

(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2009-165318

(P2009-165318A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO2K 19/24 (2006.01)	HO2K 19/24	5H603
HO2K 3/28 (2006.01)	HO2K 3/28 J	5H619

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-2704 (P2008-2704)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成20年1月10日 (2008.1.10)	(74) 代理人	100100310 弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660 弁理士 戸田 裕二
		(72) 発明者	金澤 宏至 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	渡 伸次郎 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社日立製作所 オートモティブシステムグループ内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用交流発電機

(57) 【要約】

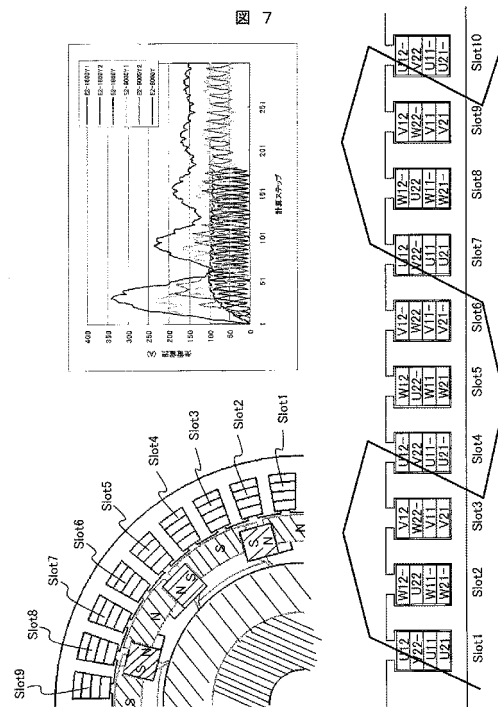
【課題】

車両用交流発電機の全体としてのバランスを向上する。

【解決手段】

スロットの底に設けられた巻線U21と、巻線U21の巻線を含む3相巻線に対して電気角で約30度の位相差をもつ他の独立した3相巻線のうちU21と同相である巻線U11と、巻線U21および巻線U11とは異なる相の巻線V22と、巻線U11と同相かつ直列接続された巻線U12とを有するとともに、巻線U21と巻線V22とを直列接続したインダクタンスに対して、巻線U11と巻線U12を直列接続したインダクタンスがほぼ等しくなるように、U21, U11, V22-, U12が配置された車両用交流発電機。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転子と、

毎極毎相スロット数が 2 未満の分布巻で構成される固定子と、を有し、

前記固定子に巻装される固定子巻線は、同一スロット内に第 1 の相の巻線が約 3 / 4 の導体数、前記第 1 の相とは異なる第 2 の相の巻線が約 1 / 4 の導体数が設けられるとともに、前記第 2 の層の巻線は、前記スロットの深さ方向中央付近に配置されている車両用交流発電機。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 1 の相の巻線は、互いに電気角で約 30 度の位相差のある 2 組の独立した 3 相巻線を含むとともに、当該 2 組の巻線は前記スロットの深さ方向において交互に配列されている車両用交流発電機。

10

【請求項 3】

請求項 2 に記載の車両用交流発電機であって、

前記 2 組の巻線の少なくとも一方は、互いに直列接続された 2 つの巻線を含む車両用交流発電機。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 1 の相の巻線は、互いに電気角で約 30 度の位相差のある 2 組の独立した 3 相巻線を含むとともに、当該 2 組の巻線のうち一方の組の巻線は、他方の組の巻線の間前記スロットの深さ方向において挟まれるように配置されている車両用交流発電機。

20

【請求項 5】

請求項 1 に記載の車両用交流発電機であって、

前記固定子の外周側に冷却水路が配置されている車両用交流発電機。

【請求項 6】

回転子と、

毎極毎相スロット数が 2 未満の分布巻で構成される固定子と、を有し、

前記固定子は、スロットの底に設けられた第 1 の巻線と、前記第 1 の巻線を含む 3 相巻線に対して電気角で約 30 度の位相差のもつ他の独立した 3 相巻線のうち前記第 1 の巻線と同相である第 2 の巻線と、前記第 1 および第 2 の巻線とは異なる相の第 3 の巻線と、前記第 2 の巻線と同相かつ直列接続された第 4 の巻線と、を有し、

