

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6050100号
(P6050100)

(45) 発行日 平成28年12月21日(2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日(2016.12.2)

(51) Int.Cl.

HO2P 9/04 (2006.01)

F 1

HO2P 9/04

J

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-256886 (P2012-256886)
 (22) 出願日 平成24年11月22日 (2012.11.22)
 (65) 公開番号 特開2014-107881 (P2014-107881A)
 (43) 公開日 平成26年6月9日 (2014.6.9)
 審査請求日 平成27年6月2日 (2015.6.2)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (73) 特許権者 599161580
 デンソートリム株式会社
 三重県三重郡菰野町大字大強原字赤坂24
 60番地
 (74) 代理人 100121821
 弁理士 山田 強
 (72) 発明者 不破 康宏
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 寺田 金千代
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】交流発電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁極の向きが交互に異なるように円周方向に沿って配列された複数の磁化部(117)を有するロータ(114)と、複数相を構成し前記円周方向に沿って相順に配列された複数の巻線(113)を有するステータ(111)と、を備え、前記ロータには、複数の前記磁化部における前記磁極の反転状況に対応して前記円周方向に沿って配列された複数の被検出部(116)が、前記ロータの回転中心軸から前記磁極の反転位置に向かって引いた直線が前記円周方向における当該被検出部の中央を通るように設けられた、交流発電機(11)と、

前記交流発電機の相数に対応した個数の複数のスイッチング素子(15U~15Z)を備えることで交流と直流との間の双方向の電力変換が可能に構成されていて、前記交流発電機との間で電力の授受を行うように、当該交流発電機における複数の前記巻線に接続された、電力変換器(15)と、

前記被検出部の通過状態に対応した出力信号を生じるように、前記ロータと対向配置された、検出部(17)と、

前記検出部の前記出力信号に基づいて、前記ロータの回転位相に応じた前記スイッチング素子の位相制御を行うための制御信号を前記電力変換器に出力する、位相制御部(13, 14)と、

を備え、

前記位相制御部は、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発

10

20

電機における発電出力のピーク特性を検出することで前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正することを特徴とする、交流発電システム。

【請求項 2】

磁極の向きが交互に異なるように円周方向に沿って配列された複数の磁化部(117)を有するロータ(114)と、複数相を構成し前記円周方向に沿って相順に配列された複数の巻線(113)を有するステータ(111)と、を備え、前記ロータには、複数の前記磁化部における前記磁極の反転状況に対応して前記円周方向に沿って配列された複数の被検出部(116)が、前記ロータの回転中心軸から前記磁極の反転位置に向かって引いた直線が前記円周方向における当該被検出部の中央を通るように設けられた、交流発電機(11)と、

10

前記交流発電機の相数に対応した個数の複数のスイッチング素子(15U～15Z)を備えることで交流と直流との間の双方向の電力変換が可能に構成されていて、前記交流発電機との間で電力の授受を行うように、当該交流発電機における複数の前記巻線に接続された、電力変換器(15)と、

前記被検出部の通過状態に対応した出力信号を生じるように、前記ロータと対向配置された、検出部(17)と、

前記検出部の前記出力信号に基づいて、前記ロータの回転位相に応じた前記スイッチング素子の位相制御を行うための制御信号を前記電力変換器に出力する、位相制御部(13, 14)と、

を備え、

20

前記位相制御部は、前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正する補正值をマップに格納し、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発電機における発電出力に基づいて、前記マップに格納された前記補正值を更新することを特徴とする交流発電システム。

【請求項 3】

前記位相制御部は、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発電機における発電出力のピーク特性を検出することで前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正する制御に加え、前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正する補正值をマップに格納し、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発電機における発電出力に基づいて、前記マップに格納された前記補正值を更新する制御を実施することを特徴とする請求項1に記載の交流発電システム。

30

【請求項 4】

前記位相制御部は、前記ロータの回転速度が所定値より低い領域で、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発電機における発電出力のピーク特性を検出することで前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正する制御を実施し、前記ロータの回転速度が前記所定値より高い領域で、前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正する補正值をマップに格納し、前記位相制御における制御角を所定量変化させたときの前記交流発電機における発電出力に基づいて、前記マップに格納された前記補正值を更新する制御を実施することを特徴とする請求項3に記載の交流発電システム。

【請求項 5】

40

請求項1～4のうちのいずれか1項に記載の、交流発電システムであって、

前記位相制御部は、前記交流発電機における実際の出力と、所定の基準値と、に基づいて、前記位相制御の基準となる前記回転位相を補正することを特徴とする、交流発電システム。

【請求項 6】

請求項1～5のうちのいずれか1項に記載の、交流発電システムであって、

前記検出部は、内燃機関(30)における点火制御に用いるように構成されたことを特徴とする、交流発電システム。

【請求項 7】

請求項1～6のうちのいずれか1項に記載の、交流発電システムにおいて、

50

前記反転位置を磁気的に検出する追加検出部(180)をさらに備えたことを特徴とする、交流発電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、交流発電システムに関する。

【背景技術】

【0002】

交流発電システムとして、所謂「位相制御」を行うものが知られている(例えば、特開平8-214470号公報等参照。)この種の交流発電システムは、交流発電機の相数に対応した個数の複数のスイッチング素子を有する電力変換器と、ロータの回転位相を検出する回転位相検出手段と、を備えている。そして、かかる交流発電システムは、検出した回転位相に応じてスイッチング素子の駆動タイミングを制御することで、所望の出力を得るようになっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平8-214470号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

上述のような位相制御を良好に行うためには、上述の回転位相検出手段によってロータの回転位相を検出する必要がある。この点、従来のこの種の装置においては、一般的に、ホール素子等からなるロータ位相(磁極反転位置)検出用の磁気センサが、少なくとも相数分設けられていた。このような構成では、装置コストが高くなってしまう。また、ロータがエンジン内に収容されつつクランクシャフトと直結されるような態様で、当該交流発電システムが車両(特に自動二輪車)に搭載される場合、搭載上の理由(搭載スペースの小ささや、高温の潤滑油の存在、等。)から、ロータ位相(磁極反転位置)検出用の磁気センサを相数分設けることが困難となることがある。

30

本発明は、上記に例示した事情等に鑑みてなされたものであって、回転位相検出のための磁気センサを相数分設けなくても、良好な位相制御が可能な、交流発電システムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の交流発電システムは、交流発電機と、電力変換器と、検出部と、位相制御部と、を備えている。

