

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6377190号
(P6377190)

(45) 発行日 平成30年8月22日(2018.8.22)

(24) 登録日 平成30年8月3日(2018.8.3)

(51) Int. Cl.		F I		
HO2P 9/30	(2006.01)	HO2P 9/30		C
HO2P 101/25	(2015.01)	HO2P 101:25		
HO2P 103/20	(2015.01)	HO2P 103:20		

請求項の数 5 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-12746 (P2017-12746)</p> <p>(22) 出願日 平成29年1月27日 (2017.1.27)</p> <p>(65) 公開番号 特開2018-121484 (P2018-121484A)</p> <p>(43) 公開日 平成30年8月2日 (2018.8.2)</p> <p>審査請求日 平成29年1月27日 (2017.1.27)</p>	<p>(73) 特許権者 000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号</p> <p>(74) 代理人 100073759 弁理士 大岩 増雄</p> <p>(74) 代理人 100088199 弁理士 竹中 岑生</p> <p>(74) 代理人 100094916 弁理士 村上 啓吾</p> <p>(74) 代理人 100127672 弁理士 吉澤 憲治</p> <p>(72) 発明者 吉澤 敏行 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</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機の制御装置及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、

前記回転子部の回転数を検出する回転センサと、

前記電力変換部の温度を検出する電力変換部温度検出器と、

前記電力変換部を制御する制御部と、

前記制御部に格納され、前記回転機部を前記発電機として動作させる複数の発電モードを記憶した発電制御マップと、

を備え、

前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、

前記制御部は、前記回転センサにより検出された前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応して前記発電制御マップから読み出した発電モードに基づいて、前記電力変換部を制御するように構成され、且つ、前記電力変換部温度検出器により検出された前記電力変換部の温度に対応して前記検出温度別発電制御マップから読み出した発電出力に基づいて、前記電力変換部を制御するように構成されている、

ことを特徴とする回転電機の制御装置。

【請求項 2】

前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応する連続発電出力可能範囲が格納されている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機の制御装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記電力変換部温度検出器が検出した温度が所定の閾値を超えた場合は、前記発電制御マップに格納された前記連続発電出力可能範囲に於いて前記電力変換部を制御するように構成されている、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の回転電機の制御装置。

10

【請求項 4】

電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、

を備えた回転電機の制御方法であって、

前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応した発電モードを、複数の発電モードを格納した発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御し、且つ前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、検出された前記電力変換部の温度に対応した発電出力を前記検出温度別発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御する、

20

ことを特徴とする回転電機の制御方法。

【請求項 5】

前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応する連続発電出力可能範囲が格納されており、

前記電力変換部の温度が所定の閾値を超えた場合は、前記発電制御マップに格納された前記連続発電出力可能範囲に基づいて前記電力変換部を制御する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の回転電機の制御方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、自動車等の車両に搭載される回転電機の制御装置及び制御方法に関し、更に詳しくは、内燃機関の始動時には始動電動機として動作し、内燃機関の始動後は内燃機関のトルクをアシストする電動機として動作するとともに内燃機関により駆動される発電機として動作する車両用の回転電機の制御装置及び制御法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、自動車の燃費規制の流れから、車両の停止時に内燃機関を停止するアイドルストップシステムを採用する車両、あるいは、電動機を用いて内燃機関のトルクをアシストする車両が増加している。又、これらの車両において、内燃機関と回転電機とがベルト又はチェーン等の動力伝達部材により常時結合されて、内燃機関を始動する始動機能やトルクアシスト機能に加えて、車両の走行中又は減速時における発電機能も有する、いわゆる発電電動機としての回転電機が注目されている。

40

【0003】

前述の回転電機は、従来の発電機に電動機の機能を持たせることで、発電機とは別に電動機を搭載する必要がなく、その電動機を搭載するためのスペースを不要にすることができる。又、回転電機に内燃機関のトルクアシスト機能を持たせるとともに車両の減速時にエネルギー回生機能を持たせることで、車両の燃費向上を図ることができる。

【0004】

50

このような車両用の回転電機は、電動機としての機能（以下、電動機能と称する）と、発電機としての機能（以下、発電機能と称する）とを備えているが、電動機能を利用するには、電動機能は車載電源装置としてのバッテリーの充電状態に依存するため、発電機能でのバッテリーの充電が重視される。