30

前記第 1 の巻線と前記第 3 の巻線の間、および前記第 2 の巻線と前記第 4 の巻線の間が互いに離間するように前記第 1 ~ 第 4 の巻線が配置されている車両用交流発電機。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 2 の巻線は、前記第 1 の巻線よりもスロット開口部側に配置され、前記第 3 の巻線は、前記第 2 の巻線よりもスロット開口部側に配置され、前記第 4 の巻線は、前記第 3 の巻線よりもスロット開口部側に配置されている車両用交流発電機。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 1 ~ 第 4 の巻線数はほぼ同数である車両用交流発電機。

40

【請求項 9】

回転子と、

毎極毎相スロット数が 2 未満の分布巻で構成される固定子と、を有し、

前記固定子は、スロットの底に設けられた第 1 の巻線と、前記第 1 の巻線を含む 3 相巻線に対して電気角で約 30 度の位相差のもつ他の独立した 3 相巻線のうち前記第 1 の巻線と同相である第 2 の巻線と、前記第 1 および第 2 の巻線とは異なる相の第 3 の巻線と、前記第 1 の巻線と同相かつ直列接続された第 4 の巻線と、を有し、

前記第 1 の巻線と前記第 3 の巻線の間、および前記第 2 の巻線と前記第 4 の巻線の間が

50

互いに離間するように前記第 1 ~ 第 4 の巻線が配置されている車両用交流発電機。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 2 の巻線は、前記第 1 の巻線よりもスロット開口部側に配置され、前記第 3 の巻線は、前記第 2 の巻線よりもスロット開口部側に配置され、前記第 4 の巻線は、前記第 3 の巻線よりもスロット開口部側に配置されている車両用交流発電機。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の車両用交流発電機であって、

前記第 1 ~ 第 4 の巻線数はほぼ同数である車両用交流発電機。

【請求項 12】

回転子と、

毎極毎相スロット数が 2 未満の分布巻で構成される固定子と、を有し、

前記固定子は、スロットの底に設けられた第 1 の巻線と、前記第 1 の巻線を含む 3 相巻線に対して電気角で約 30 度の位相差をもつ他の独立した 3 相巻線のうち前記第 1 の巻線と同相である第 2 の巻線と、前記第 1 および第 2 の巻線とは異なる相の第 3 の巻線と、前記第 1 または第 2 の巻線と同相かつ直列接続された第 4 の巻線と、を有し、

前記第 1 の巻線と前記第 3 の巻線を直列接続したインダクタンスに対して、前記第 2 の巻線と第 4 の巻線を直列接続したインダクタンスがほぼ等しくなるように前記第 1 ~ 第 4 の巻線が配置されている車両用交流発電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用交流発電機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、毎極毎相スロット数が 2 以上の車両用交流発電機の巻線形態としては、平角線を用いて、電気角で 30 度の位相差をもつ隣り合ったスロットで第 2 の巻線を構成したものが知られている。また、電気角で 24 度の位相差をもつスロットに対して、相巻線の接続によって、電氣的に約 30 度の位相差を設けるものも知られている。

【0003】

一方、毎極毎相スロット数が 1 のものについては、基準となる巻線をスロットの底部に配置し、更に電気角で 30 度の位相差を設けるためにほぼ同数の巻数で構成される上側コイルを 2 つのスロットに跨って構成することで、電氣的な位相差を設けるようにしたものが知られている（例えば特許文献 1）。

【0004】

【特許文献 1】特開 2007 - 97247 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

毎極毎相スロット数が 2 以上で構成される従来技術は、スロット数が多く平角線を用いる必要があることや、スロット開口部がコイル径よりも小さいので、軸方向からセグメントコイルを挿入してコイル同士を溶接で接続する工程を要し、銅線に無酸素銅を用いる必要があるため、コストの増大を招いていた。

【0006】

また、毎極毎相スロット数が 1 の上記従来技術は、電氣的な位相差を設けることはできるものの、発電機全体を構成する電流や熱他の様々なバランスについては、必ずしも考慮されていなかった。

【0007】

本発明の目的は、車両用交流発電機の全体としてのバランスを向上することである。

【課題を解決するための手段】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

本発明は、スロットの底に設けられた第 1 の巻線と、第 1 の巻線に対して電気角で約 30 度の位相差をもつ独立した 3 相巻線のうち第 1 の巻線と同相である第 2 の巻線と、第 1 および第 2 の巻線とは異なる相の第 3 の巻線と、前記第 1 または第 2 の巻線と同相かつ直列接続された第 4 の巻線とを、バランスを考慮して配置したものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、車両用交流発電機の全体としてのバランスを向上することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

