

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4914169号
(P4914169)

(45) 発行日 平成24年4月11日 (2012. 4. 11)

(24) 登録日 平成24年1月27日 (2012. 1. 27)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 K 3/28 (2006. 01)

H O 2 K 3/28 K

H O 2 K 3/12 (2006. 01)

H O 2 K 3/12

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-281031 (P2006-281031)
 (22) 出願日 平成18年10月16日 (2006. 10. 16)
 (65) 公開番号 特開2008-99502 (P2008-99502A)
 (43) 公開日 平成20年4月24日 (2008. 4. 24)
 審査請求日 平成21年2月4日 (2009. 2. 4)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悦夫
 (72) 発明者 高橋 和彦
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社日立製作所
 日立研究所内
 (72) 発明者 佐伯 満
 茨城県日立市幸町三丁目1番1号
 株式会社日立製作所
 日立事業所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のスロットが内周面に周方向等間隔に形成された固定子鉄心と、この固定子鉄心の内側で回転する回転子と、前記複数のスロットに施された電機子巻線とを備える回転電機において、

前記電機子巻線は、前記複数のスロットの内、異なる2つのスロットに施された1ターン巻線が同一スロットで、複数回直列接続されて、同一スロット複数ターン巻線を形成し、この同一スロット複数ターン巻線と他の2つのスロットに施された1乃至複数の同一スロット複数ターン巻線とが直列接続されて、複数スロット複数ターン巻線を形成し、この複数スロット複数ターン巻線が各相毎に並列接続されて形成され、

前記同一スロット複数ターン巻線は、2ターン巻線で形成され、

前記複数スロット複数ターン巻線は、各相毎に3並列接続されている

ことを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

前記同一スロット複数ターン巻線の外部に電氣的に接続されている接続側の巻線端部は、接続ピッチが3の接続片を介して他の同一スロット複数ターン巻線の巻線端部に接続されていることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。

【請求項 3】

接続側の巻線端部に接続ピッチが1と接続ピッチが2との2種類の接続片を備えることを特徴とする請求項1に記載の回転電機。

10

20

【請求項 4】

前記同一スロット複数ターン巻線は、1 ターン目のコイルピッチが反接続側でのコイルピッチと等しく、2 ターン目のコイルピッチが反接続側のコイルピッチより 3 つ少ないことを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 5】

前記電機子巻線は、前記スロットの内部で径方向に 4 分割されていることを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 6】

前記 2 ターン巻線を構成する電機子巻線のうち、1 ターン目が最外径側の電機子巻線と最内径側から 2 層目の電機子巻線とで構成され、他の 1 ターン目が最内径側の電機子巻線と最外径側から 2 層目の電機子巻線とで構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の回転電機。

10

【請求項 7】

前記 2 ターン巻線を構成する電機子巻線のうち、1 ターン目が最外径側の電機子巻線と最内径側の電機子巻線とで構成され、他の 1 ターン目が最外径側から 2 層目の電機子巻線と最内径側から 2 層目の電機子巻線とで構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の回転電機。

【請求項 8】

前記接続片は板形状の導電性物質であることを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 に記載の回転電機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直列接続されて形成された電機子巻線を備えた回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

発電機は、複数の軸方向に延びるスロットを内周部に設けた固定子鉄心と、このスロットの内部に納められた電機子巻線と、固定子鉄心の内部で回転する回転子とを備えている。一般に大容量の発電機では、電機子巻線が 1 スロット内に 2 層に分かれて巻装され、1 層の巻線と他のスロット内にある 1 層の巻線とが接続され、1 ターン巻線を形成している。また、複数の 1 ターン巻線を直列に接続することにより高電圧化を図っている。

30

【0003】

また、発電機の容量は電圧と電流との積で決まるため、大容量化には高電圧化もしくは大電流化が必要となる。しかし、高電圧化には絶縁耐力の点から制約があり、また大電流化には温度上昇の点から制約を受ける。したがって、高電圧化と大電流化とのバランスをとって大容量化が図られており、一手段として発電機の電機子巻線の結線を並列化して出力電圧を絶縁耐力以下にすることが行われている。そして、電機子巻線の並列回路数は 1 , 2 , 3 , 4 などがある（例えば、非特許文献 1、特許文献 1 , 2 参照）。

【非特許文献 1】「Operation and Maintenance of Large Turbo-Generators」、IEEE P
RESS、2004 年、p . 62

40

【特許文献 1】特開 2000 - 50549 号公報（図 1）

【特許文献 2】特開 2001 - 309597 号公報（図 1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