【0005】

前述の発電機能を使用するときは、回転子の界磁巻線に流れる界磁電流を制御して固定子の電機子巻線に定電圧を発生させ、回転電機を定電圧発電機として動作させる。たとえば、界磁巻線に界磁電流を通電し、固定子の電機子巻線に発生する誘起電圧が電源電圧としてのバッテリーの電圧よりも高い場合は、回転電機とバッテリーとの間の電力変換を行なう電力変換部としてのインバータ部を構成する電力変換素子（たとえば、MOSFET）を、電流が通電できる区間のみオンにする同期発電モードや、電力変換素子の寄生ダイオードを用いてダイオード整流を行なうダイオード発電モードで発電させる。又、電機子巻線に発生する電圧が電源電圧よりも低い場合は、電機子巻線の電圧を電力変換部により昇圧させることで発電させるインバータ発電モードを用いて発電させることが知られている。

【0006】

このような回転電機に於いて、発電機能の使用時に前述の発電モードを適宜切り替えて発電させることは周知である（たとえば、特許文献1参照）。特許文献1に開示された従来の車両回転電機は、回転電機が充電発電機として機能するとき、制御手段が、回転電機の回転速度が所定値以下のときにはインバータから電機子巻線に位相制御のための補償電流を通電して発電し、回転電機の回転速度が所定値以上のときにはインバータの動作を停止させ、界磁電流制御手段により界磁巻線の通電電流を制御して所定の目標電圧を発電するように制御される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-61399号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

通常、インバータ発電モードでは、電機子巻線に発生する電圧を昇圧させるために、インバータをPWM（Pulse Width Modulation）制御する必要がある。PWM制御では、電力変換素子をたとえば10～20[kHz]等のkHzオーダーの高周波でスイッチングさせることになり、電力変換素子でのスイッチング損失が大きくなり、電力変換素子の発熱が大きくなる課題がある。一方、同期発電モードでは、固定子巻線に通電できる区間のみ電力変換素子をオンにするため、矩形波的には電気角1周期ではオンオフは1回のみとなり、導通損失は発生するがスイッチング損失を小さくできる利点がある。したがって、同期発電モードの方がインバータ発電モードよりも発電効率を高くすることができるという利点がある。

【0009】

しかしながら、特許文献1に開示された従来の技術には、次に述べるような課題が存在する。即ち、発電時のモード切り替え、例えば同期発電モード若しくはダイオード発電モードとインバータ発電モードとの切り替えは、回転電機の回転子の回転速度を閾値としてのみで行われるため、必ずしも、発電効率の良い動作点で発電が行われる訳ではなく、発電効率が低下する場合がある。

【0010】

又、高温雰囲気下で、ECU（Engine Control Unit）等の上位コントローラから受けた指令のままインバータ発電を行うと、電力変換素子の発熱が大きいために電力変換部としてのインバータ部の温度が高くなり、インバータ部の過熱保護によりインバータ動作が停止し、発電動作が停止することがある。インバータ部の動作が停止すると、電動機能及び発電機能は共に停止し、インバータ部の動作停止が解除されるまで回転電機が動作でき

10

20

30

40

50

ないという課題が存在する。

【0011】

この発明は、従来の回転電機の制御装置における前述のような課題を解決するためになされたものであり、回転電機を効率の高い発電モードで動作させ得る回転電機の制御装置及び制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明による回転電機の制御装置は、

電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、

前記回転子部の回転数を検出する回転センサと、

前記電力変換部の温度を検出する電力変換部温度検出器と、

前記電力変換部を制御する制御部と、

前記制御部に格納され、前記回転機部を前記発電機として動作させる複数の発電モードを記憶した発電制御マップと、

を備え、
前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、

前記制御部は、前記回転センサにより検出された前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応して前記発電制御マップから読み出した発電モードに基づいて、前記電力変換部を制御するように構成され、且つ、前記電力変換部温度検出器により検出された前記電力変換部の温度に対応して前記検出温度別発電制御マップから読み出した発電出力に基づいて、前記電力変換部を制御するように構成されている、
ことを特徴とする。

【0013】

又、この発明による回転電機の制御方法は、

電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、
を備えた回転電機の制御方法であって、

前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応した発電モードを、複数の発電モードを格納した発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御し、且つ前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、検出された前記電力変換部の温度に対応した発電出力を前記検出温度別発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御する、
ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

この発明による回転電機の制御装置は、電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、前記回転子部の回転数を検出する回転センサと、前記電力変換部の温度を検出する電力変換部温度検出器と、前記電力変換部を制御する制御部と、前記制御部に格納され、前記回転機部を前記発電機として動作させる複数の

10

20

30

40

50

発電モードを記憶した発電制御マップとを備え、前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、前記制御部は、前記回転センサにより検出された前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応して前記発電制御マップから読み出した発電モードに基づいて、前記電力変換部を制御するように構成され、且つ、前記電力変換部温度検出器により検出された前記電力変換部の温度に対応して前記検出温度別発電制御マップから読み出した発電出力に基づいて、前記電力変換部を制御するように構成されているので、電力変換部温度検出器からの情報により、発電制御マップから発電動作を同期発電モードとインバータ発電モードを選択して効率のよい発電動作をさせることができる。

