある。

【0015】

そこで、本手段では、巻き始め位置で、電機子鉄心の周方向における巻き方向を切り替えながら、径方向に重ねて巻いていくことで、ノズル手前の導線にひずみを生じにくくすることができる。

また、巻き方向を切り替える際に、導線にテンションを加えて、導線のたるみをとることもできる。

【0016】

〔請求項4の手段〕

請求項4に記載の回転電機によれば、電機子鉄心は、ティースのスロット根元側に、ティース同士を磁気的に接続するバックヨークを有しており、各相の導線の両端は、バックヨーク側に引き出されて結線されている。

これによれば、コイルエンド高さを高くすることなく結線処理ができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】3相交流モータの電機子巻線の構成を示す説明図である（実施例1）。

【図2】3相交流モータの電機子巻線の構成を示す模式図である（実施例1）。

【図3】図1を軸方向から見た説明図である（実施例1）。

【図4】コイルエンド部の巻線取り回し態様を示す平面図である（実施例1）。

【図5】電機子鉄心の周方向における電機子巻線の巻き方向を説明する説明図である（実施例1）。

【図6】各3相巻線群の巻き始め端をバックヨーク側に取り回した様子を説明する平面図である（実施例1）。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明を実施するための形態を以下の実施例により詳細に説明する。

【実施例】

【0019】

〔実施例1の構成〕

実施例1の回転電機の構成を、図1～図6を用いて説明する。

実施例1の回転電機は、3相交流モータであって、ステータコア2（電機子鉄心）と、このステータコア2に分布巻き方式で巻装されるステータコイル3（電機子巻線）とを有するステータ（電機子）を備える。

そして、このステータコイル3に3相交流電流を流すことにより回転磁界を形成し、回転磁界内に配されるロータ（図示せず）を回転させる。なお、ロータは永久磁石型、電磁石型、鉄心型等、様々な態様をとり得る。

【0020】

ステータコア2は、複数枚の鋼板が積層されて円筒状に形成されている。そして、ステータコア2は、先端がロータに対向するとともに周方向に複数個並んだティース5と、テ

10

20

30

40

50

ィース5同士を磁氣的に接続するバックヨーク6とを有している(図4参照)。そして、隣合うィース5同士とバックヨーク6とで囲われる空間が、スロット7となっている。そして、ステータコア2の中心にはシャフト(図示せず)が固定されている。

【0021】

本実施例の3相交流モータは、ステータコア2の外周を取り囲むようにロータが配置されるアウターロータ型であり、図4に示すように、ィース5はステータコア2の径方向外側に突出しており、スロット7はステータコア2の径方向外側に向けて開口している。

また、本実施例では、例えば、42個のスロット7が周方向に並んで形成されている。

【0022】

ステータコイル3は、1つの3相巻線(U相コイル、V相コイル、W相コイル)からなっている。

10

【0023】

[本実施例の特徴]

本実施例の3相巻線は、2つの群(第1の3相巻線群11と第2の3相巻線群12)に分かれている(図1、図2参照)。

第1の3相巻線群11(以下、第1群11と呼ぶ)は、U相コイルを形成する導線U1と、V相コイルを形成する導線V1と、W相コイルを形成する導線W1とからなっている。

第2の3相巻線群12(以下、第2群12と呼ぶ)は、U相コイルを形成する導線U2と、V相コイルを形成する導線V2と、W相コイルを形成する導線W2とからなっている。

20

なお、各導線は、外周に絶縁被覆が施された被覆線であり、線径は例えば1~2mm程度である。

【0024】

そして、第1群11を構成する各相の導線の巻き始めは、1番目~3番目(m番目(m=3))のスロットにそれぞれ配される。

すなわち、第1群11の導線U1の巻き始めは1番目のスロット7に配され、導線V1の巻き始めは2番目のスロット7に配され、導線W1の巻き始めは3番目のスロット7に配される。

【0025】

30

また、第2群12を構成する各相の導線の巻き始めは、4番目(m+1番目(m=3))~6番目(2m番目(m=3))のスロット7にそれぞれ配される。

すなわち、第2群12の導線U2の巻き始めは4番目のスロット7に配され、導線V2は5番目のスロット7に配され、導線W2は6番目のスロット7に配される。

【0026】

つまり、第1群11の各相の導線と、第2群の各相の導線とは、ともに、U相、V相、W相の順に周方向に並んでおり、第1群11と第2群12との同じ相同士の導線の巻き始めは、3スロット(mスロット(m=3))ずれている。