【0007】

前記交流発電機は、ロータと、ステータと、を備えている。前記ロータは、複数の磁化部を有している。複数の前記磁化部は、磁極の向きが交互に異なるように、円周方向に沿って理想的には等間隔に配列されている。前記ステータは、複数相を構成する複数の巻線を有している。複数の前記巻線は、前記円周方向に沿って相順に(且つ理想的には等間隔に)配列されている。

40

【0008】

前記ロータには、複数の被検出部が設けられている。前記被検出部は、複数の前記磁化部における前記磁極の反転位置を少なくとも含むように、当該磁極の反転状況に対応して、前記円周方向に沿って配列されている。具体的には、前記被検出部は、前記円周方向における位置が前記磁極の反転位置(転流位置とも称される)と一致するように、例えば、前記反転位置と同心位置であって且つ前記ロータの回転中心軸から前記反転位置に向かって引いた直線が当該被検出部を通るように設けられている。また、前記被検出部は、隣り

50

合う 2 つの前記反転位置の間にも設けられ得る。

【 0 0 0 9 】

前記電力変換器は、前記交流発電機との間で電力の授受を行うように、当該交流発電機における複数の前記巻線に接続されている。この電力変換器は、複数の（具体的には前記交流発電機の相数に対応した個数の）スイッチング素子を備えることで、交流と直流との間の双方向の電力変換が可能に構成されている。

【 0 0 1 0 】

前記検出部は、前記被検出部の通過状態に対応した出力信号を生じるように、前記ロータと対向配置されている。前記位相制御部は、前記検出部の前記出力信号に基づいて、前記ロータの回転位相に応じた前記スイッチング素子の位相制御を行うための制御信号を前記電力変換器に出力するようになっている。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

かかる構成においては、前記ロータの回転に伴って、前記被検出部が、前記検出部と対向する位置を順次通過する。このとき、前記検出部にて、前記被検出部の通過状態に対応して、前記出力信号が生じる。このため、前記検出部にて生じる前記出力信号に基づいて前記ロータの回転位相の検出を行うことで、良好に位相検出が行われる。

【 0 0 1 2 】

したがって、本発明によれば、ロータ位相（磁極反転位置）検出用の磁気センサを相数分設けなくても（典型的には当該磁気センサを全く設けなくても）、良好な位相制御を行うことが可能になる。なお、かかる出力信号は、他の目的（例えば車両に搭載された内燃機関の点火制御や燃料噴射制御等の運転制御）にも流用され得る。すなわち、本発明によれば、典型的には、内燃機関の運転制御に用いられる機関回転速度センサ（クランクシャフト回転角センサ）と、前記ロータの回転位相検出センサとを、1つの前記検出部によって実現することが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る交流発電システムの概略的な回路構成を示す図。

【図 2】図 1 に示されている交流発電システムを搭載した車両である自動二輪車の概略構成図。

30

【図 3】図 2 に示されているエンジンの内部構成を示す概略図。

【図 4】図 3 に示されている交流発電機の内部構成を示す断面図。

【図 5】図 3 に示されている交流発電機の内部構成を示す概略図。

【図 6】図 1 に示されているコントローラによって実行される回転位相検出の補正処理の概要を説明するためのグラフ。

【図 7】図 3 に示されている交流発電機の内部構成の一変形例を示す概略図。

【図 8】図 3 に示されている交流発電機の内部構成の他の一変形例を示す概略図。

【図 9】図 3 に示されている交流発電機の内部構成の他の一変形例を示す概略図。

【図 10】図 1 に示されているコントローラによって実行される回転位相検出の補正処理の概要を説明するためのフローチャート。

40

【図 11】図 1 に示されているコントローラによって実行される回転位相検出の補正処理の概要を説明するためのフローチャート。

【図 12】図 1 に示されている交流発電システムの一変形例の概略的な回路構成を示す図。

【図 13】図 1 に示されている交流発電システムの他の変形例の概略的な回路構成を示す図。

【図 14】図 1 に示されているコントローラによって実行される回転位相検出の補正処理の概要を説明するためのフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

50

以下、本発明を具体化した一実施形態を、各図面に基づいて説明する。この実施形態における具体例は、磁極数(2n)が12、ポール数(3m)が18であるが、別例(変形例)についても適宜記載する。なお、変形例は、当該実施形態の説明中に挿入されると首尾一貫した実施形態の説明の理解が妨げられるので、末尾にまとめて記載されている。

【0015】

<構成>

図1を参照すると、本実施形態の交流発電システム10は、3相の交流発電機11を備えている。すなわち、交流発電機11は、U相コイル11Uと、V相コイル11Vと、W相コイル11Wと、を有している。なお、交流発電機11の内部構成の詳細については後述する。

10

【0016】

交流発電システム10は、また、バッテリ12と、コントローラ13と、ドライバ14と、電力変換器15と、を備えている。電力変換器15は、スイッチング素子15U, 15V, 15W, 15X, 15Y, 及び15Zを備えている。バッテリ12は、本交流発電システム10を搭載する自動二輪車20(図2参照)に設けられた負荷に対して電力を供給するように、かかる負荷に接続されている。また、バッテリ12は、電力変換器15を介して交流発電機11に接続されている。

【0017】

コントローラ13は、CPU、ROM、RAM等を備えた、いわゆるマイクロコンピュータであって、ROMに予め格納されたルーチン(プログラム)を実行することで交流発電システム10全体の動作を制御するようになっている。ドライバ14は、各スイッチング素子15U等における制御端子(ゲートあるいはベース)に接続されていて、コントローラ13の制御下にて各スイッチング素子15U等に対して駆動信号を適宜のタイミングで出力することで、電力変換器15におけるいわゆる「位相制御」を行うようになっている。

20

【0018】

電力変換器15は、交流と直流との間の双方向の電力変換が可能に構成されていて、交流発電機11との間で電力の授受を行うよう当該交流発電機11におけるU相コイル11U、V相コイル11V、及びW相コイル11Wに接続されている。電力変換器15におけるスイッチング素子15U, 15V, 15W, 15X, 15Y, 及び15Zは、交流発電機11におけるU相コイル11U、V相コイル11V、及びW相コイル11Wに対応して設けられている。

30

【0019】

具体的には、スイッチング素子15Uとスイッチング素子15Xとは、バッテリ12における正極端子と負極端子との間で直列に接続されている(スイッチング素子15V及びスイッチング素子15Yの組、並びにスイッチング素子15W及びスイッチング素子15Zの組も、同様である。)。スイッチング素子15Uとスイッチング素子15Xとの接続箇所は、U相コイル11Uの一端に接続されている。同様に、スイッチング素子15Vとスイッチング素子15Yとの接続箇所は、V相コイル11Vの一端に接続されている。また、スイッチング素子15Wとスイッチング素子15Zとの接続箇所は、W相コイル11Wの一端に接続されている。