発電機の出力電圧は並列回路数の逆数に比例し、並列回路数が 1 のときの出力電圧を 1 . 0 倍とすれば、並列回路数が 2 , 3 , 4 , ... の整数であるときの出力電圧は各々 0 . 5 倍、0 . 33 倍、0 . 25 倍、... というように整数で除した値となる。したがって、1 並列回路と 2 並列回路とでは電圧が 0 . 5 倍も異なるため、その中間の電圧が最適バランスである場合、1 並列回路又は 2 並列回路の設計諸元から、出力電圧を調整するために発電

50

機（回転電機）の軸長を変えたりスロット数を変えたりするなど、大幅な設計変更が必要であった。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、電機子巻線の並列接続数が 1 のときの出力電圧の整数倍の電圧と、この整数倍の電圧を他の整数で除した値との中間の出力電圧となる回転電機を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

前記課題を解決するため、本発明は、複数のスロットが内周面に周方向等間隔に形成された固定子鉄心と、この固定子鉄心の内側で回転する回転子と、前記複数のスロットに施された電機子巻線とを備える回転電機において、前記電機子巻線は、前記複数のスロットの内、異なる 2 つのスロットに施された 1 ターン巻線が同一スロットで、複数回直列接続されて、同一スロット複数ターン巻線を形成し、この同一スロット複数ターン巻線と他の 2 つのスロットに施された 1 乃至複数の同一スロット複数ターン巻線とが直列接続されて、複数スロット複数ターン巻線を形成し、この複数スロット複数ターン巻線が各相毎に並列接続されて形成されたことを特徴とする。

10

【 0 0 0 7 】

これにより、同一スロット複数巻線を直列接続された複数スロット複数ターン巻線は、並列接続数が 1 のときの出力電圧の整数倍の出力電圧を得ることができ、複数スロット複数ターン巻線を並列接続することにより、整数分の 1 の出力電圧を得ることができる。したがって、直列接続された複数スロット複数ターン巻線を並列接続することにより、中間の出力電圧を得ることができる。例えば、同一スロット複数巻線を 2 倍に直列接続し、直列接続された複数スロット複数ターン巻線が各相毎に 3 並列接続することにより、 $2/3$ 倍の出力電圧となる。

20

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、電機子巻線の並列接続数が 1 のときの出力電圧の整数倍の電圧と、この整数倍の電圧を他の整数で除した値との中間の出力電圧となる回転電機を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【 0 0 0 9 】

（第 1 実施形態）

図 1 は、本発明の第 1 実施形態である回転電機の構造図である。

回転電機 100 は、三相のタービン発電機であり、複数のスロット 17 が形成されている固定子鉄心 30 と、電機子巻線 40、45 と、回転軸 50 を中心に回転する回転子 51 と、これらを保持し、あるいは固定する固定子枠 60 とを主として備えている。

ここで、スロット 17 は、固定子鉄心 30 の内周面に周方向等間隔に複数形成され、回転軸方向に形成される。また、回転子 51 は、図示しない界磁巻線が巻回された円筒形状のものであり、複数の磁極が生成される。また、固定子鉄心 30 は、回転子 51 の外周面と所定ギャップをもって対向配置され、回転軸方向両端がエンドクランプ 31 で保持される。電機子巻線 40、45 は、固定子鉄心 30 の軸方向に延び、各スロット 17 の内部に複数層に分割されて格納される。また、回転軸 50 の一端は、図示しない蒸気タービンあるいはガスタービンに接続されている。

40

【 0 0 1 0 】

図 2 は、電機子巻線 40、45 の 1 相分の結線図である。他の 2 つの相に関しては、図示された相と同じ結線をそれぞれ 120 度及び 240 度ずらした配置となる。図 2 は一例とし 3 相 2 極 54 スロットの回転電機を示しているが、他の極数やスロット数でもよい。

本実施形態では、電機子巻線は、同一スロット内において、径方向に 4 層で構成され、外径側の 2 層を底コイルとし、内径側の 2 層を上コイルとする。すなわち、電機子巻線は、底コイル 1 層目、底コイル 2 層目、上コイル 1 層目、及び上コイル 2 層目から構成され

50

る。そして、電機子巻線は並列回路 1、並列回路 2、及び、並列回路 3 から構成され、それぞれの回路を実線、点線、一点鎖線で図示している。それぞれの並列回路で各線が 2 本ずつ並記されているのは、同スロット内の電機子巻線が、2 層直列に接続された 2 ターン巻線を形成していることを示す。本実施形態では、電機子巻線は底コイル 4 と上コイル 5 とで区別して配置しているが、上下逆の配置でもよいことは勿論である。

