

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5843657号
(P5843657)

(45) 発行日 平成28年1月13日(2016. 1. 13)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015. 11. 27)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 K 1/18 (2006.01)

H O 2 K 1/18 C

H O 2 K 15/095 (2006.01)

H O 2 K 15/095

H O 2 K 1/04 (2006.01)

H O 2 K 1/04 A

H O 2 K 3/12 (2006.01)

H O 2 K 3/12

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2012-38212 (P2012-38212)
 (22) 出願日 平成24年2月24日(2012. 2. 24)
 (65) 公開番号 特開2013-176194 (P2013-176194A)
 (43) 公開日 平成25年9月5日(2013. 9. 5)
 審査請求日 平成26年6月2日(2014. 6. 2)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (74) 代理人 100085198
 弁理士 小林 久夫
 (74) 代理人 100098604
 弁理士 安島 清
 (74) 代理人 100087620
 弁理士 高梨 範夫
 (74) 代理人 100125494
 弁理士 山東 元希
 (74) 代理人 100141324
 弁理士 小河 卓
 (74) 代理人 100153936
 弁理士 村田 健誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転子と、横断面が湾曲した形状をそれぞれ有し、前記回転子を囲むように環状に連結された複数のコアバック、及び前記コアバックの回転子側の面から立脚して形成されたティースを備えた固定子鉄心と、横断面が湾曲した形状を有し、前記コアバックの回転子側の面に設けられた絶縁部と、を備えた回転電機の前記ティースに、巻線を巻回してコイルを形成する回転電機の製造方法であって、

前記巻線を供給するノズルを装着したフライヤの回転動作及び前記巻線の位置決めを行うフォーマの前後方向の動作により、前記巻線の整列性を保ちながら巻回するステップと

前記フライヤを回転させつつ、前記フォーマを、前記コアバック側への稼働限界であるフォーマ前進端の位置から、当該フォーマ前進端の位置よりも前記コアバック側とは反対側に前記巻線の太さの半分の距離だけ後進させた位置までのストロークで前後方向に複数回往復させて、前記絶縁部と、前記ティースと、前記フォーマが前記フォーマ前進端の位置にあるときに巻回される前記巻線の前記絶縁部側の端面とで囲まれる隙間部に前記巻線を巻回するステップと、

を有することを特徴とする回転電機の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機に関し、特に、固定子巻線の巻崩れや巻膨れを防止する回転電機の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の回転電機は、ワイヤがティースに巻かれるとき、コイルの最終層が巻かれた後、絶縁部とティースと絶縁部側のコイル端面とで囲まれた隙間部にさらに追加のワイヤが巻かれた。これにより、隙間部が埋まるので、コイルの巻崩れが防止されていた（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

また、従来の回転電機は、ワイヤがティースに巻かれるとき、ティース両端部から巻かれていき、次に、ティースの片方の端部に巻かれたコイルの山にめがけて巻線することにより、新たに巻かれたワイヤと崩されたワイヤで中央部のコイルの層が形成されていくという一連の動作が層毎に繰り返されていた。これにより、コイルの巻崩れが防止されていた（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平10-304604号公報（段落[0030]及び図5（b））

【特許文献2】特開昭61-030942号公報（第204頁左下欄～第205頁右上欄、第1図、及び第3図）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の回転電機（特許文献1参照）においては、隙間部に追加のワイヤが巻かれる前提として、最終層に至るまで巻崩れが起きずにコイルが形成されることにあった。すなわち、最終層まで巻線した後、絶縁部とティースと絶縁部側のコイル端面とで囲まれた隙間部にワイヤがさらに巻かれるというものである。そのため、追加のワイヤが巻かれる前に、中間層で既に隙間部への巻崩れが発生している場合、最終層で追加のワイヤを巻いたとしても、中間層の巻崩れには対応できないという問題点があった。

また、中間層で既に隙間部への巻崩れが発生している場合、巻崩れたワイヤはコアの間に位置している。そのため、絶縁破壊を起こさないコアとワイヤとの間の距離が確保されない。それにより、絶縁耐圧試験時に絶縁破壊が生じ、耐圧不良品が発生する。

【0006】

また、従来の回転電機（特許文献2参照）においては、ティース両端部に巻かれたコイルの山が巻崩されることにより、全体としてコイルが形成されている。そのため、ワイヤの整列性に関しては最良ではない。また、コイルの山が巻崩されるため、ワイヤを巻線後のコイルは巻膨れてしまう。これにより、例えば、逆曲げにされた固定子鉄心にワイヤが巻線後、その固定子鉄心が正曲げされることで形成されるポキボキモータの場合、正曲げが正しくなされない。具体的には、ワイヤの巻線完了後に固定子鉄心の正曲げが行われるとき、隣り合うコイル同士の隙間が狭い場合があったとする。このとき、仮にコイルの整列性が悪かったり、巻崩れがあったりしてコイルが巻膨れた場合、正曲げ時に隣り合うコイル同士の隙間がなくなり、互いに干渉する。これにより、正曲げが正しくなされないという問題点があった。