40

【0020】

スイッチング素子15U(他のスイッチング素子15V等も同様である)は、制御端子への通電によりバッテリ12における正極端子側から負極端子側に向かう順方向の電流を通流可能なトランジスタ要素と、負極端子側から正極端子側に向かう逆方向の電流を通流可能なダイオード要素と、を含むものである。具体的には、本実施形態においては、スイッチング素子15U(他のスイッチング素子15V等も同様である)は、NチャネルタイプのMOSFETからなり、ソースからドレインに向かって電流が流れる方向に寄生ダイオードが形成されている。

【0021】

50

E C U 1 6 は、上述のコントローラ 1 3 、ドライバ 1 4 、及び電力変換器 1 5 を備えている。また、E C U 1 6 は、回転角センサ 1 7 に接続されている。回転角センサ 1 7 は、交流発電機 1 1 の回転状態に対応した信号を発生するようになっている（回転角センサ 1 7 の詳細については後述する）。そして、E C U 1 6 は、回転角センサ 1 7 の出力に基づいて、電力変換器 1 5 の所謂「位相制御」を行うための制御信号をドライバ 1 4 に出力させるようになっている。すなわち、E C U 1 6 は、自動二輪車 2 0 （図 2 参照）の運転状態に応じて、本交流発電システム 1 0 を所謂「位相制御」するようになっている。なお、図 1 に示された構成における回転角センサ 1 7 以外の部分、及び、「位相制御」については、本願の出願時点においてすでに周知であるので、これらについてのこれ以上の詳細な説明については省略する（必要に応じ、特開平 8 - 2 1 4 4 7 0 号公報、特開平 1 0 - 2 6 2 3 4 3 号公報、特開平 1 1 - 4 6 4 5 6 号公報、特開 2 0 0 4 - 1 7 3 4 8 2 号公報、等参照。）。

【 0 0 2 2 】

図 2 を参照すると、本発明の車両に相当する自動二輪車 2 0 には、前輪 2 1 と、駆動輪である後輪 2 2 と、が設けられている。また、自動二輪車 2 0 には、動力伝達機構 2 3 と、車両制御ユニット 2 4 と、が搭載されている。車両制御ユニット 2 4 は、自動二輪車 2 0 の動作全体を制御するための電子制御ユニットであって、シート 2 5 の下に設けられている。この車両制御ユニット 2 4 には、図 1 に示されている E C U 1 6 が搭載されている。

【 0 0 2 3 】

図 3 を参照すると、エンジン 3 0 のケーシングを構成するエンジンブロック 3 1 内には、1 つの気筒 3 2 が形成されている。すなわち、本実施形態の自動二輪車 2 0 に搭載されるエンジン 3 0 は、1 つの気筒 3 2 を有する、いわゆる「単気筒エンジン」として構成されている。そして、気筒 3 2 内には、ピストン 3 3 が、気筒 3 2 の中心軸線に沿って往復移動可能に収容されている。ピストン 3 3 は、クランクシャフト 3 4 と、コンロッド 3 5 を介して連結されている。

【 0 0 2 4 】

以下、図 4 及び図 5 を参照しつつ、本実施形態における交流発電機 1 1 の内部構成の詳細について説明する。なお、図 4 は、図 3 における交流発電機 1 1 を拡大した断面図に相当する。本実施形態においては、交流発電機 1 1 のケーシングを構成するハウジング 1 1 0 は、側断面視にて略カップ状に形成されていて、その開口部がエンジンブロック 3 1 の内部と連通するように当該エンジンブロック 3 1 に固定されている。

【 0 0 2 5 】

ハウジング 1 1 0 の内側には、ステータ 1 1 1 が固定されている。ステータ 1 1 1 には、多数（本実施形態においては 1 8 個）のコア 1 1 2 が、交流発電機 1 1 の回転中心軸から外側に向かって放射状に突出するように、円周方向に沿って等間隔に設けられている。各コアには、U 相コイル 1 1 U 、V 相コイル 1 1 V 、及び W 相コイル 1 1 W を構成する巻線 1 1 3 が巻回されている。すなわち、U 相コイル 1 1 U 、V 相コイル 1 1 V 、及び W 相コイル 1 1 W が、それぞれ 6 個ずつ、円周方向に沿って相順に（U 相コイル 1 1 U 、V 相コイル 1 1 V 、W 相コイル 1 1 W 、U 相コイル 1 1 U 、V 相コイル 1 1 V 、W 相コイル 1 1 W … のように U - V - W の順に）且つ等間隔に配列されている。

【 0 0 2 6 】

ロータ 1 1 4 は、エンジンブロック 3 1 とハウジング 1 1 0 によって囲まれた空間内に収容されつつ、クランクシャフト 3 4 と直結されている。具体的には、ロータ 1 1 4 は、側断面視にて略カップ状のヨーク 1 1 5 を備えている。ヨーク 1 1 5 は、クランクシャフト 3 4 の一端に固定されている。ヨーク 1 1 5 の略円筒状部分における外周面 1 1 5 a には、多数の被検出部 1 1 6 が設けられている。本実施形態においては、被検出部 1 1 6 は、外周面 1 1 5 a 上に設けられた突起であって、外周面 1 1 5 a から外側に向けて突出するように形成されている。さらに、本実施形態においては、これらの被検出部 1 1 6 は、ヨーク 1 1 5 の略円筒状部分に固定的に設けられた多数の磁化部 1 1 7 の配列（磁極の反

10

20

30

40

50

転状況)に対応して設けられている。

【0027】

具体的には、多数(本実施形態においては12個)の磁化部117が、磁極の向きが交互に異なるように、円周方向に沿って等間隔に配列されている。そして、被検出部116は、隣り合う2つの磁化部117が隣接することで磁極が反転する位置である特定位置(図5における最上部)を基点として、隣り合う2つの磁化部117が隣接する他の磁極反転位置(上述の特定位置をも含めて以下「転流位置」と称する)と、磁化部117の円周方向における中央位置と、に対して、合計22個が連続的に等間隔(所定間隔毎)に配置されるように設けられている。これら連続する22個の被検出部116によって、第1識別部118aが形成されている。そして、第1識別部118aの両端(22個の被検出部116の配列方向における両端)の間の、被検出部116が設けられていない「欠歯部」(2つ分の被検出部116が省略された部分)によって、第2識別部118bが形成されている。すなわち、第1識別部118aにおける隣り合う被検出部116の間の幅よりも広い幅で露出したヨーク115の外周面115aによって、第2識別部118bが形成されている。なお、本実施形態においては、転流位置に対応する被検出部116は、当該転流位置と同心位置であって、且つ上述の回転中心軸(すなわちロータ114の回転中心軸)から当該転流位置に向かって引いた直線が当該被検出部116を通る(但し、電気的・制御的な観点からいえば、上述の直線が当該被検出部116の円周方向における中央を通るとは限らない。)ように設けられている。

