

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5073005号
(P5073005)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.
H02K 3/28 (2006.01)

F I
H02K 3/28 J

請求項の数 6 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2010-102259 (P2010-102259)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年4月27日 (2010. 4. 27)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-234493 (P2011-234493A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年11月17日 (2011.11.17)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成22年4月27日 (2010. 4. 27)		弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一

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】

ハウジングに回転可能に支持された回転子と、
スロットが毎極毎相当たり2の割合で形成された固定子鉄心、および該固定子鉄心に波巻きに巻装された6つの相巻線からなる固定子巻線を有し、上記回転子を囲繞するように上記ハウジングに支持された固定子と、を備え、
上記6つの相巻線は、周方向の一側に1スロットずつずらして径方向に順次重ねて上記固定子鉄心に巻装され、
上記6つの相巻線のそれぞれは、導体線を周方向の一側に5π/6短節巻きと7π/6長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに1ターン巻装した後、折り返して周方向の他側に5π/6短節巻きと7π/6長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに1ターン巻装して形成された2ターンの波巻き巻線により構成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

ハウジングに回転可能に支持された回転子と、
スロットが毎極毎相当たり2の割合で形成された固定子鉄心、および該固定子鉄心に波巻きに巻装された6つの相巻線からなる固定子巻線を有し、上記回転子を囲繞するように上記ハウジングに支持された固定子と、を備え、
上記6つの相巻線は、周方向の一側に1スロットずつずらして径方向に順次重ねて上記固定子鉄心に巻装され、
上記6つの相巻線のそれぞれは、導体線を周方向の一側に5π/6短節巻きと7π/6

10

20

長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装した後、折り返して周方向の他側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装して形成された複数の 2 ターンの波巻き巻線を径方向に重ねて上記固定子鉄心に巻装し、該複数の 2 ターンの波巻き巻線を直列、又は並列に結線して構成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 3】

ハウジングに回転可能に支持された回転子と、

スロットが毎極每相当り 2 の割合で形成された固定子鉄心、および該固定子鉄心に波巻きに巻装された 6 つの相巻線からなる固定子巻線を有し、上記回転子を囲繞するように上記ハウジングに支持された固定子と、を備え、

上記 6 つの相巻線の中の 3 つの相巻線が、周方向の一側に 2 スロットずつずらして径方向に順次重ねて上記固定子鉄心に巻装され、互いに電気角で $\pi/3$ の位相差が与えられて第 1 相巻線群を構成し、

上記 6 つの相巻線の残る 3 つの相巻線が、それぞれ上記第 1 相巻線群を構成する上記 3 つの相巻線のそれぞれに対して周方向の一側に 1 スロットずつずらして、該第 1 相巻線群の外径側に径方向に順次重ねて上記固定子鉄心に巻装され、互いに電気角で $\pi/3$ の位相差が与えられて第 2 相巻線群を構成し、

上記 6 つの相巻線のそれぞれは、導体線を $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して巻装して構成されていることを特徴とする回転電機。

【請求項 4】

上記 6 つの相巻線のそれぞれは、上記導体線を周方向の一側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装した後、折り返して周方向の他側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装して形成された 2 ターンの波巻き巻線により構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【請求項 5】

上記 6 つの相巻線のそれぞれは、上記導体線を周方向の一側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装した後、折り返して周方向の他側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装して形成された複数の 2 ターンの波巻き巻線を径方向に重ねて上記固定子鉄心に巻装し、該複数の 2 ターンの波巻き巻線を直列、又は並列に結線して構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の回転電機。

【請求項 6】

上記 6 つの相巻線は、上記導体線の $5\pi/6$ 短節巻きの渡り部が上記固定子鉄心の軸方向一端面上に配列され、上記導体線の $7\pi/6$ 長節巻きの渡り部が上記固定子鉄心の軸方向他端面上に配列されるように該固定子鉄心に巻装されていることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、車両用交流発電機などの回転電機に関し、特にスロットが毎極每相当り 2 の割合で形成された固定子鉄心に対する固定子巻線の巻装構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の車両用交流発電機は、軸方向に延びるスロットが周方向に等角ピッチで形成された円筒状の固定子コアに固定子巻線を巻装してなる固定子と、固定子の内周側に配設され、界磁コイルを有する回転子と、を備えていた。そして、スロットを毎極每相当り 2 の割合で形成することにより、磁束の脈動の発生が抑えられ、発生電圧の変動や出力波形の乱れを少なくできるとともに、固定子の交流出力を直流に整流した場合のリプルを低減できることが知られていた。

【 0 0 0 3 】

そして、従来、スロットが毎極毎相当たり 2 の割合で形成された固定子コアに固定子巻線を巻装する際に、固定子の生産性向上および低価格化の観点から、導体線を環状に巻回して作製された巻線ユニットを星形に成形して星形巻線ユニットを作製し、該星形巻線ユニットを固定子コアに多層に装着する方法が提案されていた（例えば、特許文献 1 参照）。この特許文献 1 に記載された従来の車両用交流発電機では、2 つの三相交流巻線の 6 相の巻線を構成する星形巻線ユニットが、コイルエンドの径方向位置のバランスを考慮して、径方向に 6 層に重ねて固定子コアに装着され、発電不良や出力低下を抑えている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特許第 3 4 8 4 4 1 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかし、特許文献 1 に記載された従来の車両用交流発電機では、6 相の巻線のコイルエンドが径方向に 6 層に並んでいるので、外径側のコイルエンドほど冷却風に曝されにくくなり、外径側の巻線ほど、巻線温度が高くなる。そこで、各相の巻線の巻線抵抗が異なり、相電圧差が生じ、第 5 次および第 7 次高調波成分が完全に相殺されなくなり、磁気騒音が発生するという課題があった。

20

【 0 0 0 6 】

この発明は、上記課題を解決するためになされたもので、相巻線のそれぞれを短節巻きと長節巻きとを交互に繰り返して巻装して、第 5 次および第 7 次高調波成分を小さくし、第 5 次および第 7 次高調波成分による磁気騒音を低減できる回転電機を得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 】

この発明による回転電機は、ハウジングに回転可能に支持された回転子と、スロットが毎極毎相当たり 2 の割合で形成された固定子鉄心、および該固定子鉄心に波巻きに巻装された 6 つの相巻線からなる固定子巻線を有し、上記回転子を囲繞するように上記ハウジングに支持された固定子と、を備え、上記 6 つの相巻線は、周方向の一側に 1 スロットずつずらして径方向に順次重ねて上記固定子鉄心に巻装され、上記 6 つの相巻線のそれぞれは、導体線を周方向の一側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装した後、折り返して周方向の他側に $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して波巻きに 1 ターン巻装して形成された 2 ターンの波巻き巻線により構成されている。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

この発明によれば、上記 6 つの相巻線のそれぞれは、導体線を $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して巻装して構成されているので、高調波成分の中で優勢な第 5 次高調波成分と第 7 次高調波成分とを小さくできる。そこで、相巻線の巻線温度が異なり、相電圧差を生じてても、第 5 次高調波成分と第 7 次高調波成分との差分に起因する磁気騒音の増大を抑えることができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機を示す縦断面図である。

【 図 2 】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図である。

【 図 3 】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の電気回路図である。

【 図 4 】 この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固

50

定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機における固定子巻線の巻装方法を説明する図である。

【図 7】この発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図である。

【図 8】この発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 9】この発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

10

【図 10】この発明の実施の形態 3 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図である。

【図 11】この発明の実施の形態 3 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 12】この発明の実施の形態 3 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 13】比較例の固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【図 14】比較例の固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0010】

以下、本発明による回転電機の好適な実施の形態につき図面を用いて説明する。

【0011】

実施の形態 1 .