【0007】

換言すれば、従来の回転電機（特許文献1、2）では固定子巻線の巻崩れと巻膨れを防止することができないという問題点があった。

【0008】

本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、固定子鉄心の巻崩れと巻膨れを防止することができる回転電機の製造方法を提供することを目的とするものである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の回転電機の製造方法は、回転子と、横断面が湾曲した形状をそれぞれ有し、前記回転子を囲むように環状に連結された複数のコアバック、及び前記コアバックの回転子側の面から立脚して形成されたティースを備えた固定子鉄心と、横断面が湾曲した形状を有し、前記コアバックの回転子側の面に設けられた絶縁部と、を備えた回転電機の前記ティースに、巻線を巻回してコイルを形成する回転電機の製造方法であって、前記巻線を供給するノズルを装着したフライヤの回転動作及び前記巻線の位置決めを行うフォーマの前後方向の動作により、前記巻線の整列性を保ちながら巻回するステップと、前記フライヤを回転させつつ、前記フォーマを、前記コアバック側への稼働限界であるフォーマ前進端の位置から、当該フォーマ前進端の位置よりも前記コアバック側とは反対側に前記巻線の太さの半分の距離だけ後進させた位置までのストロークで前後方向に複数回往復させて、前記絶縁部と、前記ティースと、前記フォーマが前記フォーマ前進端の位置にあるときに巻回される前記巻線の前記絶縁部側の端面とで囲まれる隙間部に前記巻線を巻回するステップと、を有するものである。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明は、巻線途中の固定子巻線で発生した隙間にワイヤが巻かれることにより、固定子巻線の巻崩れと巻膨れを防止することができるという効果を有する。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施の形態における電動機300の概略図である。

【図2】本発明の実施の形態における電動機300の固定子100を逆曲げにして巻線した状態を示す斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態における固定子鉄心1（帯状）の斜視図である。

【図4】本発明の実施の形態における電動機300の固定子100を巻線した後に正曲げした状態を示す斜視図である。

【図5】本発明の実施の形態における電動機300の固定子100を用いる12スロット／8極の同期電動機の断面図である。

【図6】本発明の実施の形態における電動機300の固定子100の固定子巻線400の結線図である。

30

【図7】本発明の実施の形態における巻線する前の逆曲げにした状態の固定子鉄心1を示す概略図である。

【図8】本発明の実施の形態における固定子鉄心1にワイヤ70を巻線する巻線機200の概略構成を示す断面図である。

【図9】本発明の実施の形態における絶縁部3とティース1aと絶縁部3側のコイル端面とで囲まれた領域にワイヤ70の巻線途中で生じた隙間部を埋める前のコイルの拡大図である。

【図10】本発明の実施の形態における図9のAで指し示されている破線で囲まれた領域を拡大した図である。

40

【図11】本発明の実施の形態における絶縁部3とティース1aと絶縁部側のコイル端面84とで囲まれた領域にワイヤ70の巻線途中で生じた隙間部を埋めた後のコイルの拡大図である。

【図12】本発明の実施の形態における巻線した後の逆曲げにした状態の固定子鉄心1を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0013】

実施の形態．

50

まず、本発明の実施の形態の電動機 300（符号と図面との対応については後述する）の固定子 100（符号と図面との対応については後述する）の概要について説明する。電動機 300 の固定子 100 は、例えば、永久磁石を用いる回転子 38（符号と図面との対応については後述する）と組み合わせられることでブラシレス DC モータ（以下、同期電動機と称する）を構成している。

本発明の実施の形態では、12 スロット / 8 極の電動機 300 の固定子 100 について説明する。電動機 300 の固定子 100 は、以下に示す特徴がある。なお、各符号の図面との対応については、後述する。

（1）固定子鉄心 1 のスロット数が 12 である（固定子鉄心 1 は、12 個のティース 1a を有する）。

10

（2）コイル 2 は、三相のシングル Y 結線であり、極数は 8 極である。コイル 2 は、12 個のティース 1a のそれぞれに巻回される集中巻方式である。

（3）固定子鉄心 1 は、厚さが 0.1 ~ 0.7 程度の電磁鋼板を帯状に打ち抜き、これらをかしめ、溶接、溶着等で積層して形成される。帯状の固定子鉄心 1 は、12 個のティース 1a を有する。

（4）帯状の固定子鉄心 1 に、コイル 2 と固定子鉄心 1 との間の絶縁となる絶縁部 3 が施される。絶縁部 3 は、例えば、PBT（ポリブチレンテレフタレート）等の熱可塑性樹脂を用いて、固定子鉄心 1 と一体に成形される。絶縁部 3 は、ティース 1a 毎に設けられる。したがって、ここでは、12 個の絶縁部 3 を備えることになる。

（5）帯状の固定子鉄心 1 に絶縁部 3 を施したら、次に絶縁部 3 の一方の軸方向端部（結線側）の所定の箇所に、3 個の電源端子 4 と、1 個の中性点端子 5 とを挿入する。

20

（6）帯状の固定子鉄心 1 を完成後の電動機 300 の固定子 100 と逆方向に曲げて、ティース 1a 同士の間隔が広がるようにする。それにより、ティース 1a にコイル 2 を巻回しやすくなる。

