

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7038026号
(P7038026)

(45)発行日 令和4年3月17日(2022.3.17)

(24)登録日 令和4年3月9日(2022.3.9)

(51)国際特許分類		F I			
H 0 2 K	3/04 (2006.01)	H 0 2 K	3/04	E	
H 0 2 K	3/28 (2006.01)	H 0 2 K	3/28	Z	

請求項の数 1 (全7頁)

(21)出願番号	特願2018-159173(P2018-159173)	(73)特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	平成30年8月28日(2018.8.28)	(74)代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65)公開番号	特開2020-36410(P2020-36410A)	(72)発明者	高橋 和彦 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3番1号 三菱日立パワーシステムズ株 式会社内
(43)公開日	令和2年3月5日(2020.3.5)	(72)発明者	土屋 晴政 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3番1号 三菱日立パワーシステムズ株 式会社内
審査請求日	令和2年10月20日(2020.10.20)	審査官	服部 俊樹

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】

nを1以上の整数としたとき、2n極の回転子、72n個の固定子スロット、3相の電機子巻線を有し、前記固定子スロットの内径側に上コイル及び外径側に下コイルが収容され、前記上コイルと前記下コイルが接続されて前記電機子巻線を形成し、前記電機子巻線は1相につき2n個の相帯を有し、該相帯は2個の並列巻線から成り、前記相帯を構成する全ての前記上コイル及び前記下コイルの円周方向平均位置を相帯中心とし、少なくとも1個の相帯における第1及び第2の並列巻線の配置を相帯中心に近い順に見た時、前記上コイル若しくは前記下コイルが第2、第1、第2、第1、第1、第2、第1、第2、第1、第2、第2、第1の並列巻線の順に配置され、それらと接続されるもう一方の前記下コイル若しくは前記上コイルが第1、第2、第2、第1、第2、第1、第1、第2、第1、第2、第2、第1の並列巻線の順に配置されることを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は回転電機に係り、例えばタービン発電機等の大型発電機に好適な回転電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

大容量の発電機は出力電流が大きいために、電機子巻線の電磁力や発熱が大きい。その対

策として、電機子巻線を複数の並列回路により構成することで、電機子巻線 1 本当たりの電流を減らし、電磁力や温度上昇を緩和する方法が取られる。

【 0 0 0 3 】

しかし、並列回路数が極数の約数とならない場合、並列回路の電流に偏りが生じ、並列回路間を循環する電流が生じる。この循環電流により電機子巻線の損失が増加してコイルの温度が上昇し、効率の低下やコイル絶縁の損傷の可能性が生じる問題があった。

【 0 0 0 4 】

ここでは、まず、大型発電機で主に用いられる 2 極 2 並列回路におけるコイル結線方法と、並列回路数を 4 に増やした 2 極 4 並列回路のコイル結線方法を比較し、並列数増加による回路間循環電流の発生原理について説明する。

10

【 0 0 0 5 】

図 1 は、発電機の固定子の断面を示し、該図に示す発電機は、回転子の極数を 2 とすると、固定子スロット数が 7 2 なので、毎相、毎極の固定子スロット数は 1 2 である。

【 0 0 0 6 】

図 1 に示す如く、積層鋼板からなる固定子鉄心 1 は、内周側に電機子巻線を収容するため、軸方向に伸延し周方向に所定間隔をもって固定子スロット 5 が形成されており、この固定子スロット 5 の周方向間にはティース 4 が存在している。そして、電機子巻線は、固定子スロット 5 内の径方向の上下（内外周側）に 2 本収容され、内周側に収容されたコイルを上コイル 2、外周側に収容されたコイルを下コイル 3 と呼ぶ。

【 0 0 0 7 】

図 2 は、図 1 に示した固定子を周方向に展開した図であり、ここでは、U、V、W の 3 相の電機子巻線のうち、U 相分のみ示している。また、座標軸 は周方向、Z は軸方向を示しており、図 1 と図 2 の座標軸は同じ向きを示す。