【0011】

並列回路 1 の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a を接続側 6 a から巻き始める例で説明する。ここで、接続側 6 a とは、外部に接続される接続端子が設けられている部分であり、反対側の接続端子が設けられていない方を反接続側 7 a という。なお、説明上必要な電機子巻線は、図面上に太い線を用いて記載されている。底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a は反接続側 7 a で接続片 10 を用いて上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c に接続する。そして、上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c は接続側 6 a に戻って接続片 8 で底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b に接続することで 1 ターン目が形成される。次に、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b は反接続側 7 a で接続片 11 を用いて上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d に接続し、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d が接続側 6 a に戻ってきて 2 ターン目が形成されることで、2 層を直列に接続した 2 ターン巻線が構成できる。このとき、電機子巻線のコイルピッチは 1 ターン目と 2 ターン目とが等しく、接続側 6 a のコイルピッチと反接続側 7 a のコイルピッチとを等しくする。上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d は接続側 6 a で接続ピッチが 3 の接続片 9 で並列回路 1 の次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e と接続することで 3 並列回路が構成できる。同様な結線で 1 極分の巻線を施した後、接続線 15 で次の極の接続側 6 b に接続する。並列回路 2、3 も並列回路 1 と同様な結線を施す。

【0012】

図 3 は、接続側 6 a の巻線端部の接続部分を回転軸方向より見た図であり、横軸は周方向を示し縦軸は径方向を示している。電機子巻線は外径側から底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b、上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d の順で配置している。なお、図 3 において、説明のために必要な部分を黒く着色している。接続側 6 a (図 2 参照) では、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c とは接続片 8 で接続され、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d と次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e とは接続ピッチが 3 の接続片 9 で接続される。電機子巻線と接続片とはろう付けなどで電氣的に接続される。本実施形態の接続片は板形状の導電性物質を用いているが、導電性物質であれば何れの形状でもよい。また、本実施形態の接続片 8、9 は電機子巻線の片側に 1 枚設けているが、図 4 に示すように、電機子巻線の両側に 2 枚設けてもよい。

【0013】

図 5 は、接続側 6 a の巻線端部の接続部分を回転電機の周方向から見た図であり、横軸が軸方向を示し、縦軸が径方向を示している。底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e、及びこの電機子巻線 1 e の図面裏側方向に配置され、図示されていない電機子巻線 1 a と、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d との軸方向長さを長くし、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c との軸方向長さを短くしている。これにより、接続片 8 と接続ピッチが 3 の接続片 9 とが重ならないようにできる。

【0014】

図 6 は、反接続側 7 a (図 2) の巻線端部の接続部分を回転軸方向より見た図であり、横軸は周方向を示し、縦軸は径方向を示す。2 層の底コイル 4 と、2 層の上コイル 5 との 4 層のコイルが図示されている。底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c とは接続スペーサ 16 を介して接続片 10 で接続している。電機子巻線と接続スペーサと接続片とは、ろう付けなどで電氣的に接続する。このように底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a 及び上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c と接続片 10 との間に接続スペーサ 16 を設けることにより、接続片 10 と底コイル 2 層目の 1 b の電氣的絶縁が確保できる。絶縁をさらに確実にするため接続片 10 と底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b との間に

絶縁スペーサ（図示せず）を設けてもよい。そして、底コイル２層目の電機子巻線１ｂと上コイル２層目の電機子巻線１ｄとは接続スペーサ１６を介して接続片１１で接続している。このように底コイル２層目の電機子巻線１ｂと上コイル２層目の電機子巻線１ｄと接続片１１との間に接続スペーサ１６を設けることにより、接続片１１と上コイル１層目の電機子巻線１ｃの電氣的絶縁が確保できる。絶縁をさらに確実にするため接続片１１と上コイル１層目の電機子巻線１ｃとの間に絶縁スペーサ（図示せず）を設けてもよい。

【００１５】

図７は、スロット１７の内部の電機子巻線の構成を示した断面図である。底コイル４と上コイル５とは、各々２層の電機子巻線１ａ，１ｂ，１ｃ，１ｄで構成している。２層の電機子巻線はそれぞれ絶縁２０を施して電氣的な絶縁を確保するが、２層の電機子巻線間の電位差は電機子巻線と対地間との電位差より小さいため、絶縁２０は主絶縁２１ほどの絶縁耐力は必要ない。底コイルと上コイルとはそれぞれ主絶縁２１で対地絶縁を施し、スペーサ２３ａ，２３ｂ，２３ｃと共にスロット１７（図１参照）に納めて、くさび２２で固定する構成となる。本実施形態では、２層の電機子巻線にそれぞれ絶縁２０を施した後、電機子巻線と絶縁２０とを一緒にして主絶縁２１を施しているが、絶縁２０の代わりに主絶縁２１としてそれぞれ別の電機子巻線で構成してもよい。