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機を示す縦断面図、図 2 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図、図 3 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機の電気回路図である。図 4 および図 5 はそれぞれこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図であり、図 4 は固定子を軸方向外方から見た状態を平面にして表し、図 5 は固定子を径方向内方から見た状態を平面にして表している。図 6 はこの発明の実施の形態 1 に係る車両用交流発電機における固定子巻線の巻装方法を説明する図である。なお、図 2 中、実線は時計回りに巻回した導体線の渡り部を示し、点線は反時計回りに巻回した導体線の渡り部である。

30

【0012】

図 1 において、回転電機としての車両用交流発電機 1 は、それぞれ略碗形状のアルミニウム製のフロントブラケット 2 とリヤブラケット 3 とからなるハウジング 4 と、このハウジング 4 に軸受 5 を介して回転可能に支持されたシャフト 6 と、ハウジング 4 のフロント側に延出するシャフト 6 の端部に固着されたプーリ 7 と、シャフト 6 に固定されてハウジング 4 内に配設された回転子 8 と、回転子 8 を囲繞するようにハウジング 4 に固定された固定子 20 と、シャフト 6 のリヤ側に固定され、回転子 8 に電流を供給する一対のスリップリング 12 と、各スリップリング 12 の表面に摺動する一対のブラシ 13 と、これらのブラシ 13 を収容するブラシホルダ 14 と、固定子 20 に電氣的に接続され、固定子 20 で生じた交流を直流に変換する整流器 15 と、ブラシホルダ 14 に取り付けられて、固定子 20 で生じた交流電圧の大きさを調整する電圧調整器 16 と、を備えている。

40

【0013】

吸気孔 2 a が回転子 8 のフロント側端面に面するようにフロントブラケット 2 の軸端面に複数形成され、排気孔 2 b が固定子巻線 22 のフロント側コイルエンド 22 f の径方向外方に位置するようにフロントブラケット 2 の周面に複数形成されている。同様に、吸気孔 3 a が整流器 15 および電圧調整器 16 と相対するようにリヤブラケット 3 の軸端面に複数形成され、排気孔 3 b が固定子巻線 22 のリヤ側コイルエンド 22 r の径方向外方に

50

位置するようにリヤブラケット 3 の周面に複数形成されている。

回転子 8 は、励磁電流が流されて磁束を発生する界磁コイル 9 と、界磁コイル 9 を覆うように設けられ、その磁束によって磁極が形成されるポールコア 10 と、ポールコア 10 の軸心位置に貫装されたシャフト 6 と、を備えている。ファン 11 がポールコア 10 の軸方向両端面に溶接などにより固着されている。

【0014】

固定子 20 は、フロントブラケット 2 およびリヤブラケット 3 に軸方向両側から挟持され、回転子 8 のポールコア 10 の外周面との間に均一なギャップを確保してポールコア 10 を囲繞するように配設された固定子鉄心 21 と、固定子鉄心 21 に巻装された固定子巻線 22 と、を備えている。

10

【0015】

つぎに、固定子 20 の構造について図 2、図 4 および図 5 を参照しつつ説明する。なお、図 2 中、1、7、・・・67 はスロット番号を示している。

【0016】

固定子鉄心 21 は、例えば、磁性鋼板の薄板を円環状に打ち抜いて作製された鉄心片を所定枚積層し、積層された所定枚の鉄心片を溶接により一体化して円筒状に作製された積層鉄心である。そして、固定子鉄心 21 は、円環状のコアバック部 21a、それぞれコアバック部 21a の内周面から径方向内方に延在し、かつ周方向に等角ピッチで配列するティース部 21b、コアバック部 21a と隣り合うティース部 21b とにより画成されるスロット 21c、およびティース部 21b の先端部から周方向両側に延在する鏑部 21d を有する。ティース部 21b は、それぞれ周方向幅が径方向内方に向って漸次狭くなる先細り形状に作製され、スロット 21c は断面矩形に形成されている。

20

【0017】

ここで、回転子 8 のポールコア 10 の爪状磁極の個数は 12 であり、スロット 21c の個数は 72 個である。即ち、スロット 21c は、毎極毎相当たり 2 の割合で、周方向に等角ピッチ（電気角で $\pi/6$ のピッチ）で形成されている。

【0018】

固定子巻線 22 は、それぞれ 1 本の導体線 30 を固定子鉄心 21 に巻回して作製された X 相巻線 23、Y 相巻線 24、Z 相巻線 25、U 相巻線 26、V 相巻線 27、W 相巻線 28 の 6 つの相巻線を有する。ここで、導体線 30 は、絶縁被覆された銅線からなる連続線である。

30

【0019】

X 相巻線 23 は、リヤ側からスロット番号 7 番のスロット 21c に入り、スロット番号 7 番のスロット 21c のフロント側に延出し、固定子鉄心 21 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 14 番のスロット 21c に入り、スロット番号 14 番のスロット 21c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 21 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 19 番のスロット 21c に入り、以降、導体線 30 をスロット番号 26 番、31 番、38 番、43 番、50 番、55 番、62 番、67 番、2 番のスロット 21c に順次入るように波巻きに導体線 30 を巻装した後、スロット番号 2 番のスロット 21c からリヤ側に延出した導体線 30 を、固定子鉄心 21 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 8 番のスロット 21c に入り、スロット番号 8 番のスロット 21c からフロント側に延出し、固定子鉄心 21 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 1 番のスロット 21c に入り、以降、スロット番号 68 番、61 番、56 番、49 番、44 番、37 番、32 番、25 番、20 番、13 番のスロット 21c に順次入るように波巻きに導体線 30 を巻装して、構成されている。

40

【0020】

X 相巻線 23 は、このように、1 本の導体線 30 が 5 スロット離れたスロット 21c と 7 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 21c と 5 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、

50

巻き始め端 X 1 がスロット番号 7 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 X 2 がスロット番号 1 3 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この X 相巻線 2 3 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 2 1 】

Y 相巻線 2 4 は、リヤ側からスロット番号 9 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 9 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 6 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 2 1 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 2 8 番、3 3 番、4 0 番、4 5 番、5 2 番、5 7 番、6 4 番、6 9 番、4 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 4 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 3 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 7 0 番、6 3 番、5 8 番、5 1 番、4 6 番、3 9 番、3 4 番、2 7 番、2 2 番、1 5 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

【 0 0 2 2 】

Y 相巻線 2 4 は、このように、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 Y 1 がスロット番号 9 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 Y 2 がスロット番号 1 5 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この Y 相巻線 2 4 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 2 3 】

Z 相巻線 2 5 は、リヤ側からスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 8 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 8 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 2 3 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 3 0 番、3 5 番、4 2 番、4 7 番、5 4 番、5 9 番、6 6 番、7 1 番、6 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 5 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 7 2 番、6 5 番、6 0 番、5 3 番、4 8 番、4 1 番、3 6 番、2 9 番、2 4 番、1 7 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

【 0 0 2 4 】

Z 相巻線 2 5 は、このように、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 Z 1 がスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 Z 2 がスロット番号 1 7 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この Z 相巻線 2 5 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 2 5 】

U相巻線 2 6 は、リヤ側からスロット番号 6 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 6 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 3 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 3 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 8 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 2 5 番、3 0 番、3 7 番、4 2 番、4 9 番、5 4 番、6 1 番、6 6 番、1 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 7 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 7 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 7 2 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 6 7 番、6 0 番、5 5 番、4 8 番、4 3 番、3 6 番、3 1 番、2 4 番、1 9 番、1 2 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

10

【 0 0 2 6 】

U相巻線 2 6 は、このように、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 U 1 がスロット番号 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 U 2 がスロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この U 相巻線 2 6 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

20

【 0 0 2 7 】

V相巻線 2 7 は、リヤ側からスロット番号 8 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 8 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 5 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 5 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 2 0 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 2 7 番、3 2 番、3 9 番、4 4 番、5 1 番、5 6 番、6 3 番、6 8 番、3 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 3 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 9 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 9 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 2 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 6 9 番、6 2 番、5 7 番、5 0 番、4 5 番、3 8 番、3 3 番、2 6 番、2 1 番、1 4 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

30

【 0 0 2 8 】

V相巻線 2 7 は、このように、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 V 1 がスロット番号 8 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 V 2 がスロット番号 1 4 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この V 相巻線 2 7 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

40

【 0 0 2 9 】

W相巻線 2 8 は、リヤ側からスロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 7 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 7 番の

50

スロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号 2 2 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 2 9 番、3 4 番、4 1 番、4 6 番、5 3 番、5 8 番、6 5 番、7 0 番、5 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 5 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 4 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 7 1 番、6 4 番、5 9 番、5 2 番、4 7 番、4 0 番、3 5 番、2 8 番、2 3 番、1 6 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