【0015】

10

又、この発明による回転電機の制御方法によれば、電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部とを備えた回転電機の制御方法であって、前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応した発電モードを、複数の発電モードを格納した発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御し、且つ前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、検出された前記電力変換部の温度に対応した発電出力を前記検出温度別発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御するので、電力変換部温度検出器からの情報により、発電制御マップから発電動作を同期発電モードとインバータ発電モードを選択して、効率のよい発電動作をさせることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置を搭載した車両の電源系の一例を示す構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置を示す構成図である。

【図3】この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置における電力変換部を示す回路図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0017】

この発明による回転電機の制御装置及び制御方法が適用される回転電機は、例えば、固定子部と回転子部とを備えた回転機部と、電力変換部と、この電力変換部を制御する制御部と、が一体に構成されている。そして、回転機部の回転子は、車両に搭載された内燃機関にベルト又はチェーン等のトルク伝達部材により常時結合されている。

【0018】

この発明による回転電機の制御装置及び制御方法は、回転電機を電動機として動作させるときには、制御部は電力変換部をインバータとして動作させるように制御する。インバータとして動作する電力変換部は、電源装置としてのバッテリーからの直流電力をたとえば三相交流電力に変換し、回転機部の固定子に設けられた電機子巻線に供給する。回転機部の回転子に設けられた界磁巻線には界磁電流が通電され、回転子に所定の界磁磁極が形成される。交流電力が供給された電機子巻線は、回転磁界を発生して回転子の界磁磁極が発生する磁束に作用し、回転子に回転トルクを発生させて回転子を回転させる。このようにして電動機として動作する回転電機は、トルク伝達部材を介して内燃機関のクランク軸を回転させて内燃機関を始動させ、さらに内燃機関の始動後は内燃機関のトルクアシストを行う。

40

【0019】

この発明による回転電機の制御装置及び制御方法は、回転電機を発電機として動作させるときには、回転機部の回転子が内燃機関によりトルク伝達部材を介して回転させられ、回転子に設けられた界磁巻線には界磁電流が通電されて回転子に所定の界磁磁極が形成さ

50

れており、回転子が回転させられることにより、界磁磁極からの磁束が固定子の電機子巻線と鎖交し、電機子巻線に交流電圧を誘起させることで発電を行う。このとき、回転子の回転速度（単位時間当りの回転数と等価。以下の説明では、回転速度を用いる）に応じて、以下の2つの発電方法のうちの一つの発電方法を用いることができる。

【0020】

回転子の回転速度に応じた発電方法の一つは、回転子の回転速度が所定値より低く電機子巻線の誘起電圧が電源電圧以下となる状態における発電方法であって、制御部により電力変換部の電力変換素子をPWM制御して電機子巻線の誘起電圧を昇圧して出力する発電方法である。この発電方法は、いわゆる「インバータ発電モード」と称される。

【0021】

回転子の回転速度に応じた発電方法の他の一つは、回転子の回転速度が所定値以上であり電機子巻線の誘起電圧が電源電圧以上となる状態における発電方法であって、制御部により電力変換部の電力変換素子を回転子の回転速度に同期した電気周波数でオン/オフ動作させること（PWM動作させない）で通電して発電を行なう、又は電力変換素子の寄生ダイオードを通電させて発電を行う方法である。この発電方法は、いわゆる「同期発電モード」と称される。

【0022】

以下、この発明による回転電機の制御装置及び制御方法について、例えば車両に搭載された回転電機を例に挙げて、各実施の形態に従って図面を用いて説明する。なお、各実施の形態において、同一もしくは相当部分は同一符号で示し、重複する説明は省略する。なお、この発明は車両に搭載された回転電機に限定されものではない。

【0023】

実施の形態1.