【００１６】

以上説明したように、本実施形態によれば、２ターン巻線を構成する電機子巻線４層の接続は、１ターンが最外径側の電機子巻線と最内径側から２層目の電機子巻線で構成し、他の１ターンを最内径側の電機子巻線と最外径側から２層目の電機子巻線で構成するものである。また、２ターン巻線が一のスロットに施されてから、他のスロットに２ターン巻線が施される。

【００１７】

また、同一スロット内を通過する電機子巻線を２層ずつ直列に接続して２ターン巻線を形成しているため全体の巻数が２倍となる。そして、各相毎に３並列回路で構成するため、３／２並列回路となり、出力電圧が並列回路数の逆数の０．６７倍となり、１並列回路の電圧１．０倍と２並列回路の電圧０．５倍の中間の電圧となる電機子巻線の結線を備えた回転電機を提供することが可能となる。これにより、出力電圧を調整するために回転電機１００の軸長を変えたりスロット数を変えたりすることなく、巻線方法の変更のみで、同一出力電力で中間の出力電圧を得ることができる。

【００１８】

さらに、同一スロット内を通過する電機子巻線が２ターンとなるため、１ターン巻線より１層あたりの巻線のサイズが小さくなる。これにより、巻線の鎖交磁束が小さくなるため、これによる電機子巻線の交流損失が低減でき、回転電機が高効率となる効果もある。また、電機子巻線を４層で構成したため、２層で構成した場合よりも、１層あたりの巻線の高さが低くなる。したがって、１層あたりの巻線に鎖交する磁束が小さくなり、これにより発生する交流損失が低減できて回転電機が高効率となる効果もある。

【００１９】

（第２実施形態）

図８は、本発明の第２実施形態である回転電機の電機子巻線の１相分の結線図である。

なお、回転電機の構造図は図１と同様であるので説明を省略する。図８は、図１の第１実施形態と比べて、接続側６ａのコイルピッチと接続方法とが異なっている。図１の第１実施形態では、電機子巻線のコイルピッチは同一スロット内を通過する１ターン目と２ターン目とが等しく、接続側６ａのコイルピッチと反接続側７ａのコイルピッチとが等しく、接続側６ａの巻線端部に接続ピッチが３の接続片９を有する構造としていた。

【００２０】

図８において、電機子巻線のコイルピッチは同一スロット内を通過する１ターン目と２ターン目とが等しく、接続側６ａのコイルピッチは反接続側７ａのコイルピッチより１つ少なく、接続側６ａの巻線端部に接続ピッチが１と接続ピッチが２の２種類の接続片を有する構造とした。上コイル１層目の電機子巻線１ｃは接続側６ａで接続ピッチが１の接続

片 1 2 で底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b に接続する。そして、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d は接続側 6 a で接続ピッチが 2 の接続片 1 3 で次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e に接続する。

【 0 0 2 1 】

図 9 は、接続側 6 a の巻線端部の接続部分を軸方向より見た図であり、横軸は周方向を示し、縦軸は径方向を示す。接続側 6 a のコイルピッチは反接続側 7 a (図 8 参照) のコイルピッチより 1 つ少ない構成であるため、底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d はコイル位置が周方向に 1 つずれたものとなる。接続側 6 a では、上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c と底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b を接続ピッチが 1 の接続片 1 2 で接続して、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d と次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e とは接続ピッチが 2 の接続片 1 3 で接続する。電機子巻線と接続片はろう付けなどで電氣的に接続する。図 1 の実施形態では接続ピッチが 3 の接続片 9 を要するが、本実施形態では接続ピッチが 1 と接続ピッチが 2 の接続片であるため、接続片の長さが短くなり、大型回転電機の場合、接続片の接続作業が容易になる利点がある。

10

本実施形態では反接続側 7 a (図 8) の巻線端部の構成は図 6 と同じである。

この実施形態でも、第 1 実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 2 2 】

(第 3 実施形態)

図 1 0 は、本発明の第 3 実施形態を示す電機子巻線の 1 相分の結線図を示す。なお、回転電機の構造図は図 1 と同様であるので説明を省略する。図 1 0 の実施形態は、第 1 実施形態と比べて、接続側 6 a のコイルピッチと接続方法とが異なっている。図 1 の実施形態では、電機子巻線のコイルピッチは同一スロット内を通過する 1 ターン目と 2 ターン目とが等しく、接続側 6 a のコイルピッチと反接続側 7 a のコイルピッチとが等しく、接続側 6 a の巻線端部に接続ピッチが 3 の接続片 9 を備える構造としていた。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 0 の第 3 実施形態では、反接続側 7 a の電機子巻線の同一スロット内を通過する 1 ターン目と 2 ターン目との電機子巻線のコイルピッチが等しく、接続側 6 a の電機子巻線の同一スロット内を通過する 1 ターン目のコイルピッチが反接続側 7 a のコイルピッチと等しく、接続側 6 a の電機子巻線の同一スロット内を通過する 2 ターン目のコイルピッチが、反接続側 7 a のコイルピッチより 3 つ少ない構造とした。上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c は接続側 6 a でコイルピッチが反接続側 7 a と等しくして底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b に接続する。そして、上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d は接続側 6 a で反接続側 7 a のコイルピッチより 3 つ少なくして次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e に接続する。