10

【 0 0 3 0 】

W 相巻線 2 8 は、このように、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一侧に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 W 1 がスロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 W 2 がスロット番号 1 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この W 相巻線 2 8 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 3 1 】

20

このように構成された 6 つの相巻線は、U 相巻線 2 6、X 相巻線 2 3、V 相巻線 2 7、Y 相巻線 2 4、W 相巻線 2 8、Z 相巻線 2 5 の順に周方向に 1 スロットピッチ（電気角で $\pi/6$ ）ずれて、かつ径方向内側から外側にこの順に並んで、固定子鉄心 2 1 に巻装されている。そして、スロット 2 1 c から延出して 5 スロット離れたスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、即ち渡り部が、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上に配列されてリヤ側コイルエンド 2 2 r を構成し、スロット 2 1 c から延出して 7 スロット離れたスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、即ち渡り部が、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上に配列され、フロント側コイルエンド 2 2 f を構成する。

【 0 0 3 2 】

リヤ側コイルエンド 2 2 r においては、図 4 に示されるように、周方向に隣り合う渡り部間が内径側から外径側に連なり、回転子 8 の回転方向の前方に傾斜する冷却風流路が形成される。なお、図示していないが、フロント側コイルエンド 2 2 f においても、回転子 8 の回転方向前方に傾斜する冷却風流路が形成される。

30

また、6 つの相巻線は、スロット番号 1 番から 1 2 番まで範囲（2 磁極ピッチ分）で、導体線 3 0 の波巻きの巻回方向を逆方向に変えて巻回されている。図 5 に示されるように、リヤ側コイルエンド 2 2 r における周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 5 箇所であり、フロント側コイルエンド 2 2 f における周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 1 0 箇所である。

【 0 0 3 3 】

固定子巻線 2 2 は、X 相巻線 2 3、Y 相巻線 2 4、および Z 相巻線 2 5 の巻き終わり端 X 2、Y 2、Z 2 を結線して作製された第 1 三相交流巻線 1 0 0 と、U 相巻線 2 6、V 相巻線 2 7、および W 相巻線 2 8 の巻き終わり端 U 2、V 2、W 2 を結線して作製された第 2 三相交流巻線 1 0 1 とから構成される。第 1 および第 2 三相交流巻線 1 0 0、1 0 1 は、電気角で $\pi/6$ （30 度）の位相差を有し、図 3 に示されるように、それぞれ個別の整流器 1 5 に接続されている。巻き始め端 X 1、Y 1、Z 1、U 1、V 1、W 1 が第 1 および第 2 三相交流巻線 1 0 0、1 0 1 の口出し線となる。

40

【 0 0 3 4 】

このように X 相巻線 2 3、Y 相巻線 2 4、Z 相巻線 2 5、U 相巻線 2 6 および V 相巻線 2 7、W 相巻線 2 8 のそれぞれの相電圧は、理論上、式（1）～（6）で表される。

$$e_u(t) = 2k \sin(5\pi n/12) \sin(n\omega t + \pi/12) \quad \text{式(1)}$$

50

$$e_v(t) = 2k \sin(5\pi n / 12) \sin(n\omega t + 5\pi / 12) \quad \text{式(2)}$$

$$e_w(t) = 2k \sin(5\pi n / 12) \sin(n\omega t + 3\pi / 4) \quad \text{式(3)}$$

$$e_x(t) = 2k \sin(5\pi n / 12) \sin(n\omega t + \pi / 4) \quad \text{式(4)}$$

$$e_y(t) = 2k \sin(5\pi n / 12) \sin(n\omega t + 7\pi / 12) \quad \text{式(5)}$$

$$e_z(t) = 2k \sin(5\pi n / 12) \sin(n\omega t + 11\pi / 12) \quad \text{式(6)}$$

【0035】

但し、 e_u 、 e_v 、 e_w は第1三相交流巻線100の相電圧、 e_x 、 e_y 、 e_z は第2三相交流巻線101の相電圧、 k は定数、 n は n 次高調波、 ωt は電気角である。

【0036】

式(1)～(6)に示されるように、X相巻線23、Y相巻線24およびZ相巻線25は、それぞれ電気角で $\pi/3$ (60度)の位相差が与えられ、U相巻線26、V相巻線27およびW相巻線28は、それぞれ電気角で $\pi/3$ (60度)の位相差が与えられている。さらに、X相巻線23、Y相巻線24およびZ相巻線25は、U相巻線26、V相巻線27およびW相巻線28に対して、電気角で $\pi/6$ (30度)の位相差が与えられている。

【0037】

このように構成された車両用交流発電機1は、バッテリー(図示せず)からブラシ13、スリップリング12を介して界磁コイル9に界磁電流が供給されて磁束が発生する。この磁束により、ポールコア10の爪状磁極が周方向に交互にN極とS極とに磁化される。

一方、エンジンの回転トルクがベルト(図示せず)およびプーリ7を介してシャフト6に伝達され、回転子8が回転される。そこで、回転磁界が固定子20の固定子巻線22に与えられ、起電力が固定子巻線22の第1および第2三相交流巻線100、101に発生する。そして、第1および第2三相交流巻線100、101に発生した交流の起電力が、それぞれ整流器15により直流に整流されるとともに、その出力電圧の大きさが電圧調整器16により調整され、バッテリーや車載電気負荷に供給される。

【0038】

ファン11が回転子8とともに回転される。そこで、空気が吸気孔2a、3aからハウジング4内に吸入されて軸方向に回転子8側に流れ、ファン11により遠心方向に曲げられる。遠心方向に曲げられた空気は、図4に矢印Aで示されるように、回転子8の回転方向の前方に傾斜する冷却風流路を通してフロント側およびリヤ側コイルエンド22f、22rを内径側から外径側に横切り、排気孔2b、3bからハウジング4外に排出される。これにより、固定子巻線22で発生した熱が、フロント側およびリヤ側コイルエンド22f、22rから空気に放熱され、固定子20の温度上昇が抑えられる。

【0039】

ここで、第1三相交流巻線100を構成するX相巻線23、Y相巻線24およびZ相巻線25と第2三相交流巻線101を構成するU相巻線26、V相巻線27およびW相巻線28とが互いに電気角で30度ずれて固定子鉄心21に巻装されているので、高調波成分の中で優勢な第5次高調波成分と第7次高調波成分とが相殺し、磁気騒音が低減する。しかし、U相巻線26、X相巻線23、V相巻線27、Y相巻線24、W相巻線28およびZ相巻線25が内径側から外径側にこの順で6層に配列しているため、外径側に位置する相巻線ほど、ファン11により送風される冷却風に曝されにくくなる。そこで、巻線温度は、外径側の相巻線ほど高くなる。これにより、各相巻線の巻線抵抗が異なり、相電圧差を生じ、第5次高調波成分と第7次高調波成分とが相殺されなくなり、磁気騒音が大きくなる。

【0040】

この実施の形態1によれば、U相巻線26、X相巻線23、V相巻線27、Y相巻線24、W相巻線28およびZ相巻線25が、それぞれ、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻とを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装されている。式(7)から、 $n=5$ のとき、 β は0.259であり、 $n=7$ のとき、 β は0.259となる。すなわち、 $5\pi/6$ 短節巻きおよび $7\pi/6$ 長節巻の場合には、5次および第7次高調波成分が、全節巻きに対

10

20

30

40

50

して、0.259倍となり、高調波成分の中で優勢な第5次高調波成分と第7次高調波成分とを小さくできる。そこで、各相巻線の巻線抵抗に差異が生じて、磁気騒音の増大を抑えることができる。

$$\beta = \sin(5\pi n / 12) \quad \text{式(7)}$$

【0041】

また、この実施の形態1によれば、U相巻線26、X相巻線23、V相巻線27、Y相巻線24、W相巻線28およびZ相巻線25が、この順に周方向に1スロット（電気角で $\pi/6$ ）ずれて、かつ径方向内側から外側に並んで、固定子鉄心21に巻装されているので、回転子8の回転方向の前方に傾斜する冷却風流路がフロント側およびリヤ側コイルエンド22f、22rに形成される。そこで、ファン11の回転による冷却風が、冷却風流路を流れて排気孔2b、3bから排出されるので、通風抵抗が小さくなり、冷却風の風量が増大し、固定子巻線22を効果的に冷却できるとともに、風音を低減できる。