本発明の実施例について図 1 ~ 図 10 を用いて説明する。

【 0 0 1 1 】

従来の技術では、内周側に配置される巻線とスロットの底部に配置される巻線のインダクタンスが異なることによって生じる発電電流のバランスや、各コイルに接続される整流素子の熱的なバランスが必ずしも考慮されていなかった。以下に説明する実施例では、2 つの 3 相巻線で構成される巻線において、電気角で 30 度の位相差をもたせつつ、各相の電流バランスを改善することで、低騒音、低電流リップルの車両用交流発電機を実現するものである。

【 0 0 1 2 】

図 1 は、本発明の一実施例をなす、空冷式の車両用交流発電機 100 の構成図である。

【 0 0 1 3 】

回転子 3 にはシャフトの中心部に爪形磁極 13 とその中心部に界磁巻線 12 が配置される。シャフトの先端にはプーリ 1 が取り付けられており、その反対側には界磁巻線 12 に給電するためのスリップリング 9 が設けられている。更に回転子 3 の爪形磁極 13 の両端面には回転と同期して回転する冷却ファンのフロントファン 7F とリアファン 7R が設けられている。また、爪形磁極 13 には永久磁石 16 が配置され界磁巻線磁束を増加させる補助励磁の役目を果たしている。

【 0 0 1 4 】

一方、固定子 4 は固定子磁極 20 と固定子巻線 5 から構成され、回転子 3 と僅かなギャップを介して対向配置されている。固定子 4 はフロントブラケット 14 とリアブラケット 15 によって保持され、両ブラケットと回転子 3 はベアリング 2F および 2R で回転可能に支持されている。先に述べたスリップリング 9 はブラシ 8 と接触し電力を給電される構成となっている。固定子巻線 5 は 3 相巻線で構成されており、それぞれの巻線の口出し線は、整流回路 11 に接続されている。整流回路 11 はダイオード等の整流素子から構成され、全波整流回路を構成している。例えばダイオードの場合、カソード端子はターミナル 6 に接続されている。また、アノード側の端子は車両用交流発電機本体に電氣的に接続されている。リアカバー 10 は整流回路 11 の保護カバーの役割を果たしている。

【 0 0 1 5 】

次に、発電動作について説明する。エンジン（図示せず）と車両用交流発電機 100 は一般的にはベルトで連結されている。車両用交流発電機 100 はプーリ 1 でエンジン側とベルトで接続され、エンジンの回転と共に回転子 3 は回転する。回転子 3 の爪形磁極 13 の中心部に設けられた界磁巻線 12 に電流が流れることで、この爪形磁極 13 が磁化され、回転することで固定子巻線 5 に 3 相の誘導起電力を発生する。その電圧は先に述べた整流回路 11 で全波整流され、直流電圧が発生する。この直流電圧のプラス側はターミナル 6 と接続されており、更にバッテリー（図示せず）と接続されている。整流後の直流電圧はバッテリーを充電するのに適した電圧となるように、界磁電流は制御されている。

【 0 0 1 6 】

図 2 は図 1 で示した軸中心部分の A - A 断面を示したものである。本実施例の回転子極数は 12 極であり、3 相巻線は毎極毎相スロット数を 1 として全周で 36 スロット構造となっている。すなわち、図 2 で示した、U1, U1-, U2, U2-, U3, U3-,

10

20

30

40

50

U4, U4-, U5, U5-, U6, U6-とコイルが直列に接続され、波巻き巻線を形成している。他の相巻線についても同様である。回転子3の爪形磁極13の間には永久磁石16が図示した極性で配置されており、界磁巻線12が作る磁束を増加させるような極性となっている。図2にも示したように、一般的にはスロット内は同相コイルが配置され、全節巻きで構成されている。