図1は、この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置を搭載した車両の電源系の一例を示す構成図である。図1において、回転電機1は、回転子部（図示せず）及び固定子部（図示せず）を含む回転機部2と、バッテリー等の車載電源装置102と回転機部2との間の電力変換を行なう電力変換部3と、例えば内燃機関制御ユニットとしてのECU（Engine Control Unit）からなる上位制御装置103からの指令Cを受けて電力変換部3を制御する制御部4とから構成されている。

【0024】

回転機部2の回転子部を支持する回転子軸（図示せず）は、動力伝達部材としてのベルト7により内燃機関5のクランクシャフト6に機械的に接続されている。動力伝達部材は、ベルト以外に、たとえばチェーンにより構成されていても良い。回転電機1は、車載負荷101と、車載電源装置102とに電氣的に接続されている。

【0025】

図2は、この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置を示す構成図であって、図1の回転電機1の構成の一例を示している。図2において、回転電機1の回転機部2は、回転子部22内に界磁巻線24を備えており、電機子部である固定子部21は電機子巻線23を備えている。回転子部22にはさらに、回転子部22の回転速度等を検出する回転検出器としての回転センサ25が組み込まれている。

【0026】

電力変換部3は、界磁巻線24への通電を行う界磁電力変換部32と、電機子巻線23への通電を行う電機子電力変換部31を含み、車載電源装置102と回転機部2との間の電力変換を行う。図3は、この発明の実施の形態1による回転電機の制御装置における電機子電力変換部を示す回路図である。図3に於いて、電機子電力変換部31は、U相上アーム電力変換素子U1と、U相下アーム電力変換素子U2と、V相上アーム電力変換素子V1と、V相下アーム電力変換素子V2と、W相上アーム電力変換素子W1と、W相下アーム電力変換素子W2とにより構成された三相ブリッジ回路からなるインバータ部を構成している。

【0027】

10

20

30

40

50

尚、以下の説明に於いて、U相上アーム電力変換素子U1と、U相下アーム電力変換素子U2と、V相上アーム電力変換素子V1と、V相下アーム電力変換素子V2と、W相上アーム電力変換素子W1と、W相下アーム電力変換素子W2を、それぞれ、単に、電力変換素子U1、U2、V1、V2、W1、W2と称することもある。

【0028】

U相上アーム電力変換素子U1と、U相下アーム電力変換素子U2と、V相上アーム電力変換素子V1と、V相下アーム電力変換素子V2と、W相上アーム電力変換素子W1とW相下アーム電力変換素子W2とは、たとえばMOSFETにより構成され、並列接続された寄生ダイオードU1d、U2d、V1d、V2d、W1d、W2dをそれぞれ備えている。

10

【0029】

U相上アーム電力変換素子U1とU相下アーム電力変換素子U2との直列接続部は電機子巻線23のU相端子Uに接続され、V相上アーム電力変換素子V1とV相下アーム電力変換素子V2との直列接続部は電機子巻線23のV相端子Vに接続され、W相上アーム電力変換素子W1とW相下アーム電力変換素子W2との直列接続部は電機子巻線23のW相端子Wに接続されている。電機子電力変換部31の正極側直流端子N1は、車載電源装置102の正極側端子と車載負荷101（図示せず）の正極側端子に接続され、負極側直流端子N2は車両の接地電位部（図示せず）に接続される。又、電機子電力変換部31の正極側直流端子N1と負極側直流端子N2の間には、平滑コンデンサ51が接続されている。

20

【0030】

次に、図2に於いて、制御部4は、上位制御装置103からの指令Cと、回転機部2の回転子部22の回転センサ25から得られる回転子部22の回転速度と、例えば車載電源装置102（図1参照）と車載負荷101（図1参照）とに接続される端子に設けられた電圧センサVSから得られる回転電機1の端子電圧と、さらには回転機部2の回転子部22の界磁巻線24に設けられた界磁電流センサCSから得られる界磁電流と、電機子巻線23のU相端子U、V相端子V、及びW相端子Wにそれぞれ設けられた電機子電流センサPSから得られる電機子電流、をそれぞれ受け取り、電力変換部3の制御を行う制御回路からなっている。

【0031】

より具体的には、制御部4は、演算部41と、界磁電流デューティ信号生成回路42と、電機子通電信号生成回路43を備えている。演算部41は、上位制御装置103からの指令Cと、回転センサ25から得られる回転子部22の回転速度の検出値と、電圧センサVSから得られる回転電機1の端子電圧の検出値と、界磁電流センサCSから得られる界磁電流の検出値と、電機子電流センサPSから得られる電機子電流の検出値等が入力される。演算部41に搭載されたマイクロプロセッサは、入力された指令Cと、回転子部22の回転速度の検出値と、回転電機1の端子電圧の検出値と、界磁電流の検出値と、電機子電流センサPSから得られる電機子電流の検出値等に基づいて、電機子通電信号生成回路43を駆動するための第1の駆動指令411と、界磁電流デューティ信号生成回路42を駆動するための第2の駆動指令412を演算により生成する。