20

【 0 0 0 8 】

該図に示す如く、上コイル 2 と下コイル 3 が固定子鉄心 1 に収容され、周方向に周期的に配置されている。毎相、毎極の固定子スロット 5 の数が 1 2 であるので、各極に上コイル 2 が 1 2 本、下コイル 3 が 1 2 本、2 極で 2 4 本ずつ存在する。ここで、1 極分に配置される上コイル 2 及び下コイル 3 のコイル群を、相帯と定義する。この相帯は、図 2 中の符号 6 で示すコイル群である。なお、符号 7 は口出し線である。

【 0 0 0 9 】

ここで、2 つの並列回路を U 1、U 2 とすると、2 極 2 並列回路の場合、1 つの相帯 6 を U 1、もう 1 つの相帯 6 を U 2 とすることで並列回路の電流がバランスし、並列回路間の循環電流は発生しない。しかし、電流低減のために並列回路数を 4 に増やした場合、1 つの相帯 6 に 2 つの並列回路 U 1、U 2 を配置する必要がある。その場合、U 1 と U 2 の電流のバランスが取れず、並列回路間に循環電流が発生する。

30

【 0 0 1 0 】

循環電流を抑制する方法として、コイル接続の組合せを変更する方法がある。例えば、特許文献 1 には、電機子巻線が 2 極 4 並列回路であっても、ジャンパ線の本数を低減し、回路間の循環電流を抑制するための結線方法が記載されており、これを図 3 に示す。なお、図 3 は、1 つの相帯のみを示しており、もう 1 つの相帯も同一である。

40

【 0 0 1 1 】

図 3 に示す特許文献 1 では、電機子巻線が 2 極 4 並列回路であっても、ジャンパ線 8 の本数を低減し、回路間の循環電流を抑制するために、固定子スロット（図 1 参照）の内径側に上コイル 2 及び外径側に下コイル 3 が収容され、この上コイル 2 と下コイル 3 が接続されて電機子巻線を形成し、この電機子巻線は 1 相につき 2 n 個の相帯 6 を有し、該相帯 6 は 2 個の並列巻線から成り、相帯 6 を構成する全ての上コイル 2 及び下コイル 3 の円周方向平均位置を相帯中心とし、少なくとも 1 個の相帯 6 における第 1 及び第 2 の並列巻線の配置を相帯中心に近い順に見た時、上コイル 2 若しくは下コイル 3 が第 1、第 2、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置され、それらと接続されるもう一方の下コイル 3 若しくは上コイル 2 が第 1、第 2、第 2、第 1、

50

第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【文献】特開 2015 - 91205 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、上述した特許文献 1 に記載された技術では、ジャンパ線 8 の本数は低減するものの、負荷運転時の循環電流があまり小さくならず損失の低減につながらない恐れがあった。

10

【0014】

本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、負荷運転時の循環電流を小さくでき、電機子巻線の損失の低減が図れる回転電機を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の回転電機は、上記目的を達成するために、 n を 1 以上の整数としたとき、 $2n$ 極の回転子、 $72n$ 個の固定子スロット、3 相の電機子巻線を有し、前記固定子スロットの内径側に上コイル及び外径側に下コイルが収容され、前記上コイルと前記下コイルが接続されて前記電機子巻線を形成し、前記電機子巻線は 1 相につき $2n$ 個の相帯を有し、該相帯は 2 個の並列巻線から成り、前記相帯を構成する全ての前記上コイル及び前記下コイルの円周方向平均位置を相帯中心とし、少なくとも 1 個の相帯における第 1 及び第 2 の並列巻線の配置を相帯中心に近い順に見た時、前記上コイル若しくは前記下コイルが第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置され、それらと接続されるもう一方の前記下コイル若しくは前記上コイルが第 1、第 2、第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置されることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、負荷運転時の循環電流を小さくでき、電機子巻線の損失の低減を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図 1】回転電機の固定子の断面図である。