例えば、第2群12の導線U2の巻き始めは、第1群11の導線U1の巻き始めが配される1番目のスロット7から3スロット進んだ4番目のスロット7に配されている。

40

【0027】

ここで、電機子鉄心の径方向において、スロット7が径方向に開口する側をスロット先端側、その反対をスロット根元側とし、スロット内の巻線位置において、スロット根元側を第1層、スロット先端側を第2層と定義する。

なお、本実施例では、スロット7がステータコア2の径方向外側に開口しているため、スロット先端側とは径方向外側であり、スロット根元側とは径方向内側(バックヨーク側)となる。

【0028】

第1群11(導線U1、V1、W1)の巻き始めは、1~3番目のスロット7の第1層に配される。

50

また、第 2 群 1 2 (導線 U 2、V 2、W 2) の巻き始めは、4 ~ 6 番目のスロット 7 の第 1 層に配される。

【 0 0 2 9 】

そして、第 1 群 1 1 と第 2 群 1 2 は、群毎に、それぞれの巻き始めからステータコア 2 の周方向へ波状に巻かれている (図 1、2 参照)。すなわち、各導線は、ステータコア 2 の軸方向端面から突出するコイルエンド部 2 0 と、スロット 7 内に収容されるスロット収容部 2 1 とを周方向に交互に有している。

なお、各群は、3 本の導線を 1 セットとして、ノズル巻線装置等によってステータコア 2 に直接連続的に巻きつけられる。

各導線は、それぞれ 3 スロット (m スロット (m = 3)) ピッチで巻かれるため、各スロット 7 には、それぞれ同相の導線が配されることになる (図 1 ~ 3 参照)。

【 0 0 3 0 】

そして、第 1 群 1 1 と第 2 群 1 2 は、それぞれ波状に巻かれる際に、第 1 層から出た群が第 2 層へ入り、第 2 層から出た群が第 1 層に入るように巻かれる。

つまり、第 1 群 1 1 の各導線 U 1、V 1、W 1 は、1 ~ 3 番目のスロット 7 から軸方向他端側へ引き出されて、それぞれ 3 スロット進んだ次のスロット 7 へ挿入される。この際、次のスロット (4 ~ 6 番目のスロット 7) では第 2 層に配される。なお、上述のように、4 ~ 6 番目のスロット 7 の第 1 層には、第 2 群 1 2 の導線 U 2、V 2、W 2 がそれぞれ配されている。

【 0 0 3 1 】

そして、7 番目以降のスロット 7 にも同じ要領で巻かれる。すなわち、7 ~ 9 番目のスロット 7 では第 1 群 1 1 の各導線が第 1 層に配され、1 0 ~ 1 2 番目のスロット 7 では第 1 群 1 1 の各導線が第 2 層に配される。

【 0 0 3 2 】

そして、第 2 群 1 2 も第 1 群 1 1 と同じ要領で巻かれている。すなわち、第 2 群 1 2 の導線 U 2、V 2、W 2 は、4 ~ 6 番目のスロット 7 から軸方向他端側へ引き出されて、それぞれ 3 スロット進んだ次のスロット 7 へ挿入される。この際、次のスロット (7 ~ 9 番目のスロット 7) では第 2 層に配される。そして、1 0 番目以降のスロット 7 にも同じ要領で巻かれる。

【 0 0 3 3 】

第 2 群 1 2 は、第 1 群 1 1 よりも巻き始めが 3 スロット進んでいるため、第 1 群 1 1 と同じ要領で巻くと、図 1、3 に示すように、3 スロット毎に、第 1 層に配される群と、第 2 層に配される群とが逆になる。

【 0 0 3 4 】

なお、図 1、3 では、ステータコア 2 の周方向への波状巻回の 1 周目のみを図示しているが、2 周目以降も同様に巻かれる。

これにより、スロット 7 内で、第 1 群 1 1 と第 2 群 1 2 とが径方向に交互に配置される。

【 0 0 3 5 】

〔 各導線のコイルエンド部での取り回し態様について 〕

次に、図 4 を用いて、各導線 (U 1、V 1、W 1、U 2、V 2、W 2) のコイルエンド部 2 0 での取り回し態様を説明する。なお、図 4 は、2 周目以降の各導線の図示が省略されている。

【 0 0 3 6 】

なお、コイルエンド部 2 0 とは、各導線が次のスロット 7 へ入る際に、異なる相が入るスロット 7 を跨ぐことにより形成され、ステータコア 2 の軸方向端面から突出する導線の部分を指す。