（7）巻線後の固定子鉄心 1 をティース 1a が内側になるように正曲げにする（所定の方向に曲げられて略ドーナツ状となる）。

（8）固定子鉄心 1 の固定子鉄心突合せ 63 を溶接して、溶接部 64 で固定する。

（9）電源端子 4、中性点端子 5 のヒューズングをする。

（10）電動機 300 の固定子 100 に外部と接続される結線部品 41 を組付け、機械的に、かつ、電氣的に接合する。

30

【0014】

次に、本発明の実施の形態の構成の詳細について説明する。図 1 は、本発明の実施の形態における電動機 300 の概略図である。図 2 は、本発明の実施の形態における電動機 300 の固定子 100 を逆曲げにして巻線した状態を示す斜視図である。図 3 は、本発明の実施の形態における固定子鉄心 1（帯状）の斜視図である。図 4 は、本発明の実施の形態における電動機 300 の固定子 100 を巻線した後に正曲げにした状態を示す斜視図である。図 5 は、本発明の実施の形態における電動機 300 の固定子 100 を用いる 12 スロット / 8 極の同期電動機の断面図である。図 6 は、本発明の実施の形態における電動機 300 の固定子 100 の固定子巻線 400 の結線図である。

【0015】

40

図 1 に示すように、電動機 300 は、回転子 38、ブラケット 39、及びモールド固定子 40 等を備えている。

後述する固定子 100 に結線部品 41 が組み付けられ、回転子 38 を内包した固定子 100 がモールドされたものがモールド固定子 40 となっている。

【0016】

図 2 に示すように、電動機 300 の固定子 100 は、後述する固定子鉄心 1 が逆曲げにされている。そのため、ティース 1a は外側を向いている。また、隣接するティース 1a の間には広い空間があり、ティース 1a にマグネットワイヤー（以下、ワイヤ 70 と称し、図 8 で詳述する）を容易に巻くことができるようになっている。ワイヤ 70 は、表面に絶縁加工が施され、内部で電気を導通可能な素材から形成されたものである。

50

後述する固定子鉄心 1 に一体的に成形された絶縁部 3 の外壁の結線側（図 2 の軸方向上側）の所定の箇所に、3 個の電源端子 4 が挿入されている。

また、後述する固定子鉄心 1 に一体的に成形された絶縁部 3 の外壁の結線側（図 2 の軸方向上側）の所定の箇所に、1 個の中性点端子 5 が挿入されている。

また、中性点端子 5 が組み付けられる絶縁部 3 の外壁の結線側に、中性点端子 5 の引き回し用突起 7 が設けられる。なお、引き回し用突起 7 の詳細については後述する。

また、絶縁部 3 の外壁の結線側には、U 相、V 相、及び W 相の各相の渡り線を所定の位置に保持する突起 8 が備えられている。ここでいう所定の位置は、後述する固定子鉄心 1 の軸方向の端面からの高さのことである。なお、突起 8 の詳細については後述する。

なお、図 2 は、電動機 300 の固定子 100 を結線側の斜め上方から俯瞰した図であり、コイル 2 の巻き始め端末、巻き終わり端末、及び渡り線等についての図示を省略している。

【0017】

図 3 に示すように、固定子鉄心 1 が有するティース 1a は 12 個であり、本発明の実施の形態における電動機 300 の固定子 100 は、12 スロットを想定している。

帯状の固定子鉄心 1 は、厚さが 0.1 ~ 0.7 mm 程度の電磁鋼板がプレス等で帯状に打ち抜かれた後、かしめ、溶接、及び接着等で積層されるものである。

ティース 1a は、コアバック 1b から略垂直に延伸して形成されており、各ティース 1a の形状は、平面視では略 T 字で形成されている。

ティース 1a を介してコアバック 1b の反対側にあるティース 1a の先端部 1a-1 は、正面視では略四角形で形成されている。ティース 1a の先端部 1a-1 は、固定子鉄心 1 に絶縁部 3 を一体的に成形した後も露出した状態となっている。そして、図 3 に示すように、ティース 1a と、先端部 1a-1 と、コアバック 1b とからなる要素固定子鉄心 10 が形成され、後述するように各要素固定子鉄心 10 同士は、薄肉連結部 1c で連結されている。また、ティース 1a は、先端部 1a-1 と、コアバック 1b とのそれぞれに対して立脚して形成された形状となっており、コアバック 1b は、後述するように、所定の曲率で湾曲されて形成されている。

ここで、図 1 に示す回転子 38 と後述する図 5 に示す固定子 100 との間の距離は、径方向の寸法が 1 mm 以下の空隙とする必要がある。そのため、ティース 1a の先端部 1a-1 には絶縁部 3 を設けないこととする。

【0018】

隣接するティース 1a は、コアバック 1b が薄肉連結部 1c で連結されている。それにより、帯状の固定子鉄心 1 は、逆曲げや正曲げが自在に行われることが可能である。

帯状の固定子鉄心 1 における両端のティース 1a のコアバック 1b の外側の端面には、コア端面 1d が形成されている。

図 4 に示すように、ティース 1a が内側になるように巻線後の固定子鉄心 1 が正曲げにされた後にコア端面 1d は互いに当接される。その状態でコア端面 1d から形成されている固定子鉄心突合わせ部 63 は溶接部 64 で溶接される。また、各コイル 2 の集合体を固定子巻線 400 と称することとする。つまり、固定子巻線 400 といったときには、固定子鉄心 1 に巻かれている各コイル 2 の全てを指すものとする。

【0019】

図 5 に示すように、12 スロット / 8 極の同期電動機は、ティース 1a の数と回転子 38 の磁極の数の比が 3 : 2 となる同期電動機である。

固定子 100 のコイル 2 は、各相の巻線を U、V、W の順番に並べて配置されるものであり、それぞれに 120° 位相のずれた交流の電流を流すことにより、同期電動機は駆動する。