30

【 0 0 2 4 】

図 1 1 は、接続側 6 a の巻線端部の接続部分を回転軸方向より見た図であり、横軸は周方向を示し、縦軸は径方向を示す。接続側 6 a の電機子巻線の同一スロット内を通過する 1 ターン目のコイルピッチが反接続側 7 a のコイルピッチと等しいため、底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c とは同じ周方向位置に存在している。一方、電機子巻線の同一スロット内を通過する 2 ターン目の接続側 6 a のコイルピッチが、反接続側 7 a のコイルピッチより 3 つ少ない構造としているため、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 d は、底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c よりコイル位置が周方向に 3 つずれており、次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e と同じ周方向位置となる。底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c とは接続片 8 で接続し、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 d と底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e は接続スペーサ 1 6 を介して接続片 1 4 で接続する。本実施形態では図 1 の第 1 実施形態のような接続ピッチが 3 の接続片 9 が不要となる利点がある。また、反接続側 7 a の巻線端部の構成は図 6 の構成と同じである。また、本実施形態でも、図 2 の構成と同様の効果

40

50

が期待できる。

【 0 0 2 5 】

(第 4 実施形態)

図 1 2 は、本発明の第 4 実施形態を示す電機子巻線の接続側 6 a の巻線端部の接続部分を示す図であり、横軸は周方向を示し、縦軸は径方向を示す。図 2 に示される第 1 実施形態では、電機子巻線は径方向に 4 分割する構造としていたが、本実施形態は、電機子巻線は径方向に 2 分割され、周方向に 2 分割する構造としている。すなわち、外径側の底コイルは周方向に電機子巻線 1 a , 1 b の順に配置した。なお、回転電機の構造図は図 1 と同様であるので説明を省略している。また、内径側の上コイルは周方向に 1 c , 1 d の順に配置した。底コイルの電機子巻線 1 b と上コイルの電機子巻線 1 c は接続ピッチが 1 の接続片 1 8 で接続し、上コイルの電機子巻線 1 d と次の電機子巻線の底コイルの電機子巻線 1 e は接続ピッチが 3 の接続片 9 で接続する。

10

【 0 0 2 6 】

図 1 3 は、反接続側 7 a の巻線端部の接続部分を回転軸方向より見た図であり、横軸は周方向を示し、縦軸は径方向を示す。底コイルの電機子巻線 1 a と上コイルの電機子巻線 1 c とは接続片 1 0 で接続し、底コイルの電機子巻線 1 b と上コイルの電機子巻線 1 d とは接続片 1 1 で接続する。

本実施形態の結線は図 2 と同様であるが、図 8 や図 1 0 の結線でも接続片を変更することで適用可能である。本実施形態も図 2 の第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 2 7 】

20

(第 5 実施形態)

図 1 4 と図 1 5 は、本発明の第 5 実施形態を示す電機子巻線の接続側 6 a と反接続側 7 a との巻線端部接続部分の構造図である。なお、回転電機の構造図は図 1 と同様であるので説明を省略している。図 1 4 と図 1 5 の実施形態は、図 3 と図 6 との実施形態と比べて電機子巻線の接続が異なっている。図 3 と図 6 との実施形態では、2 ターン巻線を構成する電機子巻線のうち、1 ターンが最外径側の電機子巻線と最内径側から 2 層目の電機子巻線とで構成し、もう 1 ターンを最内径側の電機子巻線と最外径側から 2 層目の電機子巻線とで構成していた。

【 0 0 2 8 】

これに対して、図 1 4 と図 1 5 との第 5 実施形態では、2 ターンを構成する電機子巻線のうち、1 ターンが最外径側の電機子巻線と最内径側の電機子巻線で構成し、もう 1 ターンを最外径側から 2 層目の電機子巻線と最内径側から 2 層目の電機子巻線で構成した。

30

図 1 4 に示すように接続側 6 a では、底コイルの 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイルの 2 層目の電機子巻線 1 d とは接続スペーサ 1 6 を介して接続片 2 4 で接続し、上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c は接続ピッチが 3 の接続片 2 5 により次の電機子巻線の底コイル 1 層目の電機子巻線 1 e に接続するものである。