【 0 0 3 7 】

そして、各導線は、コイルエンド部 2 0 においてスロット根元側 (径方向内側) に捻られている。

10

20

30

40

50

すなわち、各導線は、ステータコア 2 の軸方向端面を渡る際に、スロット根元側（径方向内側）に押し付けるように巻かれ、コイルエンド部 20 は内側に凸となる弧を描くように巻かれる。

なお、各導線は、スロット 7 から引き出された後、径方向内側に押しつけて倒しこみながら、ステータコア 2 の軸方向端面を渡らせて、コイルエンド部 20 を形成している。

【0038】

〔各導線の周方向への巻き方向について〕

次に、図 5 を用いて、各導線のステータコア 2 の周方向における巻き方向について説明する。

本実施例では、各導線が、ステータコア 2 の周方向において一方向に波状に巻回されて、周方向において巻き始め位置に到達したら、その位置から一方向とは逆方向に波状に巻回されることの繰り返しによって、ステータコア 2 に巻線されている。

10

【0039】

すなわち、第 1 群 11 は、1～3 番目のスロット 7 から、第 2 群 12 は、4～6 番目のスロット 7 から、それぞれ、周方向の一方向に波状に巻かれ（1 周目）、1～3 番目のスロット 7、4～6 番目のスロット 7 に戻り、1 周目の外側に 2 周目を巻き始める際には、巻き方向を反転させて、2 周目は一方向とは逆方向に巻かれる。同様に、3 周目も、巻き始め位置で巻き方向が反転し、一方向に巻かれる。これが、所定周を達成する巻き終わりまで繰り返される。

【0040】

20

〔各導線の巻き始め端及び巻き終わり端の結線処理について〕

各導線の巻き始め端及び巻き終わり端の結線処理について、図 6 を用いて説明する。

各相の導線の両端（巻き始め端 25 と巻き終わり端（図示せず））は、バックヨーク側に引き出されて結線されている。

【0041】

すなわち、本実施例では、各導線に巻き始め端 25 は、巻き始め位置のスロット 7 の軸方向一端側に引き出されており、ステータコア 2 の軸方向一端面上でバックヨーク側（径方向内側）に取り回されている。

【0042】

また、本実施例では、バックヨーク 6 に軸方向貫通する貫通穴 30 が形成されており、軸方向一端側でバックヨーク側に引き出された巻き始め端 25 が、貫通穴 30 を通って、ステータコア 2 の軸方向他端側に引き出されている。

30

そして、ステータコア 2 の軸方向他端側では、巻き終わり端がコイルエンド部 20 を横断してバックヨーク側に取り回されており、ステータコア 2 の軸方向他端面上で、各導線の巻き始め端 25 と巻き終わり端が任意の接続態様に結線される。

【0043】

本実施例では、導線 U1 と U2 とが直列接続されるように結線され、導線 V1 と V2 とが直列に接続されるように結線され、導線 W1 と W2 とが直列に接続されるように結線される。そして、直列接続された各相の導線がスター結線される。

【0044】

40

〔実施例 1 の作用効果〕

本実施例のステータコイル 3 を形成する 3 相巻線は、2 つの群に分けられており、第 1 群 11 と第 2 群 12 は、群毎に、それぞれの巻き始めからステータコア 2 の周方向へ波状に巻かれている。

導線をステータコア 2 に直接連続的に巻きつけていく場合には、1 つの 3 相巻線を群に分けずに巻くよりも、2 つの群に分けた方が巻線作業が行いやすい。

【0045】

また、本実施例では、第 1 群 11 と第 2 群 12 は、それぞれ波状に巻かれる際に、第 1 層から出た群が第 2 層へ入り、第 2 層から出た群が第 1 層に入るように巻かれ、スロット 7 内で、第 1 群 11 と第 2 群 12 とが径方向に交互に配置される。

50

【 0 0 4 6 】

これによれば、第 1 群 1 1 と第 2 群 1 2 の巻線長さ、第 1 群 1 1 と第 2 群 1 2 とが受ける漏れ磁束の影響の受け方が均一化される。このため、巻線抵抗及びリアクタンスが均一化し、インピーダンスを均一化することができる。

【 0 0 4 7 】

また、本実施例では、各導線（U 1、V 1、W 1、U 2、V 2、W 2）が、コイルエンド部 2 0 においてスロット根元側に捻られている。

これによれば、スロット根元側への捻じることによって、各導線が引っ張られ、たるみを除くことができる。このため、たるみによるインピーダンスの不均一を低減できる。また、スプリングバックによる巻きほぐれを防止することができる。