【0017】

図3(a)は図2で示した巻線で構成される3相整流回路を示したものである。先ほど述べた各相巻線は3相Y結線で接続されている。3相コイルの反中性点側の端子は図示したように6個のダイオードD1+~D3-に接続されている。また、プラス側のダイオードのカソードは共通となっており、バッテリーのプラス側に接続されている。マイナス側のダイオード端子のアノード側は同様にバッテリーのマイナス端子に接続されている。3相全波整流回路の直流側の電圧は図示したように電気角で60度のリップルとなっている。図3(b)は独立した3相Y結線を電気角で30度ずらした場合の回路構成図と電圧リップル波形を示したものである。電氣的に独立した3相巻線のU1巻線とU2巻線の電圧は等しく電氣的位相は30度ずれているため、電位の大きいところが選択され最終的には30度のリップルとなる。よって、この2つを比較してみると、電気角で30度の振幅の方が小さくなるため、力の変動に相当する加振力は小さくなる。この様に、低加振力、低電圧リップルにより低騒音化を実現するために独立した3相巻線を電氣的に30度程度ずらした車両用交流発電機である。これらを実現するためのステータ構造は、毎極毎相スロット数が2以上で構成されており、各スロット毎に絶縁紙を用いる必要があるため実質的に占積率が低下する。そのため、平角線を用いたり丸線をスロット内で潰したりして占積率の低下を防止する必要がある。例えば、12極で毎極毎相スロット数を2とした場合、スロット数は72となる。また、16極の場合には96スロットとなりスロット数が増加し、製作が難しくなる。更に、極数を増やした設計では、例えば20極の場合120スロットになり製造が更に難しくなる。しかし、本実施例によれば、毎極毎相スロット数は1を採用することで、極数が例え20極となっても、スロット数は60スロットで済むため、製造の難しさは克服される。

10

20

【0018】

図4は毎極毎相スロット数が1の場合にどのような考え方で、電氣的に2つの巻線に30度の位相差を設けるかについて説明したものである。まず、巻線の構成について説明する。図示したSlot1~Slot6には、Y1巻線として各スロットの底部にU1, W1-, V1, U1-, W1, V1と電氣的に60度の位相差を持ってコイルが配置されている。U2相を構成するU21巻線とU22巻線はU21巻線がU1と同じスロットでU22相巻線は隣のSlot2に配置されている。他の相はU1, U2と同じ位相関係で図示したように配置されている。右上に示す回路で、U1巻線はスロット配置で示したU1巻線とU1-巻線の直列接続で構成されている。

30

【0019】

図4で説明したスロット内の配置において、図5を用いて発電電流について説明する。図4はあくまでも電圧が30度の位相差を持たせる方法であるが、実際には発電機としてY1巻線とY2巻線の電流が等しいことが望まれる。その理由としては、ダイオードの整流時に電流が不均衡である場合、特定のダイオードに電流が集中し、信頼性の低下することが考えられる。図5で示すと、Y1巻線のU相電流 i_{u1} とY2巻線 i_{u2} 電流の大きさが等しいことが望まれる。左側の上の図がその様子を示したもので、Y1電流とY2電流は大きさが同じで電流位相が30度のずれとなっている。

40

【0020】

図6はY1巻線の電流とY2巻線の電流が等しくない場合を示している。例えば、図6のような巻線配置の場合、スロット底部に配置されるY1巻線と、スロット内周部に配置されるY2巻線では同じ巻数では、スロット内周部の方がインダクタンスが小さくなる。そのため、発電時には(a)と(b)に示すように低速時には電流のアンバランス量が小さくても、周波数が高くなる高速側でインダクタンスによる電圧低下が大きくなるため、

50

アンバランス電流が増加する傾向がある。アンバランス電流は、先に述べたように加振力の打ち消しがうまく出来ないばかりか、ダイオードの発熱のバランスが崩れる。そのために極力、Y 1 巻線と Y 2 巻線の電流バランスを合わせることが重要である。

【0021】

図7に、実際にインダクタンスのバランスを低減した巻線配置構造の第一の実施例を示す。基本的には、1スロットあたり4つのコイルで構成される。まず、基準となる第一巻線はU 1 1とU 1 2を直列接続したもので、この例では、底から2番目と4番目に配置されている。底コイルはU 2 1相が配置されている。底から3番目のコイルはV相のV 2 2 - が配置されている。他のスロット配置は図示した配置となっている。直列に接続される巻線は、U 1 1とU 1 2に対してはU 2 1とU 2 2となる。このとき、U 1 1とU 1 2、U 2 1とU 2 2はほぼ巻線数は同じ数となる。よって、図示したSlot 1のV 2 2巻線は1スロット導体数の約1/4を占めることになる。同様に、Slot 2においても、底から3番目のコイルはU相コイルが配置されるため底から3番目のコイルは他の相コイルとなっている。この図の配置からも分かるように、U 1 1とU 1 2は離間して配置され、更にU 2 1と他の相コイルも離間されて配置されるため、実際にはU 1 1コイルとU 1 2コイルの間に他の相コイルが配置されることになる。また、U 2 1, W 2 1 -, V 2 1, U 2 1 -, W 2 1, V 2 1...の各2 1コイルは全て底コイルとなっている。以上述べた配置を採用することで、右上の発電電流の計算結果にも示すように1800 r/minおよび6000 r/minの発電電流の大きさのバランスをとることが出来る。この場合は、最もインダクタンスの大きい底コイルと、3番目に大きい底から3番目のコイルの直列接続に対して、2番目と4番目を直列接続したインダクタンスがほぼ等しくなるためであると考えられる。