30

40

【0032】

界磁電流デューティ信号生成回路42は、演算部41からの第2の駆動指令412に基づいて、界磁電力変換部32を構成するたとえばMOSFETにより構成された電力変換素子（図示せず）をオン/オフ制御する界磁電流デューティ信号421を生成し、界磁電力変換部32の電力変換素子に与える。電機子通電信号生成回路43は、演算部41からの第1の駆動指令411に基づいて、電機子電力変換部31を構成する各電力変換素子をPWM制御する電機子通電信号431を生成し、電機子電力変換部31のそれぞれの電力変換素子に与える。

【0033】

以上のように構成されたこの発明の実施の形態1による回転電機の制御装置について、

50

次にその動作を説明する。先ず、回転電機 1 を電動機として動作させる場合について説明する。

【 0 0 3 4 】

< 電動機として動作 >

図 1、図 2、及び図 3 に於いて、制御部 4 に於ける演算部 4 1 は、上位制御装置 1 0 3 からの電動機能に対応する指令 C を受け、この指令 C に基づいてマイクロプロセッサが演算により生成した第 1 の駆動指令 4 1 1 を電機子通電信号生成回路 4 3 に与えると共に、マイクロプロセッサが指令 C に基づいて演算により生成した第 2 の駆動指令 4 1 2 を界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 に与える。

【 0 0 3 5 】

電機子通電信号生成回路 4 3 は、演算部 4 1 からの第 1 の駆動指令 4 1 1 に基づいて、電機子電力変換部 3 1 を構成する電力変換素子を P W M 制御によりオン / オフ制御する電機子通電信号 4 3 1 を生成し、この生成した電機子通電信号 4 3 1 を、電機子電力変換部 3 1 に於ける U 相上アーム電力変換素子 U 1 と U 相下アーム電力変換素子 U 2 と V 相上アーム電力変換素子 V 1 と V 相下アーム電力変換素子 V 2 と W 相上アーム電力変換素子 W 1 と W 相下アーム電力変換素子 W 2 の各ゲート端子に入力する。

【 0 0 3 6 】

電機子電力変換部 3 1 の各電力変換素子は、電機子通電信号生成回路 4 3 からの電機子通電信号 4 3 1 に基づいて P W M 制御される。その結果、電機子電力変換部 3 1 は、車載電源装置 1 0 2 からの直流電力を三相交流電力に変換するインバータとして動作し、電機子巻線 2 3 の U 相端子 U、V 相端子 V、及び W 相端子 W に三相交流電流を通電させる。このとき、回転センサ 2 5 からの回転子部 2 2 の回転速度と回転子磁極位置情報を用いて、電機子電流センサ P S からの電機子電流の検出値が指令 C に含まれる電機子電流目標値に追従するようにフィードバック制御される。

【 0 0 3 7 】

界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 は、演算部 4 1 からの第 2 の駆動指令 4 1 2 に基づいて、界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子をオン / オフ制御する界磁電流デューティ信号 4 2 1 を生成し、この生成した界磁電流デューティ信号 4 2 1 を界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子のゲート端子に入力する。界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子は、界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 からの界磁電流デューティ信号 4 2 1 に基づいてオン / オフ制御される。このとき、界磁巻線 2 4 の回路に設けられた界磁電流センサ C S からの界磁電流の検出値が指令 C に含まれる界磁電流目標値に追従するように、界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子のオン / オフのデューティを調整することで界磁電流のフィードバック制御が行なわれる。

【 0 0 3 8 】

前述のように電機子電力変換部 3 1 及び界磁電力変換部 3 2 が制御されることで、回転電機 1 の出力トルク値が上位制御装置 1 0 3 からの指令 C により指令されたトルク指令値となるように電機子電流及び界磁電流が制御され、回転子部 2 2 は、固定子部 2 1 に形成された回転磁界に基づいて回転トルクを発生して回転し、伝達部材としてのベルト 7 を介して内燃機関 5 を始動若しくはトルクアシストする。

【 0 0 3 9 】

次に、回転電機 1 を発電機として動作させる場合について説明する。

< 発電機として動作 >

図 1、図 2、及び図 3 に於いて、回転電機 1 を発電機として機能させるときは、内燃機関 5 からの動力により回転機部 2 の回転子部 2 2 が回転させられる。このとき、制御部 4 に於ける演算部 4 1 は、上位制御装置 1 0 3 からの発電機能に対応する指令 C を受け、この指令 C に基づいてマイクロプロセッサが演算により生成した第 2 の駆動指令 4 1 2 を界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 に与える。

【 0 0 4 0 】

界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 は、演算部 4 1 からの第 2 の駆動指令 4 1 2 に基