そして、図 1 5 に示すように反接続側 7 a では、底コイル 1 層目の電機子巻線 1 a と上コイル 2 層目の電機子巻線 1 d は接続スペーサ 1 6 を介して接続片 2 6 で接続し、底コイル 2 層目の電機子巻線 1 b と上コイル 1 層目の電機子巻線 1 c は接続片 2 7 で接続する。

本実施形態の結線は図 3 と図 5 と同じとしているが、図 8 や図 1 0 の結線でも接続片を変更することで適用できる。本実施形態でも、図 3 及び図 6 の実施形態と同様の効果を奏する。

40

【 0 0 2 9 】

(変形例)

本発明は前記した実施形態に限定されるものではなく、例えば以下のような種々の変形が可能である。

(1) 前記各実施形態は、3 相、2 極、3 並列回路として 5 4 スロットの固定子鉄心 3 0 を用いたが、これに限られない。3 相、N 極、P 並列回路のとき、 $3 \cdot P \cdot N$ の整数倍のスロット数が可能であるので、例えば、3 相、2 極、3 並列回路のとき、1 8 スロット、3 6 スロット、5 4 スロット、7 2 スロット、...、すなわち、1 8 の整数倍の構成が可能

50

である。

(2) 前記各実施形態は、接続片を用いて電機子巻線を構成していたが、例えば、小型回転電機の場合は、被覆導線のみを巻回して電機子巻線を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】本発明の第1実施形態である回転電機の構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態の電機子巻線の結線図である。

【図3】本発明の第1実施形態の電機子巻線の接続側端部の接続図である。

【図4】本発明の第1実施形態の電機子巻線を変形した接続側端部の接続図である。

【図5】本発明の第1実施形態の電機子巻線の接続側端部の接続図である。

10

【図6】本発明の第1実施形態の電機子巻線の反接続側端部の接続図である。

【図7】本発明に係るスロット内部の電機子巻線の構成を示す断面図である。

【図8】本発明の第2実施形態の電機子巻線の結線図である。

【図9】本発明の第2実施形態を示す電機子巻線の接続側端部の接続図である。

【図10】本発明の第3実施形態の電機子巻線の結線図である。

【図11】本発明の第3実施形態の電機子巻線の接続側端部の接続図である。

【図12】本発明の第4実施形態の電機子巻線の接続側端部の接続図である。

【図13】本発明の第4実施形態の電機子巻線の反接続側端部の接続図である。

【図14】本発明の第5実施形態の電機子巻線の接続側端部の接続図である。

【図15】本発明の第5実施形態の電機子巻線の反接続側端部の接続図である。

20

【符号の説明】

【0031】

1 並列回路

1 a , 1 b , 1 c , 1 d , 1 e 電機子巻線

2 , 3 並列回路

4 底コイル

5 上コイル

6 a , 6 b 接続側

7 a , 7 b 反接続側

8 , 10 , 11 , 14 , 15 , 24 , 26 , 27 接続片

30

9 接続片(接続ピッチ3)

12 , 18 接続片(接続ピッチ1)

13 接続片(接続ピッチ2)

16 接続スペーサ

17 スロット

20 絶縁

21 主絶縁

22 くさび

23 a , 13 b , 23 c スペーサ

25 接続片(接続ピッチ3)