10

20

【0022】

また、第二の実施例として図8を用いて構成を説明する。Slot 1に示すようにコイル配置としては、U 1 1とU 1 2の間にU 2 1とV 2 2 - が配置されており、やはり底から3番目のコイルが他の相となっている点は共通である。また、U 1 1とU 1 2は離間して配置されている点も同様である。これは、U 1相とU 2相のインダクタンスのバランスを考えて、底部のコイルと内周側のコイルを直列に接続し、2つの内周側コイルを直列接続することでバランスをとるようにしたものである。発電計算の結果からも、1800 r/min, 6000 r/minにおいてY 1巻線とY 2巻線の電流の大きさは等しく、合成波形のリプルが小さくなっていることがわかる。また、上記説明においてU 1 1とU 1 2コイルを逆に配置しても効果は同じである。

30

【0023】

図9に実際に考案した巻線により騒音を測定した一例の結果を示す。12極の場合に毎極毎相スロット数が1で問題となる騒音の次数は36次となるため、36次成分のみを従来型の巻線と、今回考案した巻線で比較した。その結果、約9 dBAの騒音低減効果を得ることが出来た。特に、エンジン騒音の小さい低速時に効果があつたため、アイドリング時の騒音低減が可能となった。

【0024】

図10は液冷式の車両用交流発電機の構成を示したものである。空冷構造と冷却構造以外の構造は図1と同様なため説明は省略するが、この様な液冷式の車両用交流発電機においても同様な効果が得られることはいうまでもない。

40

【0025】

特に、液冷式では固定子の外周側に冷却水路110が配置されるため、低騒音化の効果は大きい。また、上記説明は毎極毎相スロット数が1の場合について説明したが、2未満の構造においても同様に電気角で30度の位相差を設けようとした場合には、同様な巻線配置構造となるため、毎極毎相スロット数が2未満(例えば1.5など)の構成においても同様な効果が得られる。また、上記の説明は爪形磁極間に永久磁石を配置した場合について説明したが、磁石が無い場合には固定子磁極の磁気飽和が緩くなるため、スロット底部と内周側のコイルのインダクタンスの比率が大きくなり、本発明のスロット配置による

50

アンバランス低減効果は大きくなる。

【0026】

また、上記実施形態は車両用交流発電機で説明したが、これを電動機としても機能させる、いわゆるスター・ジェネレータに適用しても良いことは言うまでもない。

【0027】

本実施形態によれば、2つの3相巻線で構成される巻線において、電気角で30度の位相差をもたせつつ、各相の電流バランスを改善することで、低騒音、低電流リップルの車両用交流発電機を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】車両用交流発電機の断面図。