【0028】

また、ハウジング110には、回転角センサ17が装着されている。回転角センサ17は、被検出部116の通過状態に対応した出力信号を生じるように、被検出部116と対向配置されている。具体的には、回転角センサ17は、被検出部116が通過する毎にパルス状の信号(以下、「通過パルス」と称する。)を発生するように構成されている。そして、回転角センサ17は、ロータ114の1回転(すなわちクラランクシャフト34の1回転)中に、第1識別部118aの通過中に対応して通過パルスが22個連続する部分と、第2識別部118bの通過中に対応した通過パルスの存在しない部分と、を有する出力信号を生じるようになっている。

【0029】

再び図1を参照すると、本実施形態の交流発電システム10においては、ECU16におけるコントローラ13及びドライバ14は、回転角センサ17の出力に基づいて、ロータ114の回転位相に応じたスイッチング素子15U等の位相制御を行うための制御信号を電力変換器15に出力するようになっている。すなわち、ECU16は、回転角センサ17の出力に基づいてロータ114の回転位相を検出し、この検出した回転位相に基づいて位相制御を行うようになっている。また、ECU16は、回転角センサ17の出力に基づいて検出されたロータ114の回転位相の補正(回転位相の検出値の補正)を、交流発電機11における実際の出力に基づいて行うようになっている。かかる補正についての詳細は後述する。

【0030】

<動作>

以下、上述の通りの、本実施形態の構成による動作(作用・効果)について説明する。

【0031】

本実施形態の構成においては、ロータ114の回転に伴って、第1識別部118a及び第2識別部118bが、回転角センサ17と対向する位置を順次通過する。このとき、回転角センサ17にて、被検出部116の通過状態に対応して出力信号が生じる。

【0032】

ここで、上述の通り、第1識別部118aにおいては、22個の被検出部116が、12個の磁化部117における磁極の反転状況(すなわち上述の「転流位置」)に対応して、円周方向に沿って等間隔に配列されている。一方、第2識別部118bにおいては、被検出部116が設けられていない。このため、回転角センサ17にて生じる出力信号に基

10

20

30

40

50

づいて、ロータ114の回転位相を精度よく検出することができる。したがって、本実施形態の構成によれば、転流位置検出用の磁気センサを相数分設けなくても（典型的には当該磁気センサを全く設けなくても）、良好な位相制御を行うことが可能になる。

【0033】

ところで、上述のように、ロータ114が、エンジンブロック31とハウジング110によって囲まれた空間内に収容されつつ、クランクシャフト34と直結されている場合がある（特に自動二輪車）。この場合、エンジンブロック31内の高温の潤滑油がロータ114側に飛来したり、ロータ114が潤滑油内に浸漬されたりすることがある。よって、この場合、転流位置検出用の磁気センサを複数個（すなわち相数分）設けることは困難である。この点、本実施形態の構成によれば、このような場合であっても、良好な位相制御を行うことが可能になる。

10

【0034】

さらに、上述のような回転角センサ17の出力信号は、他の目的（例えばエンジン30における点火制御や燃料噴射制御等の運転制御用の信号であるエンジン回転速度NEの検出）にも利用可能である。したがって、本実施形態の構成によれば、ロータ114の回転位相の検出と、エンジン30の運転制御のためのエンジン回転速度（エンジン回転数）NEの検出とを、1つの検出手段によって行うことができる。

【0035】

なお、被検出部116が設けられている位置と転流位置との対応関係については、製造時に若干の誤差が生じることがあり得る。すなわち、被検出部116における、転流位置に対応して形成されているものは、理想的には、各巻線113にて生じる相電圧のゼロクロス点の発生タイミングと、被検出部116の通過に伴って回転角センサ17に生じる通過パルスによってコントローラ13に把握される所定タイミングと、が同期する（後述の制御角「0°CA」において両者のタイミングが合致する）ように設けられる。この場合、典型的には、転流位置及び被検出部116の円周方向における位置が機械的な位置関係としてほぼ一致する（回転中心軸から転流位置に向かって引いた直線が、当該転流位置よりも外側に位置する被検出部116の、中央付近を通る）ように、各磁化部117及び被検出部116が形成される。これにより、上述の同期が製造上安定的に再現され得る。しかしながら、ロータ114の磁化（着磁）時や被検出部116の形成時に、上述のような狙いの位置関係に対して誤差が生じることがあり得る。具体的には、例えば、被検出部116の形成のための機械加工の際の様々な誤差（1つの被検出部116における位置や形状の誤差、複数の被検出部116におけるピッチ誤差、等）が生じ得る。さらに、検出や制御上の「遅れ」が生じることで、位相制御についての誤差が生じることがあり得る。そこで、本実施形態においては、ECU16は、交流発電機11における実際の出力に基づいて、ロータ114の回転位相検出（回転角センサ17の出力に基づく）に対する補正を行う。なお、かかる補正を、以下単に「位相補正」と称する。

20

【0036】

具体的には、製造時誤差や制御上の誤差のない「理想的」な状態において、ある運転状態（冷却水温、外気温、等。）での、位相制御における制御角（位相制御を行わない通常発電時の出力電圧波形に対する、スイッチング素子15U等への通電タイミングの、進角あるいは遅角の度合。）が「0°CA」であるときの、発電出力特性（エンジン回転速度に対する出力電圧特性）が、図6における実線で示されているようになるものとする。このとき、仮に、製造時誤差等により、転流位置が被検出部116に対して「遅角」側にずれている場合、発電出力特性は、図中上方にシフトする（一点鎖線参照）。反対に、転流位置が被検出部116に対して「進角」側にずれている場合、発電出力特性は、図中下方にシフトする（破線参照）。

30

【0037】

そこで、本実施形態においては、特定の運転ポイント（図6における特定のエンジン回転速度：ここにおける「エンジン回転速度」は回転角センサ17の出力信号に基づいて取得されたものである）での、交流発電機11における実際の出力電圧と、予めROMある