【0042】

つぎに、相巻線の巻装方法を図6を参照しつつ説明する。

まず、導体線30を環状に1ターン巻き、引き続いて環状に1ターン巻く。ついで、図6の(a)に示されるように、各1ターンの環状体を屈曲して星形に成形し、導体線30で連結された2つの星形ユニット31を作製する。各星形ユニット31は、5スロット分の長さの第1渡り部32と7スロット分の長さの第2渡り部33とが内周側と外周側との二列に分かれて、周方向に交互に配列され、第1渡り部32の端部と第2渡り部33との端部とをスロット収納部35により連結して構成されている。なお、第3渡り部34は、6スロット分の長さを有する。

ついで、2つの星形ユニット31を重ね合わせ、図6の(b)に示される星形巻線ユニット36を作製する。星形巻線ユニット36は、径方向に相対する第1渡り部32（第3渡り部34）と第2渡り部33との対が周方向に30度の角度ピッチで11対配列されて構成されている。

【0043】

ついで、星形巻線ユニット36を、スロット収納部35が長さ方向を軸方向として周方向に配列される円筒状に曲げ成形する。そして、スロット収納部35を対応するスロット21c内に内周側から挿入して、円筒状に曲げ成形された星形巻線ユニット36を固定子鉄心21に装着する。同様に、5つの円筒状に曲げ成形された星形巻線ユニット36を、周方向に1スロットずつずらして、固定子鉄心21に順次装着する。これにより、U相巻線26、X相巻線23、V相巻線27、Y相巻線24、W相巻線28およびZ相巻線25が、互いに周方向に1スロットずれて径方向に6層に並んで固定子鉄心21に装着された固定子20が得られる。

【0044】

そして、第1渡り部32が固定子鉄心21のリヤ側端面上に径方向に6層に並んで周方向に6スロットピッチで配列されてリヤ側コイルエンド22rを構成し、第2渡り部33が固定子鉄心21のフロント側端面上に径方向に6層に並んで周方向に6スロットピッチで配列されてフロント側コイルエンド22fを構成している。

【0045】

このように、6つの同一形状の星形巻線ユニット36を1スロットずらして固定子鉄心21に巻装することで、6つの相巻線を作製できるので、巻線の生産性が高められる。

【0046】

なお、上記実施の形態1では、1つの星形巻線ユニットを固定子鉄心に巻装して相巻線を作製するものしているが、複数の星形巻線ユニットを径方向に重ねて固定子鉄心に巻装して相巻線を作製してもよい。例えば、2つの星形巻線ユニットを同一スロット群に径方向に重ねて2層に装着し、一方の星形巻線ユニットの巻き終わり端と他方の星形巻線ユニットの巻き始め端とを結線して、両星形巻線ユニットを直列に接続すれば、4ターンの相巻線が作製される。また、一方の星形巻線ユニットの巻き始め端および巻き終わり端と他方の星形巻線ユニットの巻き始め端および巻き終わり端とを結線して、両星形巻線ユニッ

10

20

30

40

50

トを並列に接続すれば、２ターンの相巻線が作製される。

【００４７】

また、上記実施の形態１では、１本の導体線で作製された２つの星形ユニットを重ね合わせて構成された星形巻線ユニットを固定子鉄心に巻装するものとしているが、それぞれ１本の導体線で作製された２つの星形ユニットを重ね合わせて固定子鉄心に巻装し、その後２つの星形ユニットを直列に接続してもよい。

【００４８】

つぎに、実施の形態１の巻線構造による特有の効果を説明するために、比較例として全節巻きによる巻線構造について図１３および図１４を参照しつつ説明する。図１３および図１４はそれぞれ比較例の固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図であり、図１３は固定子を軸方向外方から見た状態を平面にして表し、図１４は固定子を径方向内方から見た状態を平面にして表している。

【００４９】

X相巻線は、図１３および図１４に示されるように、リヤ側からスロット番号８番のスロットに入り、スロット番号８番のスロットのフロント側に延出し、固定子鉄心５１のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号１４番のスロットに入り、スロット番号１４番のスロットからリヤ側に延出し、固定子鉄心５１のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号２０番のスロットに入り、以降、導体線３０をスロット番号２６番、３２番、３８番、４４番、５０番、５６番、６２番、６８番、２番のスロットに順次入るように波巻きに導体線３０を巻装した後、スロット番号２番のスロットからリヤ側に延出した導体線３０を、固定子鉄心５１のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号８番のスロットに入り、スロット番号８番のスロットからフロント側に延出し、固定子鉄心５１のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号２番のスロットに入り、以降、スロット番号６８番、６２番、５６番、５０番、４４番、３８番、３２番、２６番、２０番、１４番のスロットに順次入るように波巻きに導体線３０を巻装して、構成されている。

【００５０】

このX相巻線は、１本の導体線３０が６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端X１がスロット番号８番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端X２がスロット番号１４番のスロットからリヤ側に引き出されている。

【００５１】

Y相巻線は、１本の導体線３０が同様に６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端Y１がスロット番号１０番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端Y２がスロット番号１６番のスロットからリヤ側に引き出されている。Z相巻線は、１本の導体線３０が同様に６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端Z１がスロット番号１２番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端Z２がスロット番号１８番のスロットからリヤ側に引き出されている。

【００５２】

U相巻線は、１本の導体線３０が同様に６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端U１がスロット番号７番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端U２がスロット番号１３番のスロットからリヤ側に引き出されている。V相巻線は、１本の導体線３０が同様に６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端V１がスロット番号９番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端V２がスロット番号１５番のスロットからリヤ側に引き出されている。W相巻線は、１本の導体線３０が同様に６スロット離れたスロットに順次入るように波巻きに２ターン巻かれて構成され、巻き始め端W１がスロット番号１１番のスロットからリヤ側に引き出され、巻き終わり端W２がスロット番号１７番のスロットからリヤ側に引き出されている。

【 0 0 5 3 】

比較例の固定子 5 0 においては、X 相巻線、Y 相巻線、Z 相巻線、U 相巻線、V 相巻線および W 相巻線は、固定子鉄心 2 1 に全節巻きに巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。そして、6 つの相巻線は、U 相巻線、V 相巻線、W 相巻線、X 相巻線、Y 相巻線、Z 相巻線の順に周方向に 1 スロットピッチ（電気角で $\pi / 6$ ）ずれて、かつ径方向内側から外側にこの順に並んで、固定子鉄心 5 1 に巻装されている。そして、巻き始め端 X 1, Y 1, Z 1, U 1, V 1, W 1 が固定子巻線 5 2 を構成する三相交流巻線の口出し線となる。

【 0 0 5 4 】

また、6 つの相巻線は、口出し線が引き出されるスロット番号 1 番から 1 2 番の範囲（2 磁極ピッチ分）で、導体線 3 0 の波巻きの巻回方向を逆方向に変えて巻回されている。図 1 4 に示されるように、リヤ側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 1 0 箇所であり、フロント側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 1 0 箇所である。

【 0 0 5 5 】

このように、比較例の固定子 5 0 では、干渉部が多いので、下記の不具合が生じる。

まず、エンジンの振動などにより、干渉部で導体線 3 0 同士が擦れ、導体線 3 0 の絶縁被膜が損傷し易くなり、相間ショートの発生確率が増大する。

また、フロント側およびリヤ側コイルエンドの径方向の膨らみが大きくなるので、フロント側およびリヤ側コイルエンドとフロントブラケットおよびリヤブラケットとの間の絶縁距離を確保する必要上、車両用交流発電機の体格の大型化をもたらす。

【 0 0 5 6 】

また、フロント側およびリヤ側コイルエンドの径方向の膨らみが大きいので、フロント側およびリヤ側コイルエンドの周方向における凹凸が大きくなり、凹凸に起因する風騒音が増大する。