各ティース 1a に巻かれるコイル 2 の巻き方向は、全て同じ方向である。

【0020】

U 相のコイルは、コイル U1、コイル U2、コイル U3、及びコイル U4 で構成されている。コイル U1 の巻き始めのワイヤ 70 は、電源端子 4（図 2 参照）の一つである U 端

10

20

30

40

50

子（図 5 参照）に接続される。コイル U 4 の巻き終わりのワイヤ 7 0 は、中性点端子 5（中性点、図 2、5 参照）に接続される。

V 相のコイルは、コイル V 1、コイル V 2、コイル V 3 及びコイル V 4 で構成されている。コイル V 1 の巻き始めのワイヤ 7 0 は、電源端子 4（図 2 参照）の一つである V 端子（図 5 参照）に接続される。コイル V 4 の巻き終わりのワイヤ 7 0 は、中性点端子 5（中性点、図 2、5 参照）に接続される。V 端子は、U 端子が設けられているティース 1 a の隣のティース 1 a の絶縁部に設けられる。例えば、図 5 の一例では、U 端子が設けられているティース 1 a の反時計方向の隣のティース 1 a の絶縁部に V 端子は設けられる。

W 相のコイルは、コイル W 1、コイル W 2、コイル W 3 及びコイル W 4 で構成されている。コイル W 1 の巻き始めのワイヤ 7 0 は、電源端子 4（図 2 参照）の一つである W 端子（図 5 参照）に接続される。コイル W 4 の巻き終わりのワイヤ 7 0 は、中性点端子 5（中性点、図 2、5 参照）に接続される。W 端子は、V 端子が設けられているティース 1 a の隣のティース 1 a の絶縁部に設けられる。例えば、図 5 の一例では、V 端子が設けられているティース 1 a の反時計方向の隣のティース 1 a の絶縁部に W 端子は設けられる。

【 0 0 2 1 】

図 6 に示すように、電動機 3 0 0 の固定子 1 0 0 の固定子巻線 4 0 0 の結線図では、電動機 3 0 0 の固定子 1 0 0 の固定子巻線 4 0 0 はシングル Y に結線されている。すなわち、U 相のコイル U 1、コイル U 2、コイル U 3、及びコイル U 4 は直列に接続されている。また、V 相のコイル V 1、コイル V 2、コイル V 3、及びコイル V 4 は直列に接続されている。また、W 相のコイル W 1、コイル W 2、コイル W 3、及びコイル W 4 は直列に接続されている。そして、コイル U 4、コイル V 4、及びコイル W 4 の巻き終わりのワイヤ 7 0 は中性点 N に接続されている。

【 0 0 2 2 】

なお、本発明の実施の形態においては、電動機の一例について説明したが、これに限定するものではない。例えば、発電機の場合であってもよい。

【 0 0 2 3 】

図 7 は、本発明の実施の形態における巻線する前の逆曲げにした状態の固定子鉄心 1 を示す概略図である。図 8 は、本発明の実施の形態における固定子鉄心 1 にワイヤ 7 0 を巻線する巻線機 2 0 0 の概略構成を示す断面図である。図 9 は、本発明の実施の形態における絶縁部 3 とティース 1 a と絶縁部 3 側のコイル端面とで囲まれた領域にワイヤ 7 0 の巻線途中で生じた隙間部を埋める前のコイル拡大図である。図 1 0 は、本発明の実施の形態における図 9 の A で指し示されている破線で囲まれた領域を拡大した図である。図 1 1 は、本発明の実施の形態における絶縁部 3 とティース 1 a と絶縁部側のコイル端面 8 4 とで囲まれた領域にワイヤ 7 0 の巻線途中で生じた隙間部を埋めた後のコイルの拡大図である。図 1 2 は、本発明の実施の形態における巻線した後の逆曲げにした状態の固定子鉄心 1 を示す概略図である。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明の実施の形態の動作の概略を説明する。まず、整列性を保ちながら巻線を行う。このとき、巻線途中に隙間部 7 9（詳細については後述する）が発生した段階で隙間部 7 9 にも巻線を行う。隙間部 7 9 を埋めたら再び整列性を保ちながら巻線を行う。このように、整列性を保ちつつ巻線を行う動作と、隙間部 7 9 への巻線を行う動作とを繰り返し行う。これにより、隙間部 7 9 が埋まることとなる。そのため、中間層での巻崩れ方向 8 5 への巻崩れを防止することができる。したがって、良好な整列性を確保した状態で巻膨れを防止しつつ、中間層での巻崩れを防止できる。なお、各符号の図面との対応については、後述する。

【 0 0 2 5 】

次に、本発明の実施の形態の動作の詳細について説明する前に、動作の主体となる巻線機 2 0 0 の構成の概略について説明し、その後動作の詳細について説明する。図 8 に示すように、巻線機 2 0 0 のフライヤ 7 2 は、底部と、底部から略直立した 2 本の略多角形体とからなる略 U 字形状で形成されており、その一方の略多角形体に中空のノズル 7 1 が