40

30 固定子鉄心

31 エンドクランプ

40 , 45 電機子巻線

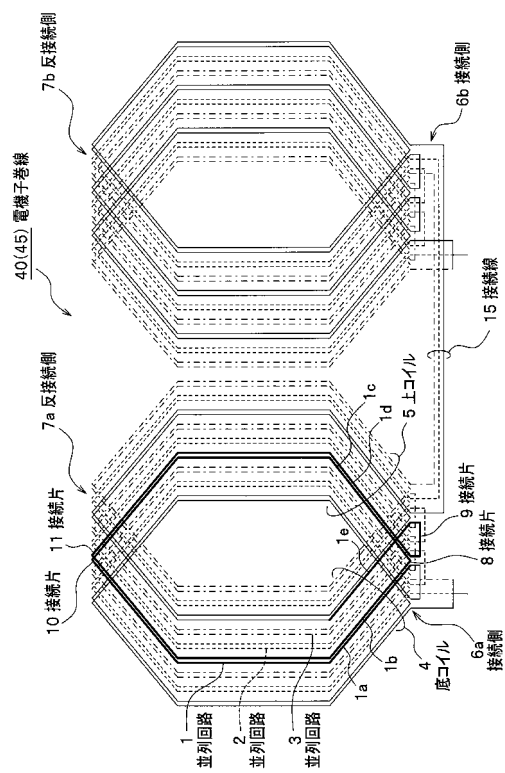
50 回転軸

51 回転子

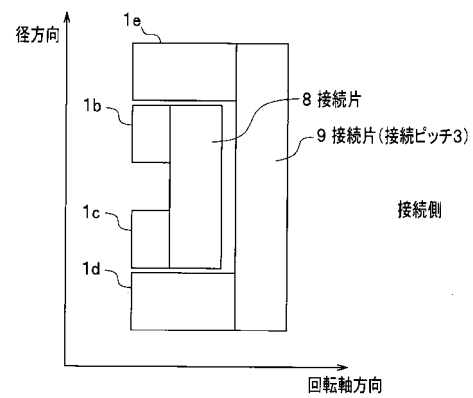
60 固定子枠

100 回転電機

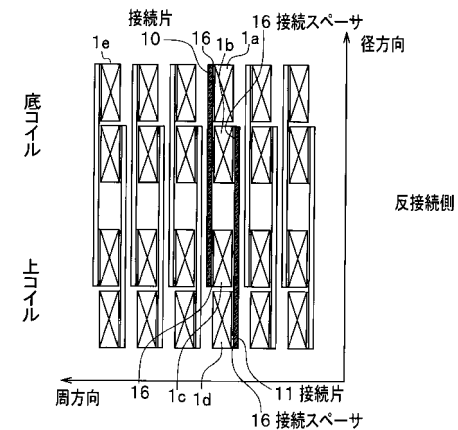
【 図 2 】



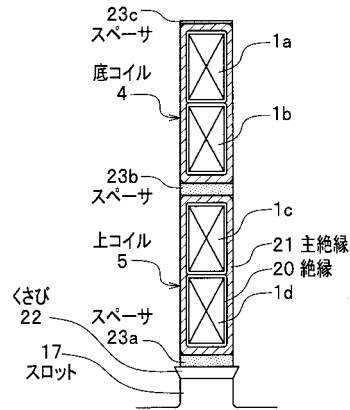
【 図 5 】



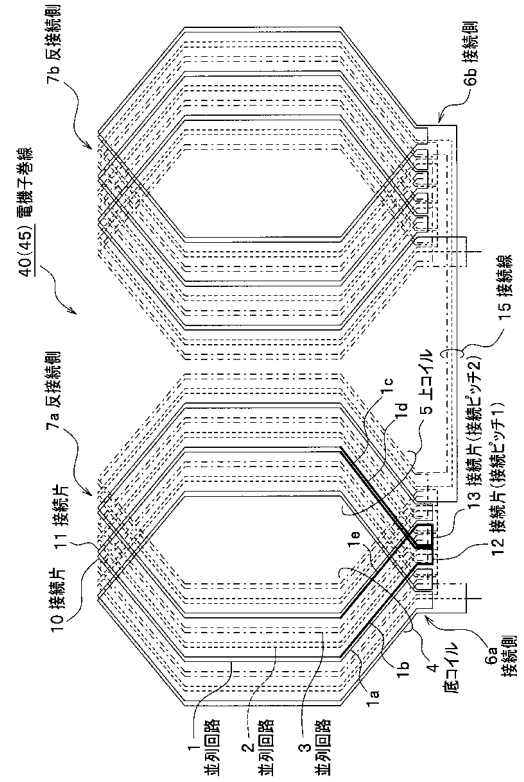
【 図 6 】



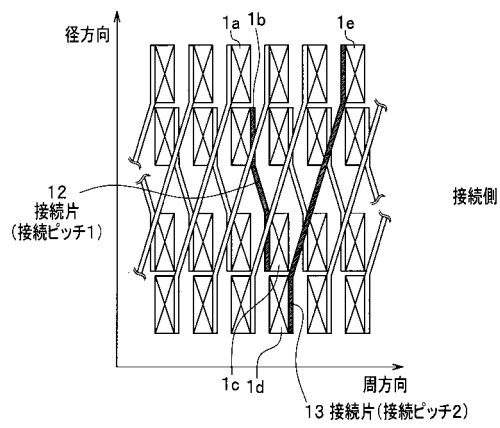
【図 7】



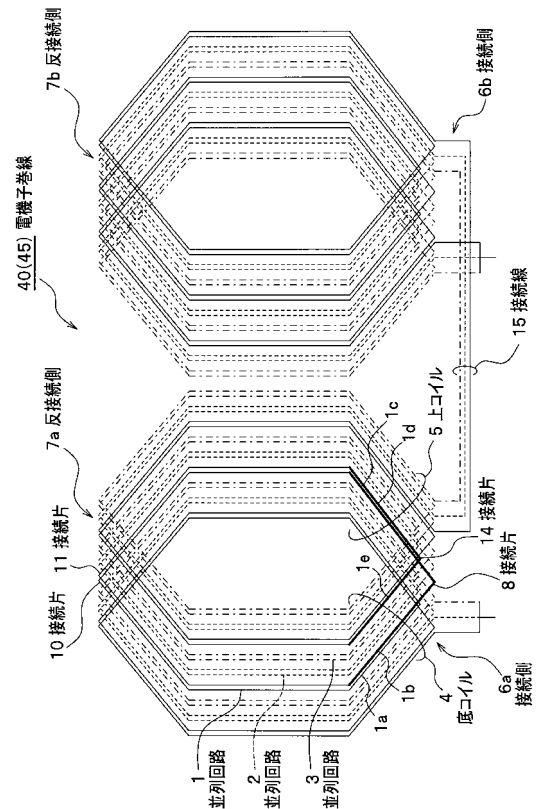
【図 8】



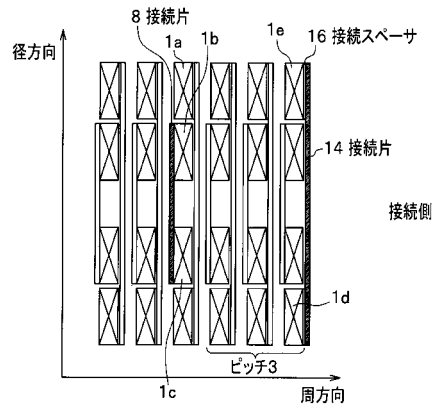
【図 9】



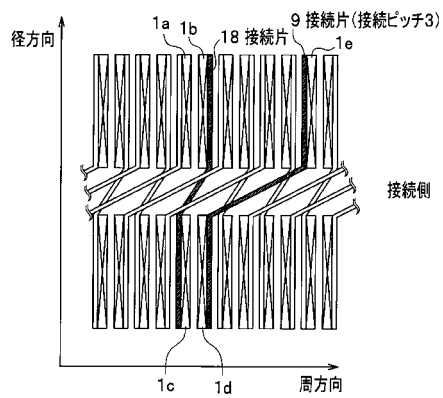
【図 10】



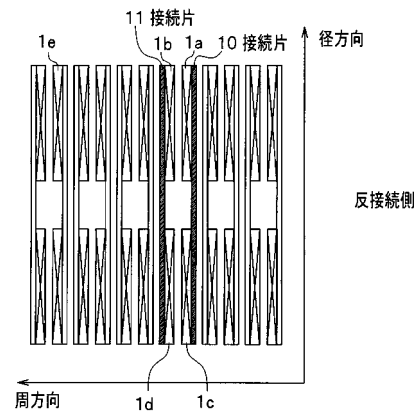
【図 1 1】



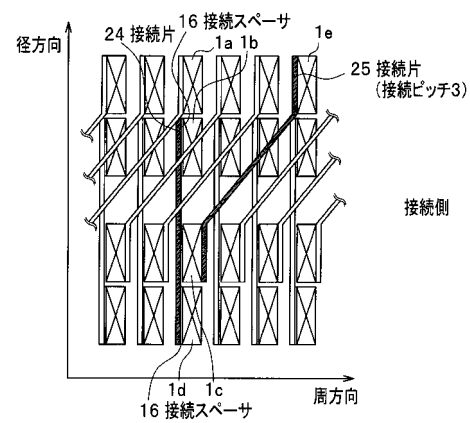