また、リヤ側コイルエンドにおける導体線 3 0 同士の干渉部が、図 1 4 に示されるように、リヤ側コイルエンドの径方向中央部に位置しているので、干渉部間の間隔が狭くなり、干渉部間で応力分散がしにくくなり、エンジン振動による相間ショートの発生が増大する。

【 0 0 5 7 】

一方、この実施の形態 1 によれば、U 相巻線 2 6、X 相巻線 2 3、V 相巻線 2 7、Y 相巻線 2 4、W 相巻線 2 8 および Z 相巻線 2 5 が、それぞれ、 $5\pi / 6$ 短節巻きと $7\pi / 6$ 長節巻とを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装されている。さらに、U 相巻線 2 6、X 相巻線 2 3、V 相巻線 2 7、Y 相巻線 2 4、W 相巻線 2 8 および Z 相巻線 2 5 が、この順に、周方向に 1 スロット（電気角で $\pi / 6$ ）ずれて、かつ径方向内側から外側に並んで、固定子鉄心 2 1 に巻装されている。そこで、特に、リヤ側コイルエンド 2 2 r における周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部が、略 1 磁極ピッチ分で 5 箇所となり、全節巻きの比較例の半分となっている。

【 0 0 5 8 】

したがって、リヤ側コイルエンド 2 2 r における周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部の個数が少なくなるので、相間ショートの発生確率が著しく低減され、発電不良の発生が抑えられる。

また、リヤ側コイルエンド 2 2 r の径方向の膨らみが小さくなるので、リヤ側コイルエンド 2 2 r とリヤブラケット 3 との間の絶縁距離が確保されるとともに、車両用交流発電機 1 の体格を小さくできる。

また、リヤ側コイルエンド 2 2 r の径方向の膨らみが小さくなるので、リヤ側コイルエンド 2 2 r の周方向における凹凸が少なくなり、凹凸に起因する風騒音を低減できる。

【 0 0 5 9 】

また、リヤ側コイルエンド 2 2 r における導体線 3 0 同士の干渉部が、図 5 に示されるように、リヤ側コイルエンド 2 2 r の頂部側に偏在しているので、エンジン振動による応力緩和が可能である。また、導体線 3 0 同士の干渉部が周方向にほぼ均等に配置されてい

10

20

30

40

50

るので、干渉部間で応力分散が可能となり、エンジン振動による相間ショートが発生が抑えられる。

さらに、固定子巻線 22 の口出し線が、径方向の膨らみの小さいリヤ側コイルエンド 22r から引き出されているので、口出し線をフロント側コイルエンド 22f から引出す場合に比べて、コイルエンドの径方向の膨らみを小さくできる。

【0060】

実施の形態 2 .

図 7 はこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図、図 8 および図 9 はそれぞれこの発明の実施の形態 2 に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図であり、図 8 は固定子を軸方向外方から見た状態を平面にして表し、図 9 は固定子を径方向内方から見た状態を平面にして表している。

10

【0061】

図 7 乃至図 9 において、X 相巻線 23、Y 相巻線 24、Z 相巻線 25、U 相巻線 26、V 相巻線 27 および W 相巻線 28 は、それぞれ、上記実施の形態 1 と同じスロット群に、同じ巻回方法で、巻装されている。

【0062】

つまり、X 相巻線 23 は、1 本の導体線 30 が 5 スロット離れたスロット 21c と 7 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 21c と 5 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 X1 がスロット番号 7 番のスロット 21c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 X2 がスロット番号 13 番のスロット 21c からリヤ側に引き出されている。この X 相巻線 23 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 21 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

20

【0063】

Y 相巻線 24 は、1 本の導体線 30 が 5 スロット離れたスロット 21c と 7 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 21c と 5 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 Y1 がスロット番号 9 番のスロット 21c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 Y2 がスロット番号 15 番のスロット 21c からリヤ側に引き出されている。この Y 相巻線 24 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 21 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

30

【0064】

Z 相巻線 25 は、1 本の導体線 30 が 5 スロット離れたスロット 21c と 7 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 21c と 5 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 Z1 がスロット番号 11 番のスロット 21c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 Z2 がスロット番号 17 番のスロット 21c からリヤ側に引き出されている。この Z 相巻線 25 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 21 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

40

【0065】

U 相巻線 26 は、1 本の導体線 30 が 5 スロット離れたスロット 21c と 7 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 21c と 5 スロット離れたスロット 21c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 U1 がスロット番号 6 番のスロット 21c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 U2 がスロット番号 12 番のスロット 21c からリヤ側に引き出されている。この U 相巻線 26 は

50

、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装された2ターンの波巻き巻線である。

【0066】

V相巻線27は、1本の導体線30が5スロット離れたスロット21cと7スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向一侧に波巻きに1ターン巻かれ、折り返されて7スロット離れたスロット21cと5スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向他側に波巻きに1ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端V1がスロット番号8番のスロット21cからリヤ側に引き出され、巻き終わり端V2がスロット番号14番のスロット21cからリヤ側に引き出されている。このV相巻線27は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装された2ターンの波巻き巻線である。

10

【0067】

W相巻線28は、1本の導体線30が5スロット離れたスロット21cと7スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向一侧に波巻きに1ターン巻かれ、折り返されて7スロット離れたスロット21cと5スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向他側に波巻きに1ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端W1がスロット番号10番のスロット21cからリヤ側に引き出され、巻き終わり端W2がスロット番号16番のスロット21cからリヤ側に引き出されている。つまり、このW相巻線28は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装された2ターンの波巻き巻線である。

20

【0068】

この実施の形態2では、6つの相巻線は、U相巻線26、V相巻線27、W相巻線28、X相巻線23、Y相巻線24、Z相巻線25の順に周方向に1スロットピッチ(電気角で $\pi/6$)ずれて、かつ径方向内側から外側にこの順に並んで、固定子鉄心21に巻装されている。固定子巻線22Aは、X相巻線23、Y相巻線24、およびZ相巻線25の巻き終わり端X2、Y2、Z2を結線して作製された第1三相交流巻線と、U相巻線26、V相巻線27、およびW相巻線28の巻き終わり端U2、V2、W2を結線して作製された第2三相交流巻線とから構成される。そして、巻き始め端X1、Y1、Z1、U1、V1、W1が第1および第2三相交流巻線の口出し線となる。

【0069】

30

このように構成された固定子20Aは、U相巻線26、V相巻線27、W相巻線28、X相巻線23、Y相巻線24およびZ相巻線25が、それぞれ、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻とを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装されているので、高調波成分の中で優勢な第5次高調波成分と第7次高調波成分とを小さくでき、磁気騒音の増大を抑えることができる。

【0070】

実施の形態3.

図10はこの発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を模式的に示すリヤ側端面図、図11および図12はそれぞれこの発明の実施の形態3に係る車両用交流発電機に適用される固定子における固定子巻線の巻装状態を説明する展開図であり、図11は固定子を軸方向外方から見た状態を平面にして表し、図12は固定子を径方向内方から見た状態を平面にして表している。

40

【0071】

図10乃至図12において、U-X相巻線43は、リヤ側からスロット番号6番のスロット21cに入り、スロット番号6番のスロット21cのフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号13番のスロット21cに入り、スロット番号13番のスロット21cからリヤ側に延出し、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号18番のスロット21cに入り、以降、導体線30をスロット番号25番、30番、37番、42番、49番、54番、61番、66番、1番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装した後、スロット

50

番号 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 8 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 8 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 1 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 6 8 番、6 1 番、5 6 番、4 9 番、4 4 番、3 7 番、3 2 番、2 5 番、2 0 番、1 3 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

【 0 0 7 2 】

この U - X 相巻線 4 3 は、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 U 1 - X 1 がスロット番号 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 U 2 - X 2 がスロット番号 1 3 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この U - X 相巻線 4 3 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 7 3 】

また、この U - X 相巻線 4 3 は、折り返し部において、スロット番号 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 8 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 8 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 1 番のスロット 2 1 c に入るようにしている。これにより、U - X 相巻線 4 3 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が U 相巻線 2 6 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当し、U - X 相巻線 4 3 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が X 相巻線 2 3 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当する。つまり、U - X 相巻線 4 3 は、U 相巻線 2 6 の 1 ターンの巻線と X 相巻線 2 3 の 1 ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