【図 2】図 1 の回転電機の固定子を周方向に展開し、2 極 2 並列回路の構成において U 相のみの電機子巻線と口出し線を示した結線図である。

【図 3】従来（特許文献 1）の回転電機における相帯の結線方法を示した図である。

【図 4】本発明の回転電機の実施例 1 における相帯 1 つの結線方法を示した図である。

【図 5】本発明と従来（特許文献 1）における定格負荷時のコイル電流と通電電流の比を示す図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図示した実施例に基づいて本発明の回転電機を説明する。なお、従来と同一のものは同符号を使用する。

【実施例 1】

【0019】

図 4 に、本発明の回転電機の実施例 1 における相帯 1 つの結線方法を示す。

【0020】

該図に示す如く、本実施例では、 n を 1 以上の整数としたとき、 $2n$ 極の回転子、 $72n$ 個の固定子スロット 5、3 相の電機子巻線を有し、固定子スロット 5 の内径側に上コイル

50

2 及び外径側に下コイル 3 が収容され、上コイル 2 と下コイル 3 が接続されて電機子巻線を形成し、この電機子巻線は 1 相につき $2n$ 個の相帯 6 を有し、該相帯 6 は 2 個の並列巻線から成り、相帯 6 を構成する全ての上コイル 2 及び下コイル 3 の円周方向平均位置を相帯中心 $6a$ とし、少なくとも 1 個の相帯 6 における第 1 及び第 2 の並列巻線の配置を相帯中心 $6a$ に近い順に見た時、上コイル 2 が第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置され、上コイル 2 と接続される下コイル 3 が第 1、第 2、第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置されている。

【0021】

このような本実施例の構成とすることにより、負荷運転時の循環電流を従来技術より小さくでき、これにより、損失を低減した電機子巻線を備えた回転電機を得ることができる。

10

【0022】

図 5 に、本発明と従来（特許文献 1）における定格負荷時のコイル電流と通電電流の比を示す。

【0023】

該図から明らかなように、本発明のコイル電流 / 通電電流の最大値は 100.2% 、最小値は 99.9% であり、従来のコイル電流 / 通電電流の最大値の 101.5% 、最小値 98.7% の差より小さい。

【0024】

このコイル電流 / 通電電流の最大値と最小値の差が小さい（アンバランスが小さい）方が循環電流が小さいことから、本発明の方が従来（特許文献 1）より循環電流を小さくできるといえる。

20

【0025】

なお、上述した実施例 1 の結線においては、上コイル 2 と下コイル 3 の組合せを反転させても成立する。例えば、下コイル 3 は相帯 6 の中心から第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 の並列巻線の順に配置され、上コイル 2 は第 1、第 2、第 2、第 1、第 2、第 1、第 1、第 2、第 1、第 2、第 2、第 1 並列巻線の順に配置されても同等の効果が得られる。

【0026】

また、実施例 1 の結線方法は、2 極 72 スロット、4 並列回路の回転電機における構成であるが、ここで、 n を 1 以上の整数としたとき、 $2n$ 極 $72n$ 、スロット $4n$ 並列回路の回転電機においても、毎相毎極のスロット数が 12 となるので、実施例 1 が適用可能であることは言うまでもない。