40

50

いはバックアップRAM（給電中に書き換え可能にデータ等を記憶するとともに給電が停止されてもデータ等の記憶を保持する不揮発性メモリ：フラッシュROM等）に格納された所定の基準値（図6における実線上の点に対応する）と、を比較することで、位相補正を行うことができる。これによれば、よりいっそう高精度の位相制御が可能となる。なお、運転状態毎の補正值は、算出毎に、バックアップRAMにマップあるいはルックアップテーブル状に順次格納される。

【0038】

＜変形例＞

以下、代表的な変形例について、幾つか例示する。以下の変形例の説明において、上述の実施形態にて説明されているものと同様の構成及び機能を有する部分に対しては、上述の実施形態と同様の符号が用いられ得るものとする。そして、かかる部分の説明については、技術的に矛盾しない範囲内において、上述の実施形態における説明が適宜援用され得るものとする。もっとも、言うまでもなく、変形例とて、以下に列挙されたものに限定されるものではない。また、複数の変形例の全部及び一部が、技術的に矛盾しない範囲内において、適宜、複合的に適用され得る。

10

【0039】

上述の実施形態においては、ロータ114における磁化部117の個数である磁極数を12極とし、ステータ111におけるポール数（コア数）を18とし、第1識別部118aをロータ114の円周方向に沿って等間隔に配列された22個の突起とし、第2識別部118bを当該突起のない部分としたが、本発明はこれに限定されない。すなわち、巻線113、磁化部117及び被検出部116の数は、適宜変更可能である。具体的には、ロータ114における磁極数が $2n$ （nは1以上の整数）であり、ステータ111におけるポール数が $3m$ （mは1以上の整数であってnと同じであっても異なっていてもよい）となるように、交流発電機11が構成され得る。また、被検出部116は、磁極の反転位置である転流位置を少なくとも含むように設けられていればよい。被検出部116の数を多くすることで、ロータ114の回転位相及びエンジン回転速度NEの検出精度が向上し、特に、回転変動に対する制御の信頼性が向上する。反面、被検出部116の数を過多にしないことで、コントローラ13における演算負荷が軽減される。第2識別部118bにおける、被検出部116の省略個数も、良好な回転位相検出が可能な範囲で適宜変更可能である。単気筒のエンジン30では、ピストン33の往復移動速度の変動が大きいため、被検出部116を多く備えることが有効と考えられる。なお、複数気筒のエンジン30においても、同様の制御が可能である。また、被検出部116の位置は、転流位置（磁極間ピッチ位置）に一致させると、磁石の組付位置との管理が容易になり、精度を容易に上げることができ、好適であるが、必ずしも一致していなくてもよい。

20

【0040】

かかる観点からすれば、上述の実施形態にて示した具体例のように、ステータ111におけるポール数が18であり、ロータ114における磁極数が12（6極対）である場合、被検出部116の個数は22個（24-2）であることが好適である。もっとも、図7に示されているように、被検出部116が転流位置にのみ設けられていてもよい（被検出部116の個数は11個 = (12-1)個）。この場合、通過パルスが $30^\circ CA$ 毎に生じる。そして、隣り合う通過パルス間に、U相、V相、及びW相にて3回の転流が生じる。よって、回転角センサ17の出力信号における通過パルスの波長を3分割することで、所望の転流位置の推定が、低い制御負荷にて可能となる。なお、図7に示されている構成から、さらに、被検出部116を少なくしてもよい。これにより、製造コスト及び処理負荷のいっそうの低減が図られる。

30

【0041】

図8に示されているように、隣り合う転流位置の間に被検出部116が2個設けられていてもよい（被検出部116の個数は34個 = (36-2)個）。この場合、被検出部116の配列ピッチは、磁化部117の配列のみならず、巻線113の配列ピッチにも完全に同期する。すなわち、 $10^\circ CA$ 毎に発生すべき、6つのスイッチング素子15U~1

40

50

5 Z のオン／オフ切り換えタイミングと、上述の通過パルスとを、完全に同期させることができる。したがって、かかる構成によれば、よりいっそう高精度の位相制御が可能となる。

【0042】

図9に示されているように、ステータ111におけるポール数が15であり、ロータ114における磁極数が20(10極対)である場合、被検出部116の個数は18個(20-2)であることが好適である。

【0043】

上記の通り、被検出部116の個数N_kは、磁極数N_jを用いて表すと、以下の通りとなり得る。そして、交流発電システム10あるいはこれを搭載する上位システム(自動二輪車20等)の仕様に応じて、被検出部116の個数N_kが適宜選択され得る。

10

$$(1) N_k = N_j -$$

$$(2) N_k = \cdot N_j -$$

$$(3) N_k = (N_j / \cdot) -$$

(\cdot は1以上の整数であって、1~3が好適であり、2がさらに好適である。及び \cdot は、2以上の整数である。)

20

【0044】

交流発電システム10が車両に搭載されて、交流発電機11がエンジン30のクランクシャフト34に直結される場合(特にエンジン30が4サイクルエンジンである場合)、膨張行程にて回転変動が最も大きくなる。よって、この場合、膨張行程における回転変動に対して位相制御のロバスト性が向上するように、被検出部116の設定条件(個数や位置)が適宜設定され得る。

20

【0045】

被検出部116は、突起に限定されない。例えば、被検出部116は、凹部であってもよいし、電磁波(典型的には可視光あるいは赤外光)の反射率がヨーク115の外周面115aとは異なる部分(黒色のマーキング等)であってもよい。また、第2識別部118bは、第1識別部118aよりも被検出部116の存在密度が高い部分であってもよい。すなわち、被検出部116が外周面115aの全周にわたって配置されている場合、第2識別部118bは、基準位置を検出するための追加突起を有する部分であってもよい。あるいは、第2識別部118bは、第1識別部118aに含まれるものよりも円周方向における幅が大きな突起であってもよい。なお、被検出部116がヨーク115の外周面115aに対して均一に設けられている場合(すなわち第1識別部118a及び第2識別部118bが設けられない場合:特開2009-232650号公報等参照)、エンジン30に設けられているカムポジションセンサからの出力信号をも併せて用いることで、良好な位相検出が行われ得る。

30

【0046】

位相補正は、上述の実施形態における具体例のように、出力電圧を用いる場合、補正のための検出素子の追加が不要となる。また、電圧をモニタリングするため、外乱の影響を考慮した緻密な補正制御が可能となる。一方、位相補正は、出力電流を用いることによっても、上述の実施形態における具体例と同様の原理で行うことが可能である。この場合、交流発電機11の最終的な出力性能である電流をモニタリングしつつ、位相補正を行うことが可能となる。但し、この場合、電流検知用素子(シャント抵抗やセンスMOS等)を別途設ける必要がある。