【図2】図1のA-A断面図。

【図3】整流方式を説明する説明図。

【図4】巻線の接続を説明する説明図。

【図5】3相巻線の電流波形を説明する説明図。

【図6】3相巻線の電流バランスについて説明する説明図。

【図7】第一実施例のステータ配置図。

【図8】第二実施例のステータ配置図。

【図9】騒音実測値の説明グラフ。

【図10】液冷式車両用交流発電機の構成図。

【符号の説明】

【0029】

3 回転子

4 固定子

5 固定子巻線

16 永久磁石

D1～D6 ダイオード

100 車両用交流発電機

10

20

【 図 1 】

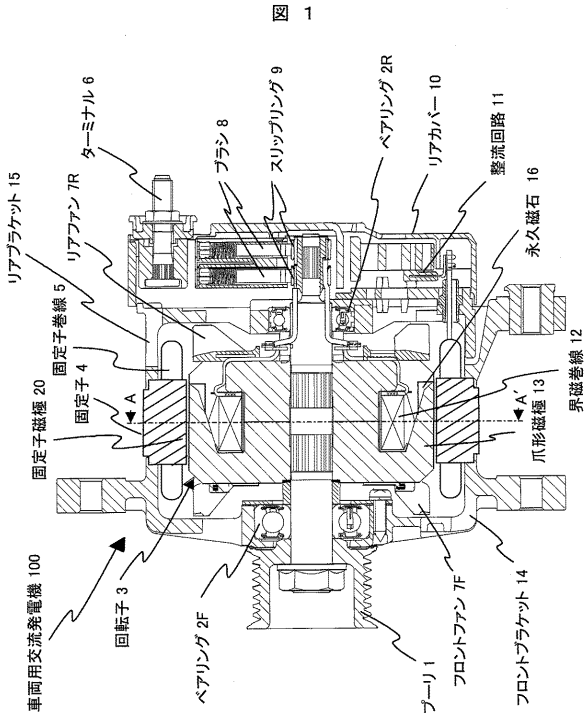


図 1

【 図 2 】

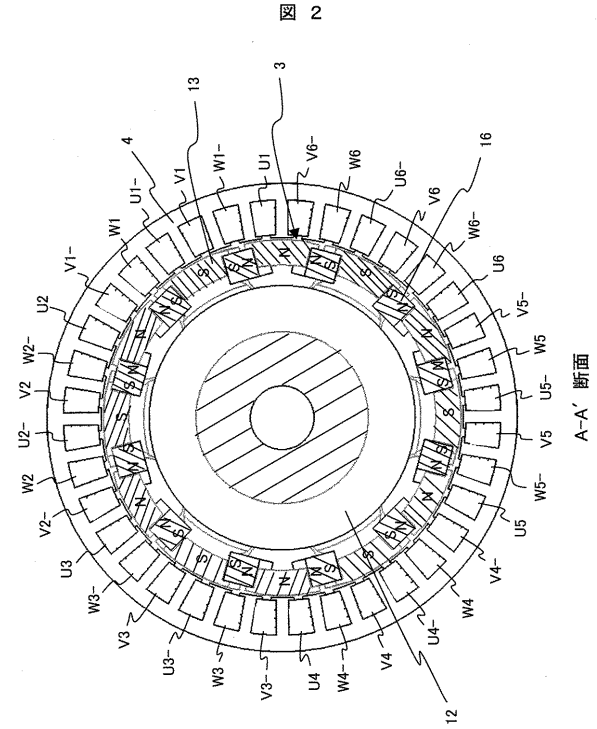


図 2

【 図 3 】