10

20

30

40

50

づいて、界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子をオン/オフ制御する界磁電流デューティ信号 4 2 1 を生成し、この生成した界磁電流デューティ信号 4 2 1 を界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子のゲート端子に入力する。界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子は、界磁電流デューティ信号生成回路 4 2 からの界磁電流デューティ信号 4 2 1 に基づいてオン/オフ制御される。このとき、界磁巻線 2 4 の回路に設けられた界磁電流センサ C S からの界磁電流の検出値が指令 C に含まれる界磁電流目標値に追従するように、界磁電力変換部 3 2 の電力変換素子のオン/オフのデューティを調整することで界磁電流のフィードバック制御が行なわれる。

【 0 0 4 1 】

界磁巻線 2 4 に界磁電流が通電されることで、界磁巻線 2 4 からの磁束が電機子巻線 2 3 と鎖交し、電機子巻線 2 3 に電圧が誘起される。このときに、誘起電圧に応じて、電機子電力変換部 3 1 の電力変換素子がオン/オフ制御される。電機子電力変換部 3 1 の直流端子間に車載電源装置 1 0 2 と車載負荷 1 0 1 が接続されていることで、電機子電力変換部 3 1 の出力電圧がクリップされ、回転電機 1 により発電された発電電流が車載電源装置 1 0 2 に流れてこれを充電する。又、回転電機 1 により発電された発電電流が車載負荷 1 0 1 に流れてこれを駆動する。

10

【 0 0 4 2 】

ここで、界磁巻線 2 4 に界磁電流を通電し、電機子巻線 2 3 に発生する誘起電圧が車載電源装置 1 0 2 の電圧よりも高い場合は、同期発電モードでの発電が可能となる。同期発電モードでは、電機子電力変換部 3 1 の電力変換素子（例えば M O S F E T）U 1、U 2、V 1、V 2、W 1、W 2 を回転子部 2 2 の回転速度と同期する電気周波数でオン/オフさせることで発電を行うことができ、或いは、電機子電力変換部 3 1 の電力変換素子の寄生ダイオード U 1 d、U 2 d、V 1 d、V 2 d、W 1 d、W 2 d を通電させることで、発電させることも可能となる。

20

【 0 0 4 3 】

一方、電機子巻線 2 3 に発生する誘起電圧が車載電源装置 1 0 2 の電圧よりも低い場合は、電機子電力変換部 3 1 により電機子巻線 2 3 に発生する誘起電圧を昇圧させる必要がある。この場合、電機子電力変換部 3 1 の電力変換素子（たとえば M O S F E T）U 1、U 2、V 1、V 2、W 1、W 2 を、電機子通電信号生成回路 4 3 からの電機子通電信号 4 3 1 により P W M 動作させることで、電機子巻線 2 3 に発生する誘起電圧を昇圧させてインバータ発電を行うことができる。

30

【 0 0 4 4 】

ここで、電機子電力変換部 3 1 の電力変換素子 U 1、U 2、V 1、V 2、W 1、W 2 を P W M 制御してインバータ発電をおこなうときには、P W M 制御周波数による高周波（k H z オーダー）で電力変換素子 U 1、U 2、V 1、V 2、W 1、W 2 をオン/オフ動作させることで、電力変換素子でのスイッチング損失が大きくなり、前述の同期発電と比較して電力変換素子での損失が大きくなり、発電効率が低下する。このため、回転電機 1 を発電機として動作させる場合は、同期発電が可能な場合は同期発電とするように制御を行う。

【 0 0 4 5 】

同期発電モードとインバータ発電モードの選択は、電機子巻線 2 3 に発生する誘起電圧と車載電源装置 1 0 2 の電圧との関係より行なわれ、電機子巻線 2 3 の誘起電圧が車載電源装置 1 0 2 の電圧より低い場合はインバータ発電モードが選択され、逆に電機子巻線 2 3 の誘起電圧が車載電源装置 1 0 2 の電圧より高い場合は同期発電モードが選択される。

40

【 0 0 4 6 】

電機子巻線 2 3 の誘起電圧は、界磁電流と回転子部 2 2 の回転速度に依存するため、予め界磁電流と回転速度と誘起電圧の関係を、誘起電圧マップ M 0 として制御部 4 のメモリ M に格納しておくことにより、界磁電流と回転速度とに基づいて誘起電圧マップ M 0 から誘起電圧を読み出し、その読み出した誘起電圧と車載電源装置 1 0 2 の電圧とを比較して前述の発電モードを決めることができ、発電モード選択の処理を速くすることができる。