10

20

30

40

50

装着されている。巻線機 200 は、ノズル 71 からワイヤ 70 を出し、フォーマ 73 で位置決めを行い、固定子鉄心 1 に巻線していくものである。フォーマ部 90 は、フォーマ 73、ガイド 74、円柱 75、及びシャフト 76 等から構成されており、円柱 75 軸上の矢印 78 方向の運動（以下、前後方向と称する）が可能である。また、フライヤ 72 は、矢印 77 で示したシャフト 76 の中心軸を回転軸方向とした運転（以下、回転方向と称する）が可能であり、前後方向の運動も可能である。また、フォーマ部 90 は、フライヤ 72 の内側に位置する位置関係で形成されている。

【0026】

図 8 に示すように、巻線機 200 は、フライヤ 72 に取り付けられたノズル 71 の先端から供給するワイヤ 70 を、フライヤ 72 の回転方向の動作及び前後方向の動作によりティース 1a に巻き付ける。隣り合う先端部 1a - 1 間の距離 81 はフライヤ 72 の略 U 字状の一部である 2 本の略多角形体間の距離より狭いため、フライヤ 72 が固定子鉄心 1 に向かって前進ストロークをしようとする、フライヤ 72 はティース 1a の奥まで入っていくことができない。そこで、フライヤ 72 には、隣り合う先端部 1a - 1 間の距離 81 の隙間にも固定子鉄心 1 に向かって前進していくことが可能な寸法で作られている上記で説明したフォーマ 73 が取り付けられている。つまり、フォーマ 73 の一部の形状の長さは、距離 81 以内である。フォーマ 73 は、フライヤ 72 の代わりに先端部 1a - 1 の奥まで固定子鉄心 1 に向かって前進して入っていく。これにより、フライヤ 72 が固定子鉄心 1 に向かって前進してティース 1a の奥まで行けなかったとしても、巻線機 200 はノズル 71 から供給するワイヤ 70 をフォーマ 73 の側面に沿ってティース 1a の奥まで到達させることができる。そのため、巻線機 200 はティース 1a の奥まで巻線することができるようにしている。

【0027】

フライヤ 72 の前後方向の動作の際には、フライヤ 72 とフォーマ 73 との相互の位置関係は変わることなく一体的に前後方向の動作を行う。また、フライヤ 72 の回転方向の動作の際には、フライヤ 72 だけが回転する。つまり、巻線時にフライヤ 72 は回転するものの、フォーマ 73 は回転方向の運動を行わない。

このように、巻線機 200 は、フライヤ 72 とフォーマ 73 との回転方向の動作及び前後方向の動作を繰り返していくことにより、所定のコイル 2 を形成することができる。

【0028】

フライヤ 72 の前後方向のストロークのうち、固定子鉄心 1 に向かっていく前進ストロークは、先端部 1a - 1 の端部と図 9 に示すフォーマ前進端 83 との間が稼働範囲となっている。一方、フライヤ 72 の前後方向のストロークのうち、固定子鉄心 1 と反対方向に向かっていく後退ストロークは、先端部 1a - 1 の端部までが稼働範囲となっている。前進ストロークがフォーマ前進端 83 までの理由として、絶縁部 3 が先端部 1a - 1 側に湾曲した形状となっているからである。すなわち、図 3 に示すコアバック 1b は所定の曲率で湾曲した形状となっており、それに接合して絶縁部 3 は形成されているため、絶縁部 3 も所定の曲率で湾曲している。そのため、フォーマ 73 が前縁部 3 側のティース 1a の端部まで移動しようとする、フォーマ 73 は絶縁部 3 と干渉してしまう。

【0029】

また、絶縁部 3 とフォーマ 73 との間に、ワイヤ 70 が入っていける領域を確保しなければならない。そのこともあり、図 9 に示すように、フォーマ 73 はフォーマ前進端 83 までしか移動できない。このため、巻線機 200 は、フォーマ 73 が絶縁部 3 側のティース 1a の端部まで移動できない状態でフライヤ 72 の前後方向の動作及び回転方向の動作を行うことになる。その結果、絶縁部 3 側のティース 1a の端部にまでワイヤ 70 が行き届かなくなり、図 9 に示すように隙間部 79 が発生してしまう。隙間部 79 とは、具体的には、絶縁部 3 と、ティース 1a と、絶縁部 3 側のコイル端面 84 とで生じた空間である。より具体的には、隙間部 79 とは、絶縁部 3 の先端部 1a - 1 側の湾曲した曲面と、ティース 1a の表面側の曲面と、絶縁部 3 側のコイル端面 84 の各ワイヤ 70 の表面とで生じた空間である。

なお、ここでは、各部材を曲面等で説明したが、構造はこれに限定されるものではない。

【 0 0 3 0 】

さらに、隙間部 7 9 が発生した状態では、図 9 に示すように、巻崩れ方向 8 5 にワイヤ 7 0 が崩れてしまう。このことにより、図 1 0 に示すように、崩れた後のワイヤ 8 6 は、固定子鉄心 1 に近い箇所位置してしまうことになる。この状態では、固定子鉄心 1 とワイヤ 7 0 との距離 8 0 は極めて短い。そのため、耐圧試験等で絶縁破壊が生じてしまう。