【 0 0 7 4 】

X - U 相巻線 4 4 は、リヤ側からスロット番号 7 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 7 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 4 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 4 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 9 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 2 6 番、3 1 番、3 8 番、4 3 番、5 0 番、5 5 番、6 2 番、6 7 番、2 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 2 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 7 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 7 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 7 2 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 6 7 番、6 0 番、5 5 番、4 8 番、4 3 番、3 6 番、3 1 番、2 4 番、1 9 番、1 2 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

【 0 0 7 5 】

この X - U 相巻線 4 4 は、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 X 1 - U 1 がスロット番号 7 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 X 2 - U 2 がスロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この X - U 相巻線 4 4 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 7 6 】

また、このX - U相巻線44は、折り返し部において、スロット番号2番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号7番のスロット21cに入り、スロット番号7番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号72番のスロット21cに入るようにしている。これにより、X - U相巻線44の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線がX相巻線23の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当し、X - U相巻線44の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線がU相巻線26の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当する。つまり、X - U相巻線44は、X相巻線23の1ターンの巻線とU相巻線26の1ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

10

【0077】

V - Y相巻線45は、リヤ側からスロット番号8番のスロット21cに入り、スロット番号8番のスロット21cのフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号15番のスロット21cに入り、スロット番号15番のスロット21cからリヤ側に延出し、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号20番のスロット21cに入り、以降、導体線30をスロット番号27番、32番、39番、44番、51番、56番、63番、68番、3番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装した後、スロット番号3番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号10番のスロット21cに入り、スロット番号10番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号3番のスロット21cに入り、以降、スロット番号70番、63番、58番、51番、46番、39番、34番、27番、22番、15番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装して、構成されている。

20

【0078】

このV - Y相巻線45は、1本の導体線30が5スロット離れたスロット21cと7スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向一侧に波巻きに1ターン巻かれ、折り返されて7スロット離れたスロット21cと5スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向他側に波巻きに1ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端V1 - Y1がスロット番号8番のスロット21cからリヤ側に引き出され、巻き終わり端V2 - Y2がスロット番号15番のスロット21cからリヤ側に引き出されている。このV - Y相巻線45は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装された2ターンの波巻き巻線である。

30

【0079】

また、このV - Y相巻線45は、折り返し部において、スロット番号3番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号10番のスロット21cに入り、スロット番号10番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号3番のスロット21cに入るようにしている。これにより、V - Y相巻線45の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線がV相巻線27の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当し、V - Y相巻線45の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線がY相巻線24の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当する。つまり、V - Y相巻線45は、V相巻線27の1ターンの巻線とY相巻線24の1ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

40

【0080】

Y - V相巻線46は、リヤ側からスロット番号9番のスロット21cに入り、スロット番号9番のスロット21cのフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号16番のスロット21cに入り、スロット番号16番のスロット21cからリヤ側に延出し、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号21番のスロット21cに入り、以降、導体線30をスロット番号28番

50

、33番、40番、45番、52番、57番、64番、69番、4番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装した後、スロット番号4番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号9番のスロット21cに入り、スロット番号9番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号2番のスロット21cに入り、以降、スロット番号69番、62番、57番、50番、45番、38番、33番、26番、21番、14番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装して、構成されている。

【0081】

このY-V相巻線46は、1本の導体線30が5スロット離れたスロット21cと7スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向一侧に波巻きに1ターン巻かれ、折り返されて7スロット離れたスロット21cと5スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向他側に波巻きに1ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端Y1-V1がスロット番号9番のスロット21cからリヤ側に引き出され、巻き終わり端Y2-V2がスロット番号14番のスロット21cからリヤ側に引き出されている。このY-V相巻線46は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心21に巻装された2ターンの波巻き巻線である。

【0082】

また、このY-V相巻線46は、折り返し部において、スロット番号4番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号9番のスロット21cに入り、スロット番号9番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号2番のスロット21cに入るようにしている。これにより、Y-V相巻線46の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線がY相巻線24の周方向一侧に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当し、Y-V相巻線46の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線がV相巻線27の周方向他側に波巻きに巻回している1ターンの巻線に相当する。つまり、Y-V相巻線46は、Y相巻線24の1ターンの巻線とV相巻線27の1ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

【0083】

W-Z相巻線47は、リヤ側からスロット番号10番のスロット21cに入り、スロット番号10番のスロット21cのフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号17番のスロット21cに入り、スロット番号17番のスロット21cからリヤ側に延出し、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号22番のスロット21cに入り、以降、導体線30をスロット番号29番、34番、41番、46番、53番、58番、65番、70番、5番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装した後、スロット番号5番のスロット21cからリヤ側に延出した導体線30を、固定子鉄心21のリヤ側端面上を周方向一侧に延びてスロット番号12番のスロット21cに入り、スロット番号12番のスロット21cからフロント側に延出し、固定子鉄心21のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号5番のスロット21cに入り、以降、スロット番号72番、65番、60番、53番、48番、41番、36番、29番、24番、17番のスロット21cに順次入るように波巻きに導体線30を巻装して、構成されている。

【0084】

このW-Z相巻線47は、1本の導体線30が5スロット離れたスロット21cと7スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向一侧に波巻きに1ターン巻かれ、折り返されて7スロット離れたスロット21cと5スロット離れたスロット21cとに交互に入るように周方向他側に波巻きに1ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端W1-Z1がスロット番号10番のスロット21cからリヤ側に引き出され、巻き終わり端W2-Z2がスロット番号17番のスロット21cからリヤ側に引き出されている。このW-Z相巻線47は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して

10

20

30

40

50

て固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

【 0 0 8 5 】

また、この W - Z 相巻線 4 7 は、折り返し部において、スロット番号 5 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 5 番のスロット 2 1 c に入るようにしている。これにより、W - Z 相巻線 4 7 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が W 相巻線 2 8 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当し、W - Z 相巻線 4 7 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が Z 相巻線 2 5 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当する。つまり、W - Z 相巻線 4 7 は、W 相巻線 2 8 の 1 ターンの巻線と Z 相巻線 2 5 の 1 ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

10

【 0 0 8 6 】

Z - W 相巻線 4 8 は、リヤ側からスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c のフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 8 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 8 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出し、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 2 3 番のスロット 2 1 c に入り、以降、導体線 3 0 をスロット番号 3 0 番、3 5 番、4 2 番、4 7 番、5 4 番、5 9 番、6 6 番、7 1 番、6 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装した後、スロット番号 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 4 番のスロット 2 1 c に入り、以降、スロット番号 7 1 番、6 4 番、5 9 番、5 2 番、4 7 番、4 0 番、3 5 番、2 8 番、2 3 番、1 6 番のスロット 2 1 c に順次入るように波巻きに導体線 3 0 を巻装して、構成されている。

20

【 0 0 8 7 】

この Z - W 相巻線 4 8 は、1 本の導体線 3 0 が 5 スロット離れたスロット 2 1 c と 7 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向一側に波巻きに 1 ターン巻かれ、折り返されて 7 スロット離れたスロット 2 1 c と 5 スロット離れたスロット 2 1 c とに交互に入るように周方向他側に波巻きに 1 ターン巻かれて構成されている。そして、巻き始め端 Z 1 - W 1 がスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出され、巻き終わり端 Z 2 - W 2 がスロット番号 1 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に引き出されている。この Z - W 相巻線 4 8 は、 $5\pi/6$ 短節巻きと $7\pi/6$ 長節巻きとを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装された 2 ターンの波巻き巻線である。

30

【 0 0 8 8 】

また、この Z - W 相巻線 4 8 は、折り返し部において、スロット番号 6 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出した導体線 3 0 を、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上を周方向一側に延びてスロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c に入り、スロット番号 1 1 番のスロット 2 1 c からフロント側に延出し、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上を周方向他側に延びてスロット番号 4 番のスロット 2 1 c に入るようにしている。これにより、Z - W 相巻線 4 8 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が Z 相巻線 2 5 の周方向一側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当し、Z - W 相巻線 4 8 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線が W 相巻線 2 8 の周方向他側に波巻きに巻回している 1 ターンの巻線に相当する。つまり、Z - W 相巻線 4 8 は、Z 相巻線 2 5 の 1 ターンの巻線と W 相巻線 2 8 の 1 ターンの巻線とを結線（千鳥結線）した波巻き巻線である。