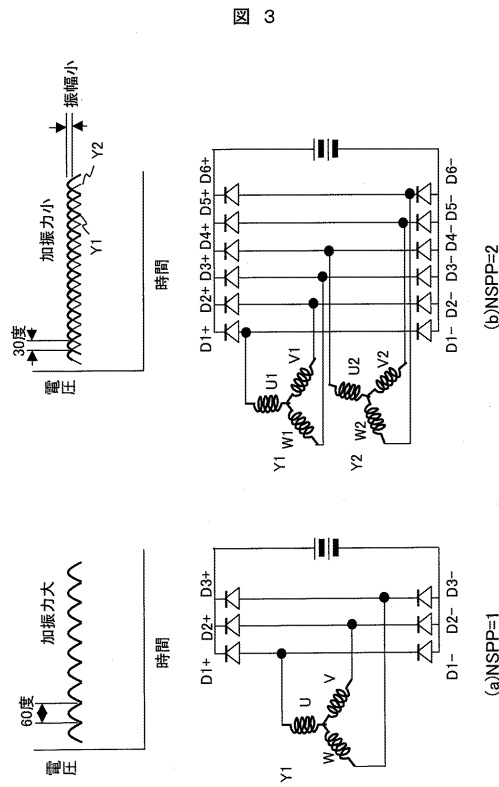


図 3

【 図 4 】

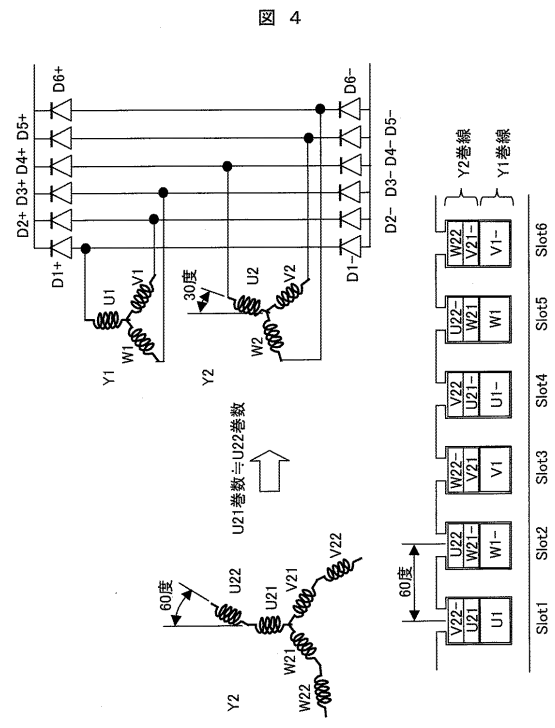


図 4

【 図 5 】

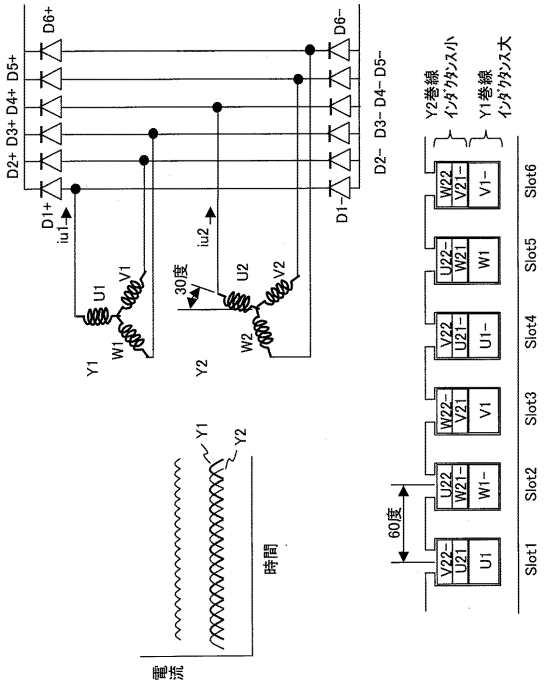


図 5

【 図 6 】

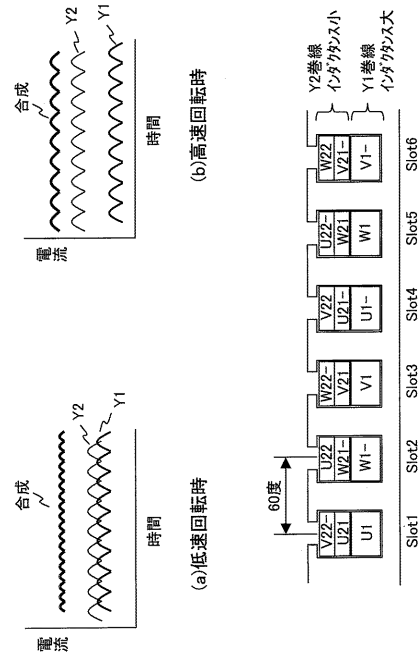


図 6

【 図 7 】

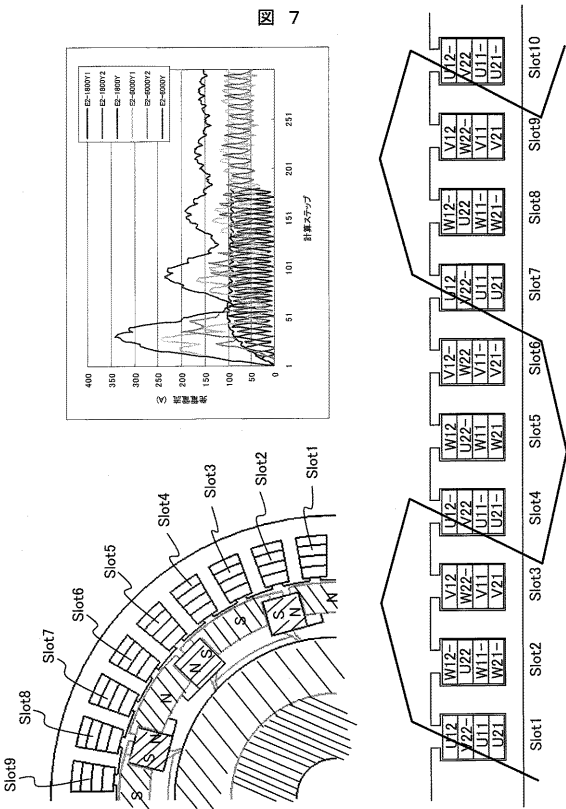


図 7

【 図 8 】

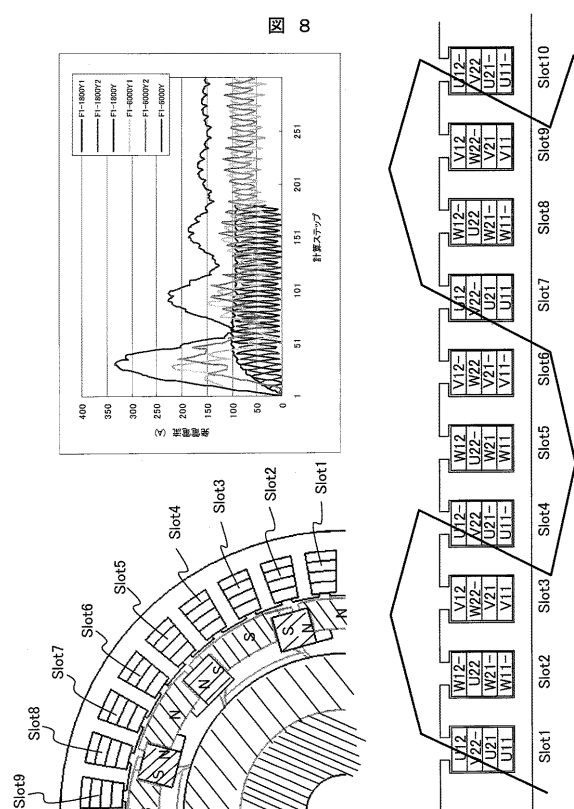


図 8

【 図 9 】

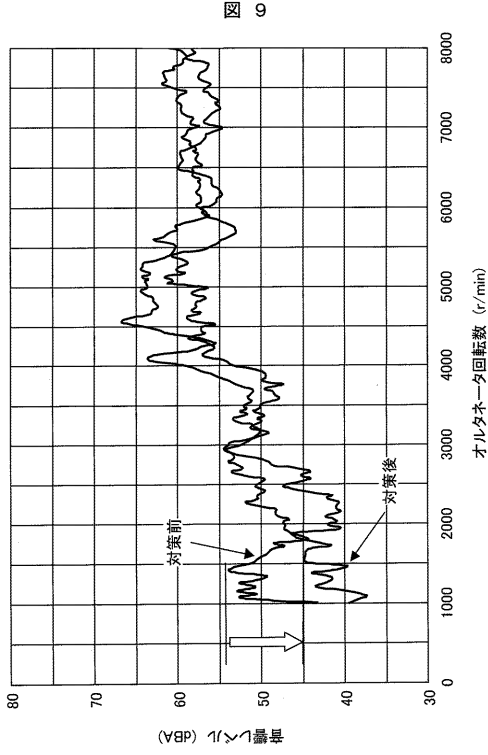


図 9

【 図 10 】

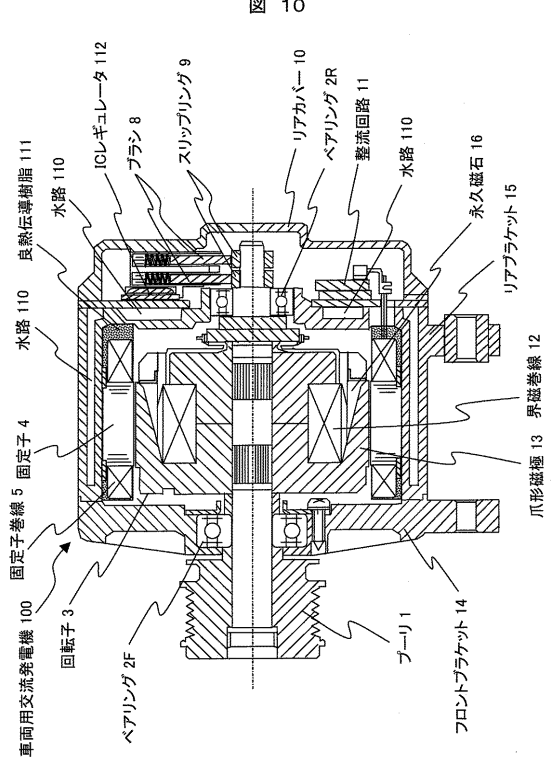


図 10

フロントページの続き

- (72)発明者 本間 雅彦
茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地
ブシステムグループ内 株式会社日立製作所オートモティ
- (72)発明者 高野 雅美
茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地
ブシステムグループ内 株式会社日立製作所オートモティ
- (72)発明者 馬場 雄一郎
茨城県ひたちなか市大字高場2 5 2 0 番地
ブシステムグループ内 株式会社日立製作所オートモティ
- Fターム(参考) 5H603 AA01 BB02 BB07 BB09 BB12 CA01 CA05 CB02 CC05 CC07
CC13 CC17 CD02 CD21 CD28 CE01
5H619 BB02 BB17 PP14