【 0 0 3 1 】

そこで、本発明の実施の形態においては、隙間部 7 9 が大きくなったとき、予め設定された第 1 巻線経路から隙間部 7 9 に対する第 2 巻線経路へ巻線経路を変更し、フォーマ 7 3 が前後方向に往復する動作をコイル頂部 8 2 の位置からフォーマ前進端 8 3 の位置までのストロークで複数回行う。これにより、隙間部 7 9 にワイヤ 7 0 が追加される。すなわち、第 2 巻線経路でコイル頂部 8 2 近傍に巻線されるワイヤ 7 0 が隙間部 7 9 に流れ込むことになり、図 1 1 に示すように隙間部 7 9 が埋まる。このとき、フォーマ 7 3 の前後方向の動作は、隙間部 7 9 がある程度大きくなるまでは行わない。すなわち、巻線機 2 0 0 は、隙間部 7 9 がある程度大きくなるまでは、通常通りに第 1 巻線経路でワイヤ 7 2 の前後方向の動作によりワイヤ 7 0 の整列性を保ちながらワイヤ 7 0 の巻線を行う。このため、従来技術のようにコイルの山を各層ごとに巻崩すことがない。そのため、本発明の実施の形態においては、ワイヤ 7 0 の整列性を確保させることができ、各コイル 2 の巻崩れと巻膨れを防止することができることにより、固定子巻線 4 0 0 の巻崩れと巻膨れを防止することができる。

【 0 0 3 2 】

換言すれば、隙間部 7 9 を埋めることにより、巻線途中の巻崩れ方向 8 5 の方向への巻崩れを防止すると共に、ワイヤ 7 0 の整列性を確保させることにより、固定子巻線 4 0 0 の巻崩れと巻膨れを防ぐことができる。

なお、隙間部 7 9 の発生箇所は、予めワイヤ 7 0 をティース 1 a に巻いてみてどこからどこまでが隙間部となるかを実測で確認しておく。

また、コイル頂部 8 2 と絶縁部 3 側のコイル端面 8 4 の位置も同様に実測で確認しておく。

また、ワイヤ 7 0 のターン数は予め決まっているため、隙間部 7 9 を埋めるのにワイヤ 7 0 以外は用いないこととする。すなわち、通常通りの巻線経路で巻かれたワイヤ 7 0 のターン数と、隙間部 7 9 を経由して巻線経路で巻かれたワイヤ 7 0 のターン数との合計ターン数が、固定子鉄心 1 に巻かれることになっているワイヤ 7 0 のターン数となるようにする。

なお、ワイヤ 7 0 は、本発明の巻線に相当する。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明の実施の形態においては、単層巻の一例について説明したが、これに限定するものではない。例えば、二相巻であってもよい。

【 0 0 3 4 】

以上のように、本発明の実施の形態においては、回転電機は、回転子 3 8 と、横断面が湾曲した形状をそれぞれ有し、回転子 3 8 を囲むように環状に連結された複数のコアバック 1 b、及びコアバック 1 b の回転子 3 8 側の面から立脚して形成されたティース 1 a を備えた固定子鉄心 1 と、横断面が湾曲した形状を有し、コアバック 1 b の回転子 3 8 側の面に設けられた絶縁部 3 と、絶縁部 3 の回転子 3 8 側の面と絶縁部 3 の両端を結んだ線分とで囲まれる領域を含めてティース 1 a に巻線が巻回されて構成されたコイルとを備えたことにより、固定子巻線 4 0 0 の巻崩れと巻膨れを防止することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 5 】

1 固定子鉄心、1 a ティース、1 a - 1 先端部、1 b コアバック、1 c 薄肉連結部、1 d コア端面、2 コイル、3 絶縁部、4 電源端子、5 中性点端子、7

10

20

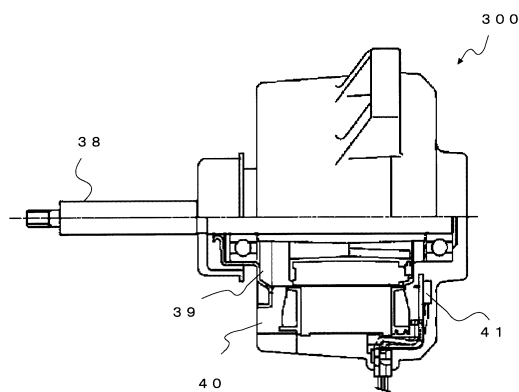
30

40

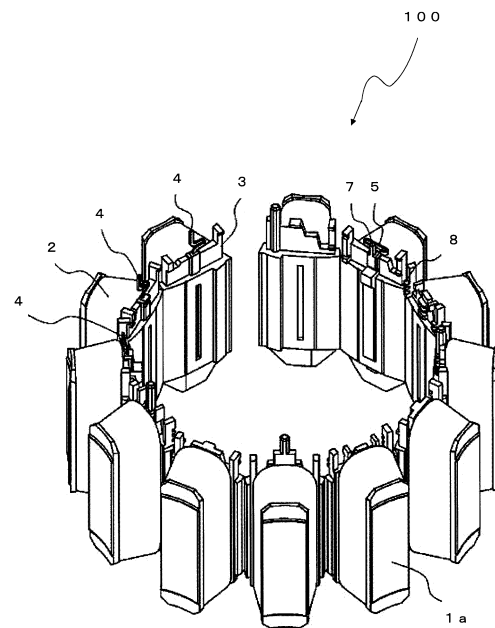
50

引き回し用突起、８ 突起、１０ 要素固定子鉄心、３８ 回転子、３９ ブラケット、４０ モールド固定子、４１ 結線部品、６３ 固定子鉄心突合せ部、６４ 溶接部、７０ ワイヤ、７１ ノズル、７２ フライヤ、７３ フォーマ、７４ ガイド、７５ 支柱、７６ シャフト、７７ フライヤ回転方向、７８ フォーマ送り方向、７９ 隙間部、８０ 固定子鉄心とワイヤとの距離、８１ 隣り合うティースの距離、８２ コイル頂部、８３ フォーマ前進端、８４ 絶縁部側のコイル端面、８５ 巻崩れ方向、８６ 崩れた後のワイヤ、９０ フォーマ部、１００ 固定子、２００ 巻線機、３００ 電動機、４００ 固定子巻線。