10

【 0 0 4 8 】

また、本実施例の回転電機によれば、各導線は、ステータコア 2 の周方向において一方向に波状に巻回されて、周方向において巻き始め位置に到達したら、その位置から一方向とは逆方向に波状に巻回されることの繰り返しによって、ステータコア 2 に巻線されている。

【 0 0 4 9 】

ノズル巻線装置によって直接連続的に導線をステータコア 2 に波状に巻いていく場合、導線を渦巻き状に巻いて径方向に重ねる巻き方（つまり、巻き方向が巻き始めから巻き終わりまで一方向となるような巻き方）をすると、ノズル手前の導線にひずみが生じる虞がある。そのひずみによって導線に加工硬化が生じ、巻きにくくなる場合がある。

20

【 0 0 5 0 】

そこで、本実施例では、巻き始め位置で、ステータコア 2 の周方向における巻き方向を切り替えながら、径方向に重ねて巻いていくことで、ノズル手前の各導線にひずみを生じにくくすることができる。

また、巻き方向を切り替える際に、各導線にテンションを加えて、各導線のたるみをとることもできる。これにより、各導線の長さを調節し、異なる群間、異なる相間でのインピーダンスの均一化を図ることができる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施例によれば、各導線の両端（巻き始め端 2 5 と巻き終わり端（図示せず））は、バックヨーク側に引き出されて結線されている。

30

例えば、コイルエンド部 2 0 上で結線する場合は、コイルエンド高さが高くなってしまいが、本実施例では、各導線の両端をバックヨーク側に引き出してコイルエンド部 2 0 と干渉しない位置で結線処理がなされるため、結線処理によってコイルエンド高さが高くなることはない。

【 0 0 5 2 】

〔変形例〕

本発明の実施態様は、実施例に限定されず種々の変形例を考えることができる。

例えば、回転電機は 3 相交流モータであったが、複数相のコイルを有する回転電機であればよく、3 相交流モータに限られない。

また、ロータが電機子となる回転電機にも本発明を適用することができる。

40

【 0 0 5 3 】

また、実施例 1 では、アウターロータタイプの 3 相交流モータであったが、インナーロータタイプでもよい。インナーロータタイプの場合には、スロット根元側が径方向外側、スロット先端側が径方向内側になる。

【 0 0 5 4 】

また、実施例 1 では、各相の導線（U 1 と U 2、V 1 と V 2、W 1 と W 2）が直列に結線されていたが、並列に接続されていてもよい。

また、実施例 1 では、軸方向一端側でバックヨーク側に引き出された巻き始め端 2 5 が、貫通穴 3 0 を通って、ステータコア 2 の軸方向他端側に引き出されていたが、貫通穴 3 0 を設けなくてもよい。すなわち、巻き終わり端を軸方向一端側のバックヨーク側へ取り