40

【 0 0 8 9 】

このように構成された 6 つの相巻線は、U - X 相巻線 4 3、X - U 相巻線 4 4、V - Y 相巻線 4 5、Y - V 相巻線 4 6、W - Z 相巻線 4 7、Z - W 相巻線 4 8 の順に周方向に 1 スロットピッチ（電気角で $\pi/6$ ）ずれて、かつ径方向内側から外側にこの順に並んで、

50

固定子鉄心 2 1 に巻装されている。そして、スロット 2 1 c から延出して 5 スロット離れたスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、即ち渡り部が、固定子鉄心 2 1 のリヤ側端面上に配列されてリヤ側コイルエンドを構成し、スロット 2 1 c から延出して 7 スロット離れたスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、即ち渡り部が、固定子鉄心 2 1 のフロント側端面上に配列され、フロント側コイルエンドを構成する。

【 0 0 9 0 】

また、6 つの相巻線は、スロット番号 1 番から 1 2 番まで範囲 (2 磁極ピッチ分) で、導体線 3 0 の波巻きの巻回方向を逆方向に変えて巻回されている。そして、導体線 3 0 の巻回方向の折り返し部において、スロット番号 1 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出してスロット番号 8 番のスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、スロット番号 3 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出してスロット番号 1 0 番のスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位、およびスロット番号 5 番のスロット 2 1 c からリヤ側に延出してスロット番号 1 2 番のスロット 2 1 c に入る導体線 3 0 の部位の長さを長くし、渡り部の頂部の径方向位置を高くしている。これにより、図 1 2 に示されるように、リヤ側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 2 箇所となる。なお、リヤ側コイルエンドの他の領域では、略 1 磁極ピッチ分で 5 箇所となる。また、フロント側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部は、略 1 磁極ピッチ分で 1 0 箇所である。

【 0 0 9 1 】

固定子巻線 2 2 B は、X - U 相巻線 4 4、Y - V 相巻線 4 6、および Z - W 相巻線 4 8 の巻き終わり端 X 2 - U 2、Y 2 - V 2、Z 2 - W 2 を結線して作製された第 1 三相交流巻線と、U - X 相巻線 4 3、V - Y 相巻線 4 5、および W - Z 相巻線 4 7 の巻き終わり端 U 2 - X 2、V 2 - Y 2、W 2 - Z 2 を結線して作製された第 2 三相交流巻線とから構成される。第 1 および第 2 三相交流巻線は、電気角で $\pi / 6$ (3 0 度) の位相差を有し、それぞれ個別の整流器 1 5 に接続されている。巻き始め端 X 1 - U 1、Y 1 - V 1、Z 1 - W 1、U 1 - X 1、V 1 - Y 1、W 1 - Z 1 が第 1 および第 2 三相交流巻線の口出し線となる。

【 0 0 9 2 】

この実施の形態 3 によれば、U - X 相巻線 4 3、X - U 相巻線 4 4、V - Y 相巻線 4 5、Y - V 相巻線 4 6、W - Z 相巻線 4 7 および Z - W 相巻線 4 8 が、それぞれ、 $5\pi / 6$ 短節巻きと $7\pi / 6$ 長節巻とを交互に繰り返して固定子鉄心 2 1 に巻装されているので、高調波成分の中で優勢な第 5 次高調波成分と第 7 次高調波成分とを小さくでき、磁気騒音の増大を抑えることができる。

【 0 0 9 3 】

また、U - X 相巻線 4 3、X - U 相巻線 4 4、V - Y 相巻線 4 5、Y - V 相巻線 4 6、W - Z 相巻線 4 7 および Z - W 相巻線 4 8 が、この順に、周方向に 1 スロット (電気角で $\pi / 6$) ずれて、かつ径方向内側から外側に並んで、固定子鉄心 2 1 に巻装されている。さらに、巻線の折り返し部のリヤ側において、U - X 相巻線 4 3、V - Y 相巻線 4 5 および W - Z 相巻線 4 7 の導体線 3 0 を 7 スロット離れたスロット 2 1 c に入れ、X - U 相巻線 4 4、Y - V 相巻線 4 6 および Z - W 相巻線 4 8 の導体線 3 0 を 7 スロット離れたスロット 2 1 c に入れて、各相巻線を千鳥結線の波巻き巻線に構成している。そこで、リヤ側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部が、折り返し部の略 1 磁極ピッチ分で 2 箇所となり、残る領域の略 1 磁極ピッチ分で 5 箇所となる。

【 0 0 9 4 】

したがって、リヤ側コイルエンドにおける周方向に隣り合う導体線 3 0 同士の干渉部の個数が少なくなるので、相間ショートが発生確率が著しく低減され、発電不良の発生が抑えられる。

また、リヤ側コイルエンドの径方向の膨らみが小さくなるので、リヤ側コイルエンドとリヤブラケットとの間の絶縁距離が確保されるとともに、車両用交流発電機の体格を小さくできる。

10

20

30

40

50

また、リヤ側コイルエンドの径方向の膨らみが小さくなるので、リヤ側コイルエンドの周方向における凹凸が少なくなり、凹凸に起因する風騒音を低減できる。

【 0 0 9 5 】

また、リヤ側コイルエンドにおける導体線 30 同士の干渉部が、図 12 に示されるように、リヤ側コイルエンドの頂部側に偏在しているので、エンジン振動による応力緩和が可能である。また、導体線 30 同士の干渉部が周方向にほぼ均等に配置されているので、干渉部間で応力分散が可能となり、エンジン振動による相間ショートが発生が抑えられる。

さらに、固定子巻線 22 B の口出し線が、径方向の膨らみの小さいリヤ側コイルエンドから引き出されているので、口出し線をフロント側コイルエンドから引出す場合に比べて、コイルエンドの径方向の膨らみを小さくできる。

10

【 0 0 9 6 】

なお、上記各実施の形態では、車両用交流発電機について説明しているが、この発明は、車両用交流発電機に限らず、車両用電動機、車両用発電電動機などの車両用回転電機に適用しても、同様の効果を奏する。

また、上記各実施の形態では、第 1 および第 2 三相交流巻線の出力を別個の整流器により整流するものとしているが、第 1 および第 2 三相交流巻線を並列に接続し、その出力を 1 つの整流器により整流してもよい。

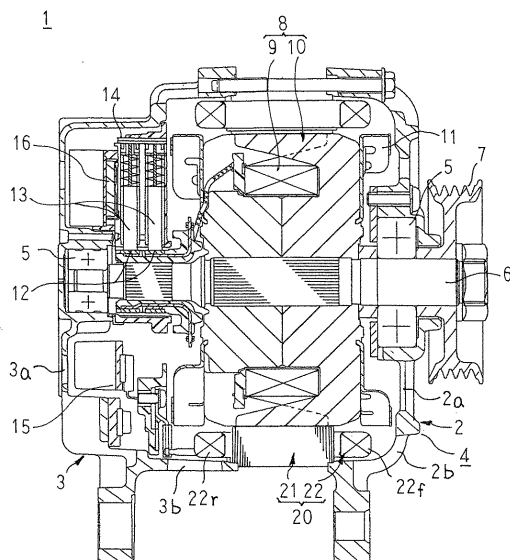
【 符号の説明 】

【 0 0 9 7 】

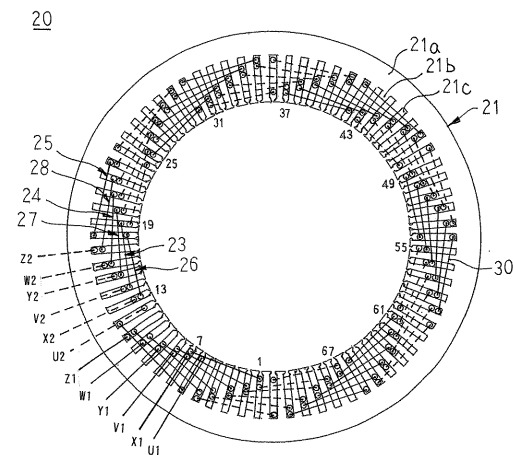
4 ハウジング、8 回転子、20, 20A, 20B 固定子、21 固定子鉄心、21c スロット、22, 22A, 22B 固定子巻線、23 X相巻線、24 Y相巻線、25 Z相巻線、26 U相巻線、27 V相巻線、28 W相巻線、30 導体線、32 第1渡り部、33 第2渡り部、43 U-X相巻線、44 X-U相巻線、45 V-Y相巻線、46 Y-V相巻線、47 W-Z相巻線、48 Z-W相巻線。