40

【0047】

また、位相補正は、運転状態が安定している時点で行うことが好適である。よって、かかる補正は、運転状態パラメータ(例えば、エンジン回転速度N_E、エンジン冷却水温T、エンジン負荷率K_L、等)の値あるいはその変化が、所定値以下(あるいは未満)である場合に実行されてもよい。以下、かかる具体例について、図10のフローチャートを用いて説明する。なお、図中、「S」は、「ステップ」の略記である。

【0048】

50

図10の処理は、補正処理の実行開始のための所定条件（例えば、エンジン30の起動後所定時間t1経過、等。）が成立した時点で、コントローラ13により実行される。かかる処理の実行が開始されると、まず、ステップ1010においては、エンジン回転速度NEの変化が所定範囲NE1内であるか否かが判定される（ここにおけるエンジン回転速度NEは回転角センサ17の出力信号に基づいて取得されたものである：以下同様）。エンジン回転速度NEの変化が所定範囲内である場合（ステップ1010=YES）、処理がステップ1020に進行し、エンジン冷却水温Tが所定範囲内であるか否かが判定される。エンジン冷却水温Tが所定範囲内である場合（ステップ1020=YES）、処理がステップ1030に進行し、出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値以上であるか否かが判定される。ここで、「目標値VR」は、上述したような、製造時誤差や制御上の誤差のない「理想的」な状態における基準値であって、予めROMあるいはバックアップRAMに格納されたものである。

【0049】

エンジン回転速度NEの変化が所定範囲内ではない場合（ステップ1010=NO）や、エンジン冷却水温Tが所定範囲内ではない場合（ステップ1020=NO）、今回の処理時点においては、位相補正に適した運転状態ではないことになる。よって、これらの場合、ステップ1030以降の処理がスキップされ、本ルーチンの処理が一旦終了する。一方、出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値未満である場合（ステップ1030=NO）、今回の処理時点での運転状態においては、位相補正の必要がない。よって、この場合、ステップ1040以降の処理がスキップされ、本ルーチンの処理が一旦終了する。以下、ステップ1010～1030までの判定がすべて「YES」であるものとして、説明を続行する。

【0050】

ステップ1040においては、出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値以上であることを前提として、出力電圧Vが目標値VRよりも高いか否かが判定される。出力電圧Vが目標値VRよりも高い場合（ステップ1040=YES）、処理がステップ1050に進行し、制御角が所定の微小量だけ進角される。一方、出力電圧Vが目標値VRよりも低い場合（ステップ1040=NO）、処理がステップ1055に進行し、制御角が所定の微小量だけ遅角される。

【0051】

ステップ1050又は1055の処理を経た後、処理がステップ1060に進行する。ステップ1060においては、出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値未満であるか否かが判定される。出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値未満ではない間は、ステップ1060の判定が「NO」となり、処理がステップ1040に戻る。一方、出力電圧Vと目標値VRとの偏差が所定値未満となった場合（ステップ1060=YES）、処理がステップ1070に進行して、運転状態（エンジン回転速度NE、エンジン冷却水温T）及び目標位相（目標制御角）に対応して、補正值がバックアップRAM上のマップ（ルックアップテーブル）に格納され、その後本ルーチンが一旦終了する。

【0052】

また、位相補正は、運転状態が安定している時点で、位相制御における制御角を変化させたときの、交流発電機11における実際の出力の変化様に基づいて行われ得る。すなわち、例えば、上述のようにして得られた補正值は、運転状態が安定している時点で、位相制御における制御角を適宜変化させる（走査する）ことで、適宜更新され得る。これにより、（特に処理遅れが発生するような高回転領域において）位相補正の信頼性が向上する。

【0053】

具体的には、例えば、図11のフローチャートを参照すると、所定の補正值更新条件（エンジン30の起動後所定時間t2(>t1)経過、エンジン回転速度NEの変化量が所定範囲NE2(<NE1)内、等。）が成立した場合に（ステップ1110=YES）、制御角を適宜変更しつつ上述の図10のフローチャートの処理（但しステップ101

10

20

30

40

50

0 及び 1020 の処理は省略され得る) が実行される (ステップ 1120)。その後、当該処理が所定回数行われて補正值マップの更新が充分に行われた時点で、補正值更新処理が終了する。

【0054】

位相補正は、マップを用いなくても、目標値に対する通常のフィードバック補正によって容易に実現可能である。具体的には、例えば、上述のようにして制御角を所定量変化させたときの、発電出力 (電流及び / 又は電圧) のピーク特性を検出する (具体的には最大値を探査する) ことで、位相補正を行うことができる。かかる手法は、発電能力が低い低回転領域にて好適に行われ得る。なお、運転領域に応じて補正手法を変更してもよい。具体的には、低回転領域においては上述のようなマップを持たないピーク探索型のフィードバック補正を行う一方、中・高回転領域においては上述のようなマップを用いた更新型の補正 (学習補正とも称され得る) を行うことで、処理負荷と補正精度とを両立させることが可能になる。

【0055】

また、位相補正は、図 12 に示されているように、転流位置を磁気的に検出する追加検出部としての、1 相分のホールセンサ 180 を設けることによっても行われ得る。すなわち、被検出部 116 と転流位置との「ズレ」による影響は、複数相間ですべて同様となる。このため、任意の 1 相における位相ズレを検知することで、良好な位相補正が可能になる。なお、この場合、設けられるホールセンサ 180 の素子数は 1 個である。よって、かかる構成によれば、搭載上の問題を特段生じさせることなく、位相補正の精度を向上させることができ可能になる。このように、回転角センサ 17 による検出位相と実際の位相とのズレを補償するために、1 個のみホールセンサ 180 を設けることが好ましい。

【0056】

さらに、図 13 に示されているように、従来位相制御用に用いられてきた、相数分のホールセンサ 180U, 180V, 及び 180W と、回転角センサ 17 と、が併用されてもよい。これにより、相数分のホールセンサ 180U, 180V, 及び 180W を用いた位相制御が正常に作動しない事態 (例えばこれらのホールセンサ 180U 等における異常や故障等の不具合) が発生しても、回転角センサ 17 を用いることで、位相制御における「フェールセーフ」が実現される。

【0057】

さらに、位相補正は、ロータ 114 の回転数 (回転速度) が低い運転状態にて、電力変換器 15 にて全てのスイッチング素子 15U ~ 15Z におけるトランジスタ要素の動作をオフとしてダイオード要素の動作のみによる全波整流を行わせ、このときの各相の出力電圧波形をモニタし、当該波形のゼロクロス点と回転角センサ 17 の出力信号とに基づいて行ってもよい。図 14 は、かかる位相補正の具体例を示すフローチャートである。