【図 1 2】



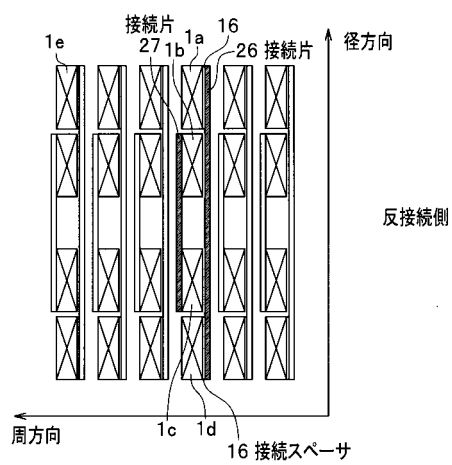
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 服部 憲一
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
内 株式会社日立製作所 日立事業所
- (72)発明者 助田 正己
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
内 株式会社日立製作所 日立事業所
- (72)発明者 中原 明仁
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
内 株式会社日立製作所 日立研究所

審査官 安池 一貴

- (56)参考文献 特開2000-050549(JP,A)
特開2002-262497(JP,A)
特開昭52-010505(JP,A)
特開平10-042528(JP,A)
特開2006-060880(JP,A)
特公昭54-006683(JP,B1)
特開2004-236388(JP,A)
実開昭62-122442(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 3/28
H02K 3/12