50

誘起電圧マップM0での電圧値は、誘起電圧値でなく回転電機端子部における電圧値でもよい。

【0047】

又、回転電機1の発電動作時に、回転機部2と電力変換部3と制御部4とが一体に構成されている回転電機1が車両に搭載されている位置での雰囲気温度が車両の状態により高温となることがあり、この状態で発電をすると電力変換部3での発熱により、回転電機1の温度が上昇することとなるが、この場合は、高温時での発電効率が良い発電モードを選択することが望ましい。具体的には、誘起電圧マップM0による発電モードの選択に変えて、回転子部22の回転数と電機子巻線23の誘起電圧と指令Cによる発電指令値とにより発電効率と発電モードを決定する発電制御マップM1を制御部4のメモリMに格納して

10

【0048】

又、発電をすることで、電力変換部3の温度が上昇する場合があるが、電力変換部3に設置した電力変換部温度検出器52により電力変換部3の温度を監視しており、電力変換部温度検出器52からの検出温度が電力変換素子にとって許容温度を超えた場合に、保護機能が作動して電力変換部3出力が停止することになる。

【0049】

制御部4は、電力変換部温度検出器52の検出温度別発電制御マップM2をメモリ等に記憶しており、電力変換部温度検出器52での検出温度がある閾値を超えた場合は、指令Cによる発電指令値よりも、検出温度別発電制御マップM2にもとづく発電出力を優先させて発電による電機子電流を制御する。検出温度別発電制御マップM2では、検出温度別の発電可能な発電指令（たとえば、トルク、又は出力電流値）が格納されている。この検出温度別発電制御マップM2での発電指令は、電力変換素子の温度上昇を抑制できる発電指令として設定されているため、電力変換素子の温度上昇を抑制でき、発電を継続することが可能となる。

20

【0050】

検出温度別発電制御マップM2では、例えば、検出温度での連続発電可能となる発電指令値、発電モードが格納されている。電力変換素子の温度を検出する電力変換部温度検出器52は、それぞれの電力変換素子U1、U2、V1、V2、W1、W2に組み込まれて

30

【0051】

又、前述の発電制御マップM1、検出温度別発電制御マップM2では、回転電機1の端子電圧での複数の電圧に対応したマップを備えている。制御部4の演算部41は、発電動作時の電圧センサVSからの電圧検出値、回転センサ25からの回転数検出値に応じて、格納されている発電制御マップを補間演算して、発電量、発電モードを選択することができる。これにより、温度保護機能により発電動作を停止させることなく、発電動作を継続させることが可能となる。

40

【0052】

又、発電モードの切替が発生する場合、発電モードの遷移により、同期発電モードと、インバータ発電モードでハンチングが頻繁に発生しないように、同期発電モードとインバータ発電モードとの切り替えを行なう回転子部22の回転数にはヒステリシスが設定されている。

【0053】

実施の形態2 .

この発明の実施の形態2による回転電機の制御装置及び制御方法は、実施の形態1による回転電機の制御装置及び制御方法に以下述べる機能を追加したものである。即ち、制御部4に、制御部温度検出部53が設置されており、制御部4の温度を検知可能としている

50

。制御部温度検出部 5 3 は、制御部 4 に於ける制御基板の温度を検出することができる例えばサーミスタ等で構成することが可能である。その他の構成は実施の形態 1 の場合と同様である。

【 0 0 5 4 】

この発明の実施の形態 2 による回転電機の制御装置及び制御方法は、電力変換部温度検出器 5 2 からの温度検出値と制御部温度検出部 5 3 からの温度検出値との双方から判断して、別の検出温度別発電制御マップ M 3 を用いるように構成されている。制御部 4 を構成する電子部品では許容温度が、電力変換素子での許容温度よりも低いものが存在するため、電力変換部 3 の温度だけでなく、制御部 4 の温度も考慮した制御を行う。検出温度別発電制御マップ M 3 では、検出温度別発電制御マップ M 2 と同様に検出温度での連続発電可能となる発電指令値、発電モードが格納されており、制御部温度検出部 5 3 での温度分を考慮したデータが格納されている。

10

【 0 0 5 5 】

又、前述の発電制御マップ M 1、検出温度別発電制御マップ M 2 では回転電機端子の複数の電圧に対応したマップを備えている。制御部 4 で、発電動作時の電圧センサ V S の電圧検出値と、回転センサ 2 5 の回転数検出値に応じて、内部マップを補間演算されて、発電量、発電モードが選択されるものとなる。

【 0 0 5 6 】

以上、この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 による回転電機の制御装置及び制御方法では、回転機部 2 と電力変換部 3 が一体化しているものとして説明したが、回転機部 2 と電力変換部 3 は別体に構成されこれらが電力線や信号線のケーブルで相互に接続された構成であっても同様の作用及び効果を得ることができる。

20

【 0 0 5 7 】

又、前述の各実施の形態では、固定子部 2 1 の固定子巻線である電機子巻線 2 3 が三相巻線である場合について説明したが、3 相に限定されるものではなく、他の多相巻線の場合であっても、或いは多相多群の巻線の場合であってもこの発明を適用することが可能であり、前述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