【0058】

まず、ステップ 1410において、現在のロータ 114 の回転数 (すなわちエンジン回転速度 NE) が所定の低回転領域内であるか否かが判定される。ロータ 114 の回転数が所定の低回転領域内ではない場合 (ステップ 1410 = NO)、ステップ 1420 以降の処理がスキップされ、今回の補正処理が一旦終了する。一方、ロータ 114 の回転数が所定の低回転領域内である場合 (ステップ 1410 = YES)、処理がステップ 1420 以降に進行して、補正処理が行われる。低回転領域にて今回の補正処理を行う理由は、以下の通りである。低回転領域においては、発電量が少ないため、損失も低く、それによる発熱量も少ない。このため、位相の検出及び補正が良好に行われ得る。なお、発生電力が低くなつて (しばしばバッテリ電圧よりも低くなり得る) 無負荷電圧となることで、負荷電流の影響を受けることなく正確に磁極の反転位置を検出できるようになることもある。

【0059】

ステップ 1420においては、電力変換器 15 における全てのスイッチング素子 15U ~ 15Z のトランジスタ要素の動作がオフされる (これを図中「インバータ全 OFF」と表現している)。これにより、電力変換器 15 は、6 つのダイオードのブリッジ回路から

10

20

30

40

50

なる全波整流回路として動作する。続いて、処理がステップ 1430 に進行する。

【 0 0 6 0 】

ステップ1430においては、U相コイル11U、V相コイル11V、及びW相コイル11Wのうちの少なくともいずれか1相に生じる相電圧の出力波形をモニタすることで、当該波形のゼロクロス点が検知される。その後、処理がステップ1440に進行する。ステップ1440においては、ステップ1430にて検知されたゼロクロス点の発生タイミングと、回転角センサ17の出力（通過パルスの発生タイミング）と、の相関関係が、上述のような「理想的」な状態におけるもの（理論値あるいはマスタ品による実証値：ROMあるいはバックアップRAMに予め格納されている）と対照される。これにより、制御角が「0°CA」であるときの、回転角センサ17の出力に基づく回転位相検出値と、実際の回転位相との間の補正が行われる。

【 0 0 6 1 】

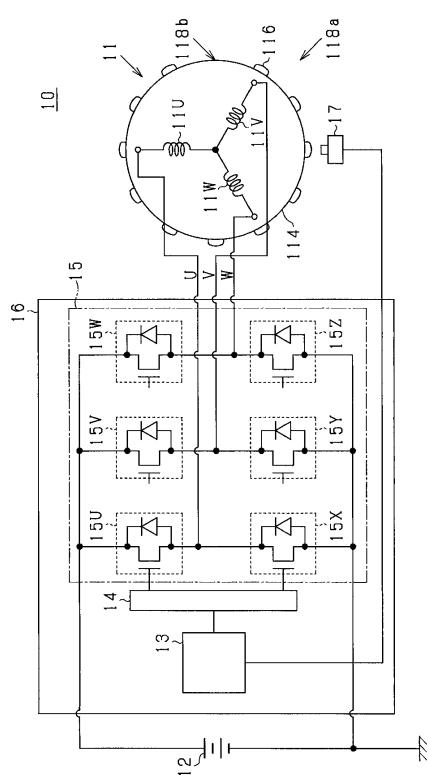
なお、この図14に示された補正を、上述した他の補正に先立って行うことで、よりいっそう高精度の位相制御が実現される。

【符号の説明】

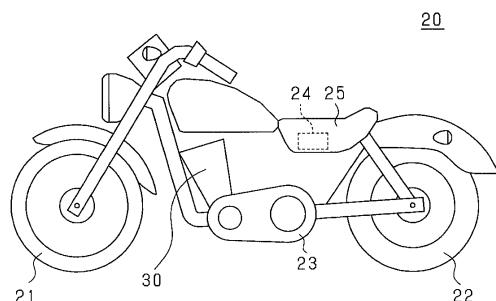
〔 0 0 6 2 〕

10...交流発電システム、11...交流発電機、13...コントローラ、14...ドライバ、
15...電力変換器、15U...スイッチング素子、15V...スイッチング素子、15W...ス
イッチング素子、15X...スイッチング素子、15Y...スイッチング素子、15Z...スイ
ッチング素子、16...ECU、17...回転角センサ、111...ステータ、113...巻線、
114...ロータ、115...ヨーク、115a...外周面、116...被検出部、117...磁化
部、118a...第1識別部、118b...第2識別部。 20

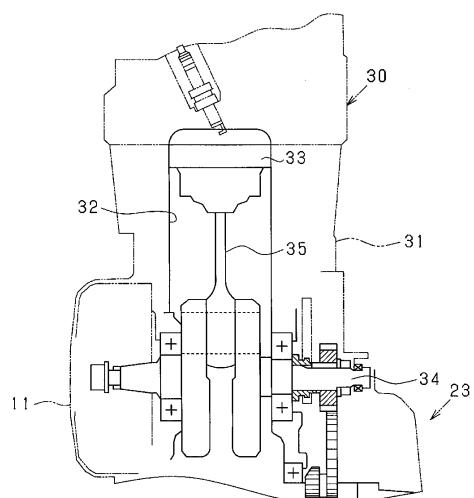
〔 図 1 〕



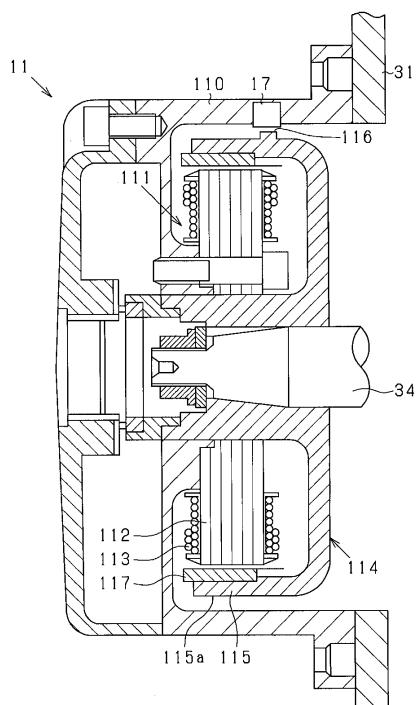
〔 2 〕



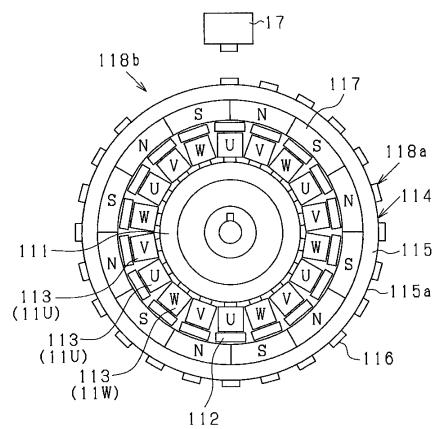
(3)