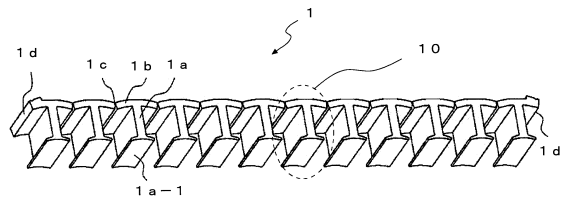
【図１】



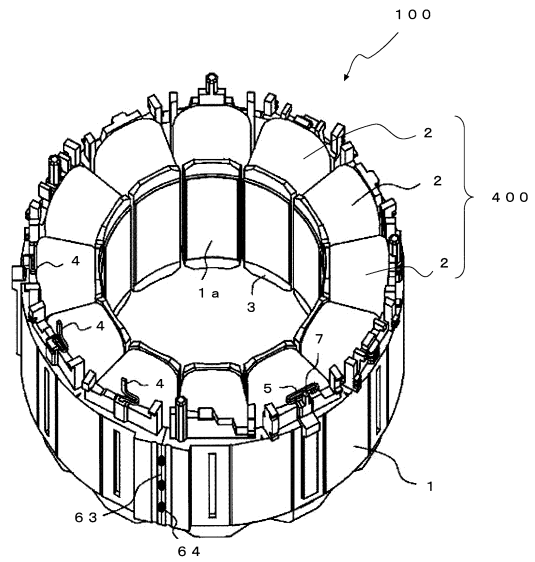
【図２】



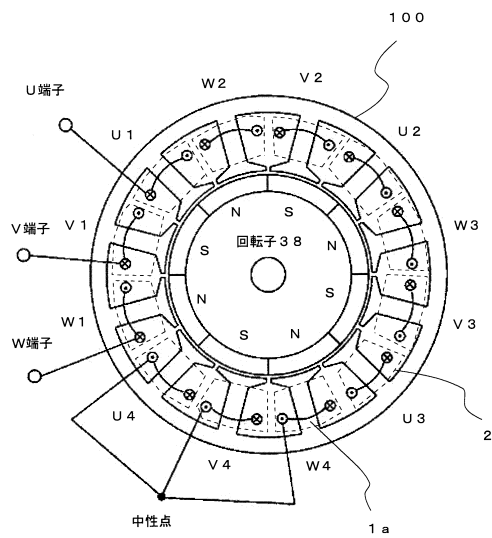
【図 3】



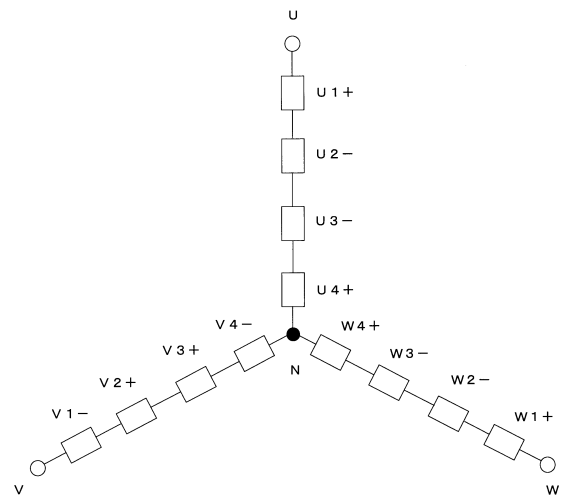
【図 4】



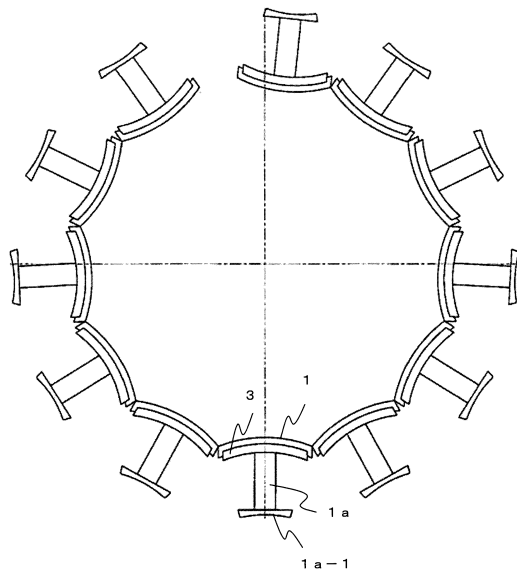
【図 5】



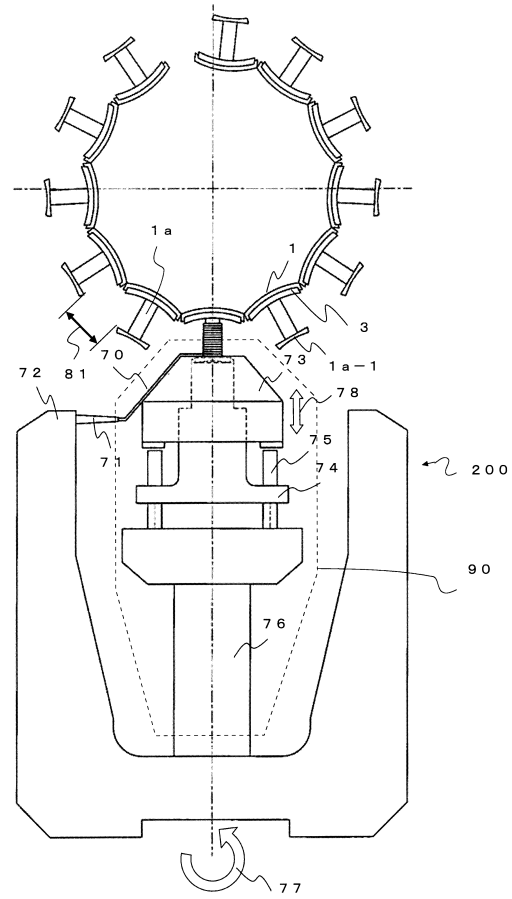
【図 6】



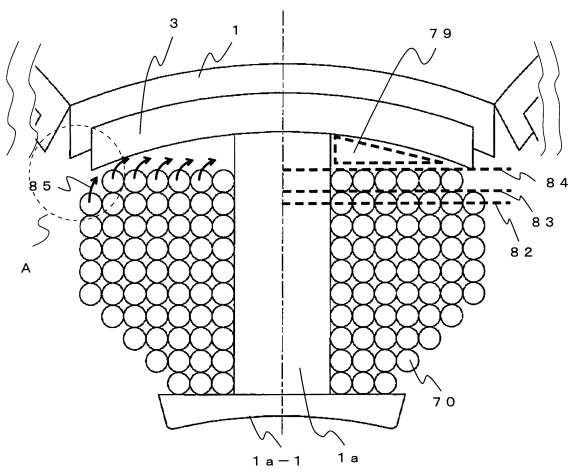
【図 7】



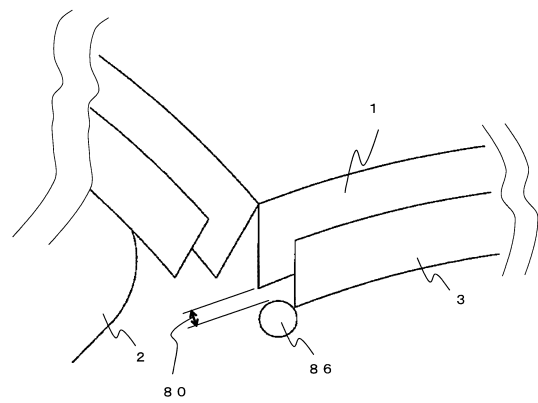
【図 8】



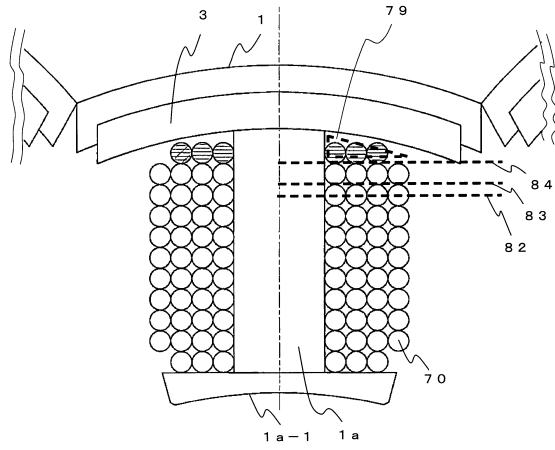
【図 9】