50

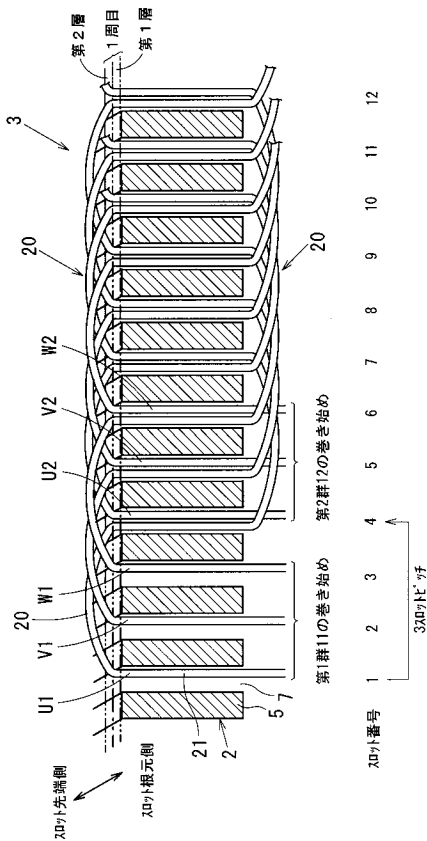
回し、ステータコアの軸方向一端側のバックヨーク6上で結線してもよい。

【符号の説明】

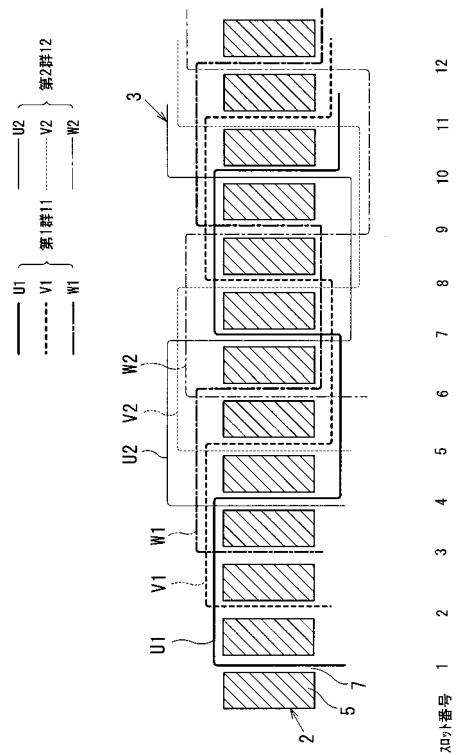
【0055】

- 2 ステータコア（電機子鉄心）
- 3 ステータコイル（電機子巻線）
- 5 ティース
- 6 バックヨーク
- 7 スロット
- 11 第1群（第1の3相巻線群）
- 12 第2群（第2の3相巻線群）
- 20 コイルエンド部
- 25 巻き始め端
- U1、V1、W1、U2、V2、W2 導線

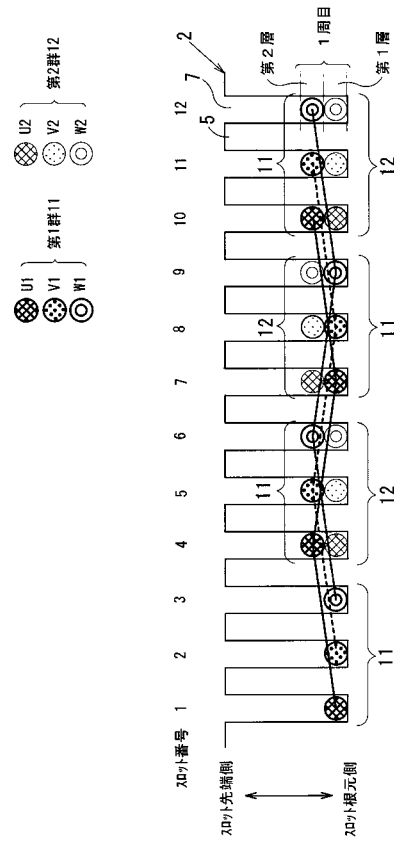
【図1】



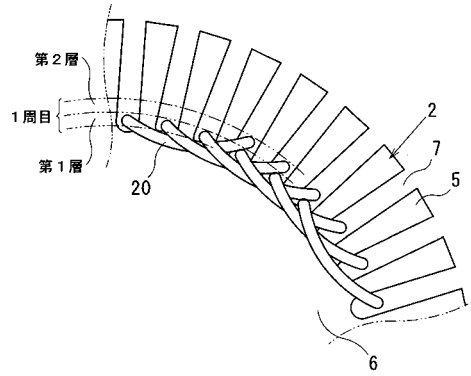
【図2】



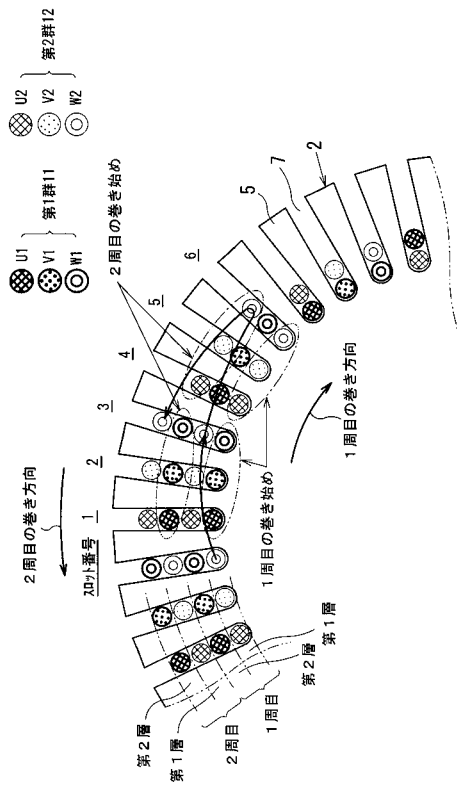
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