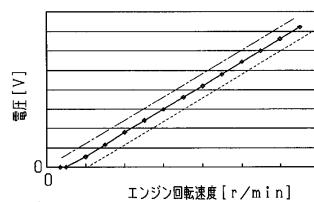
【図4】



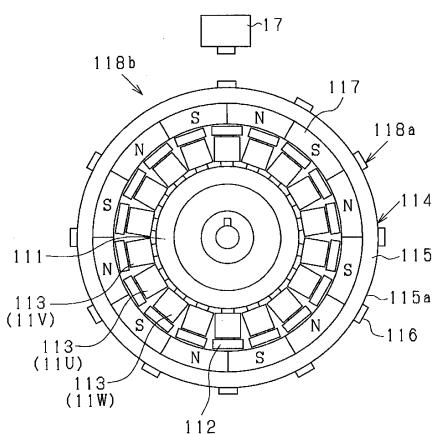
【図5】



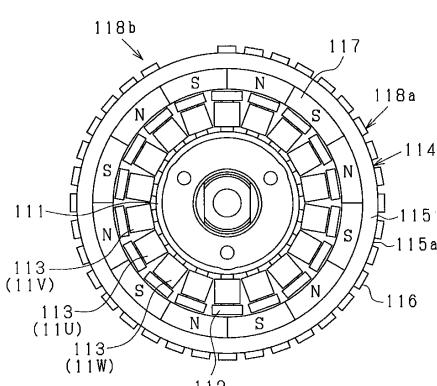
【図6】



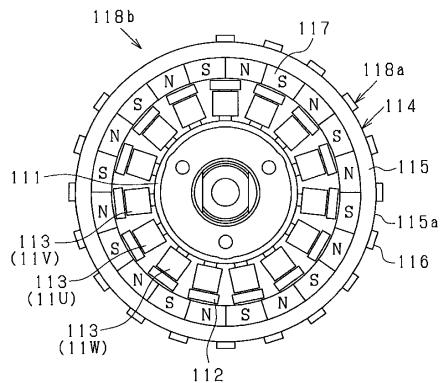
【図7】



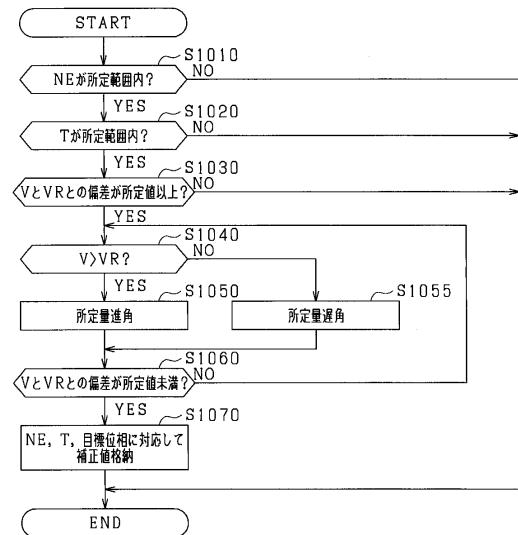
【図8】



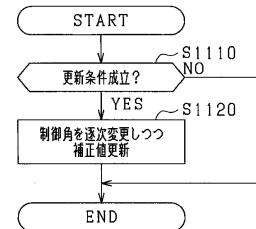
【図9】



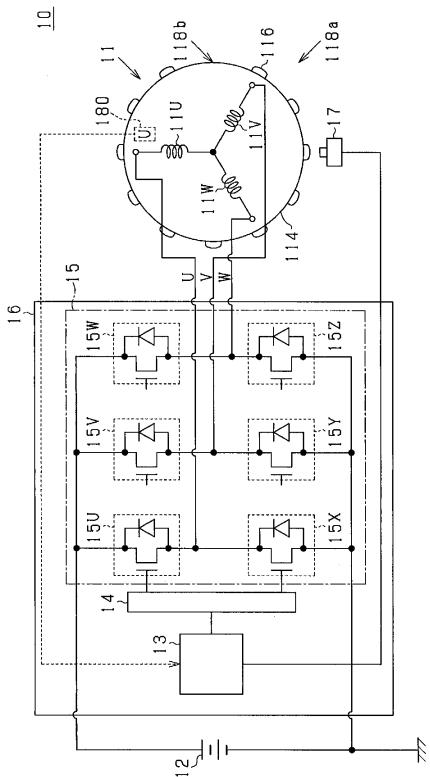
【図10】



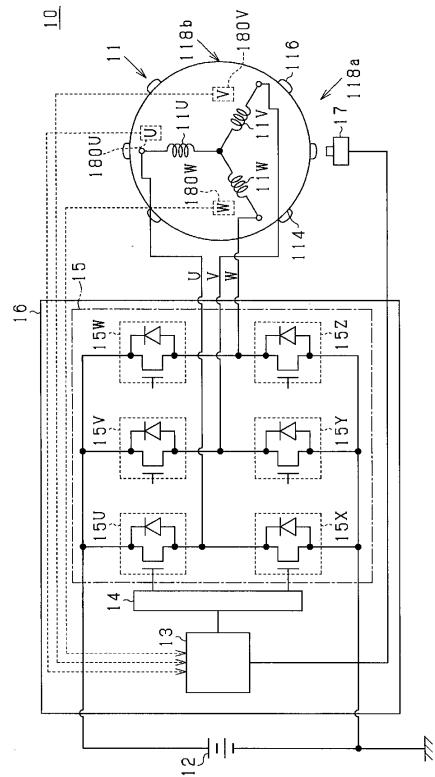
【図11】



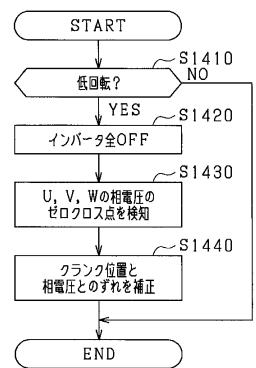
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 内藤 修
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 永田 孝一
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 大野 正明
三重県三重郡菰野町大強原赤坂2460番地 デンソートリム株式会社内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2012-039697(JP, A)
特開2001-339889(JP, A)
特開2004-140927(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 9/04