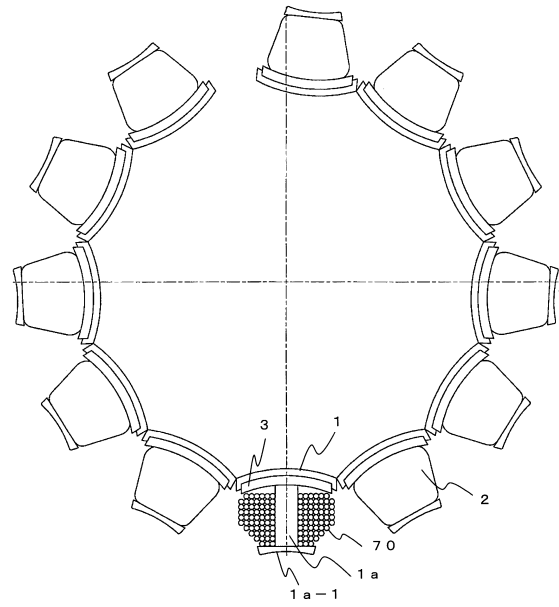
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(74)代理人 100160831

弁理士 大谷 元

(74)代理人 100166084

弁理士 横井 堅太郎

(72)発明者 小野 洵一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 加藤 丈晴

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 槻木澤 昌司

(56)参考文献 特開2008-187807(JP,A)

特開2007-209128(JP,A)

特開2007-043840(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 1/04

H02K 1/18

H02K 3/12

H02K 15/095