30

【0027】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

40

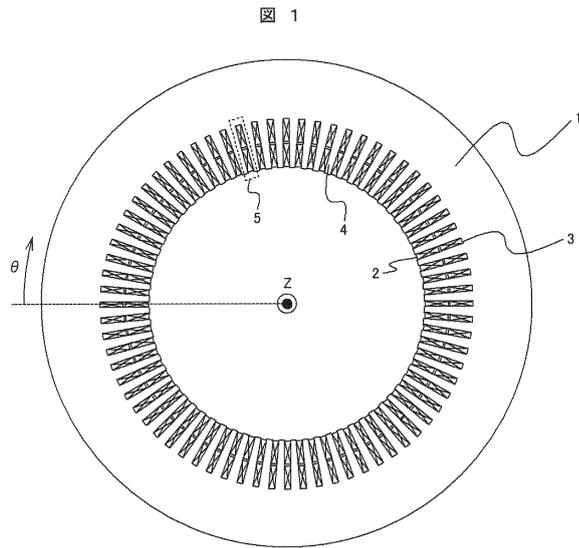
【符号の説明】

【0028】

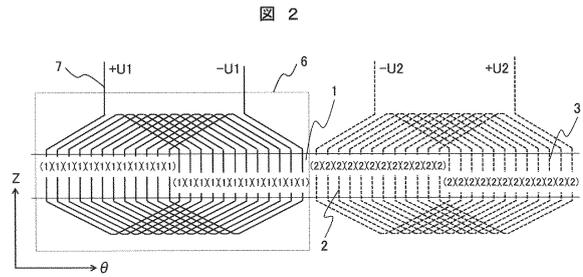
1 ... 固定子鉄心、2 ... 上コイル、3 ... 下コイル、4 ... ティース、5 ... 固定子スロット、6 ... 相帯、 $6a$... 相帯中心、7 ... 口出し線、8 ... ジャンパ線。

【図面】

【図 1】

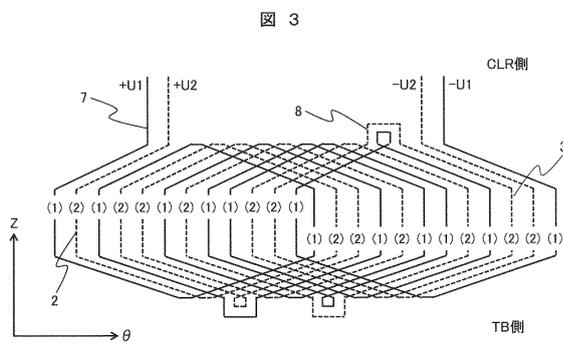


【図 2】



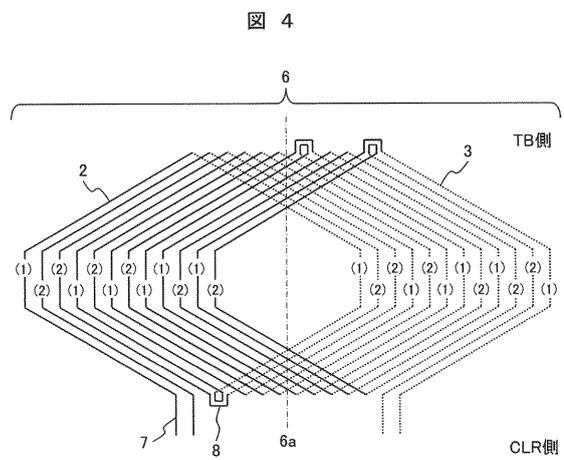
10

【図 3】



20

【図 4】



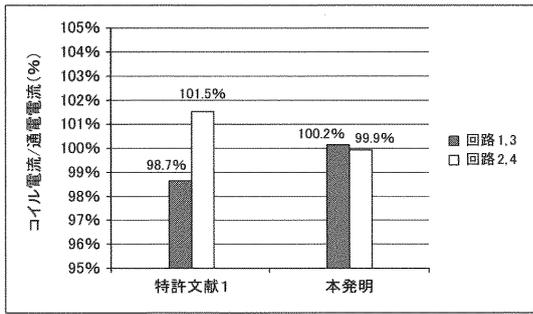
30

40

50

【図5】

図 5



コイル電流(基本波成分)と通電電流の比

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2017 - 108572 (JP, A)
特開 2009 - 100549 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H02K | 3 / 04 |
| H02K | 3 / 28 |