20

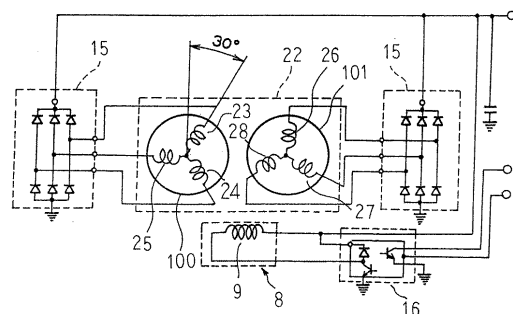
【 図 1 】



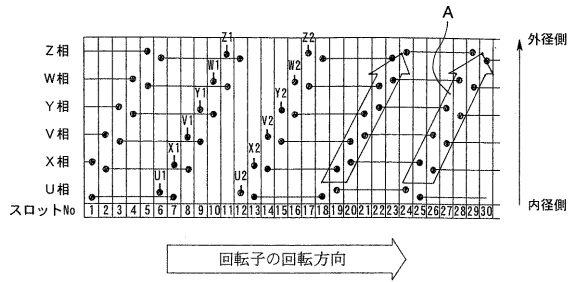
【 図 2 】



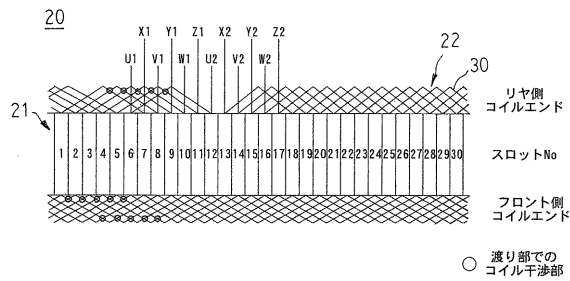
【 図 3 】



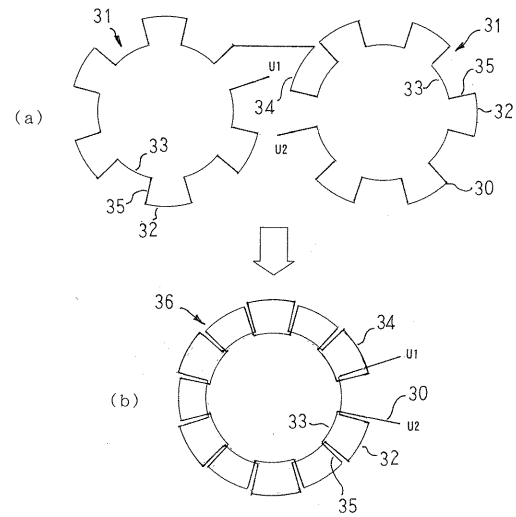
【図 4】



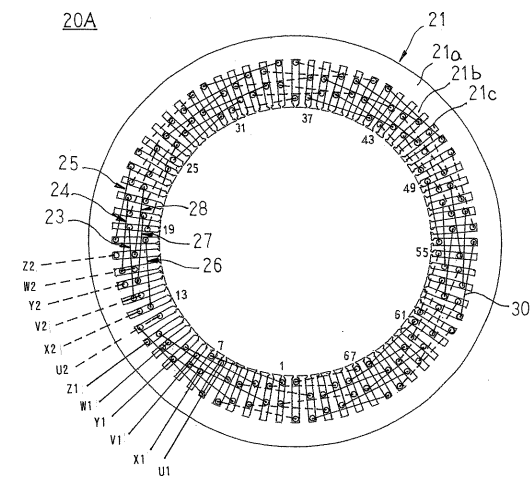
【図 5】



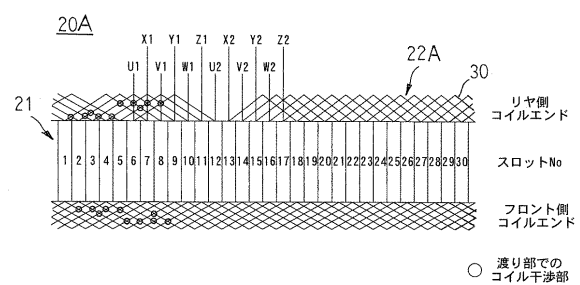
【図 6】



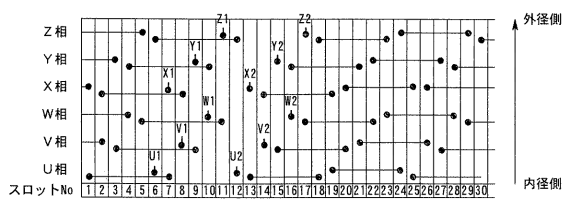
【図 7】



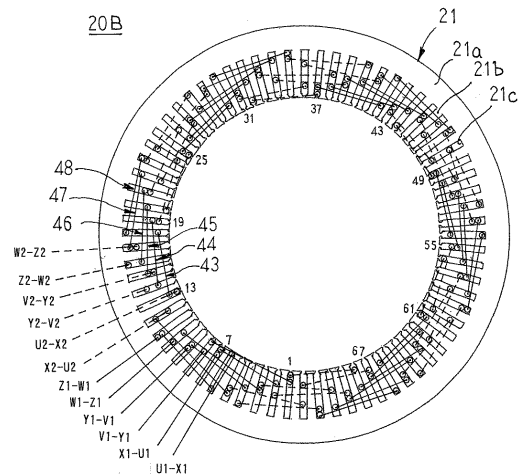
【図 9】



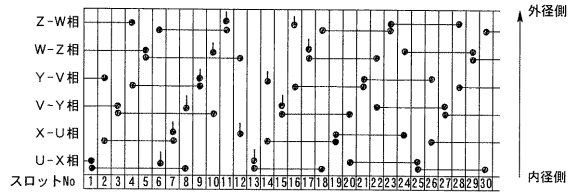
【図 8】



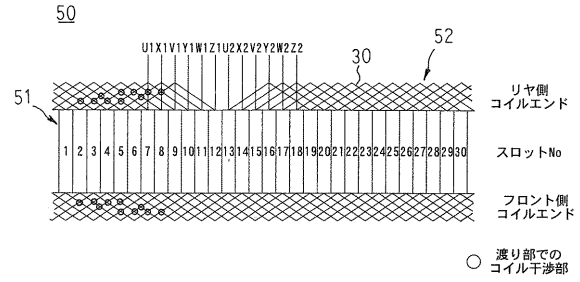
【図 10】



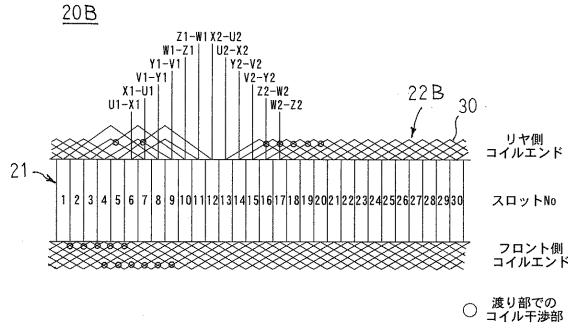
【図 1 1】



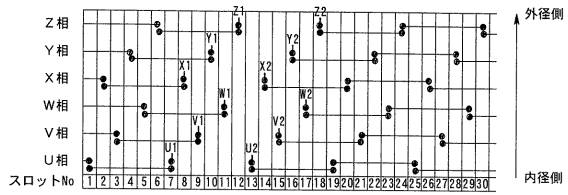
【図 1 4】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(74)代理人 100161171

弁理士 吉田 潤一郎

(72)発明者 柏原 利昭

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 服部 俊樹

(56)参考文献 特開平05-227688(JP,A)

特開2002-136017(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 3/28