以上述べたこの発明による実施の形態 1 及び実施の形態 2 による回転電機の制御装置及び制御方法は、少なくとも下記の発明のうちの何れか一つを具体化したものである。

30

(1) 電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、

前記回転子部の回転数を検出する回転センサと、

前記電力変換部の温度を検出する電力変換部温度検出器と、

前記電力変換部を制御する制御部と、

前記制御部に格納され、前記回転機部を前記発電機として動作させる複数の発電モードを記憶した発電制御マップと、
を備え、

40

前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、

前記制御部は、前記回転センサにより検出された前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応して前記発電制御マップから読み出した発電モードに基づいて、前記電力変換部を制御するように構成され、且つ、前記電力変換部温度検出器により検出された前記電力変換部の温度に対応して前記検出温度別発電制御マップから読み出した発電出力に基づいて、前記電力変換部を制御するように構成されている、
ことを特徴とする回転電機の制御装置。

この発明によれば、電力変換部温度検出器からの情報により、発電制御マップから発電

50

動作を同期発電モードとインバータ発電モードを選択して、効率のよい発電動作をさせることができる。又、発電制御マップが、温度と発電要求出力に対応しており、温度と要求出力に対して、効率のよい発電モードを選択できる。このことにより、回転電機の温度上昇を抑制され、回転電機の温度保護による出力停止を回避して、出力をしつづけることができる。又、発電出力をしつづけることにより、車載電源装置の負荷を低減でき、長寿命化も行える。

【0060】

(2) 前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応する連続発電出力可能範囲が格納されている、

ことを特徴とする上記(1)に記載の回転電機の制御装置。

この発明によれば、回転電機の温度上昇を抑制され、回転電機の温度保護による出力停止を回避して、出力をしつづけることができ、車載電源装置の負荷を低減でき、長寿命化も可能となる。

【0061】

(3) 前記制御部は、前記電力変換部温度検出器が検出した温度が所定の閾値を超えた場合は、前記発電制御マップに格納された前記連続発電出力可能範囲に於いて前記電力変換部を制御するように構成されている、

ことを特徴とする上記(2)に記載の回転電機の制御装置。

この発明によれば、回転電機の温度上昇を抑制され、回転電機の温度保護による出力停止を回避して、出力をしつづけることができる。又、発電出力をしつづけることにより、車載電源装置の負荷を低減でき、長寿命化も可能となる。

【0062】

(4) 電機子巻線を有する固定子部と、界磁巻線を有する回転子部とを含み、電動機として動作する電動機能と、外力により回転子部が回転させられたときに発電機として動作する発電機能とを備えた回転機部と、

前記回転機部と電源との間の電力変換を行う電機子電力変換部と、前記界磁巻線に流れる界磁電流を制御する界磁電力変換部とを備えた電力変換部と、

を備えた回転電機の制御方法であって、

前記回転子部の回転数と前記電機子巻線に誘起される誘起電圧とに対応した発電モードを、複数の発電モードを格納した発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御し、且つ前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応した発電出力を記憶した検出温度別発電制御マップを含み、検出された前記電力変換部の温度に対応した発電出力を前記検出温度別発電制御マップから読み出して前記電力変換部を制御する、

ことを特徴とする回転電機の制御方法。

この発明によれば、電力変換部温度検出器からの情報により、発電制御マップから発電動作を同期発電モードとインバータ発電モードを選択して、効率のよい発電動作をさせることができる。又、電力変換部の温度検出部の情報、制御部の温度検出部の情報により、発電制御マップから発電動作を同期発電モードとインバータ発電モードを選択して、温度により効率のよい発電動作をさせることができる。電子部品の多い制御部は電力変換部よりも許容温度が低い部品もあるため、制御部の温度、電力変換部の温度から総合的に判断して発電動作を行うことができる。

【0063】

(5) 前記発電制御マップは、前記電力変換部の温度に対応する連続発電出力可能範囲が格納されており、

前記電力変換部の温度が所定の閾値を超えた場合は、前記発電制御マップに格納された前記連続発電出力可能範囲に基づいて前記電力変換部を制御する、

ことを特徴とする上記(4)に記載の回転電機の制御方法。

この発明によれば、回転電機の温度上昇を抑制され、回転電機の温度保護による出力停止を回避して、出力をしつづけることができる。又、発電出力をしつづけることにより、車載電源装置の負荷を低減でき、長寿命化も可能となる。

10

20

30

40

50

【0064】

尚、この発明は前述の実施の形態1及び2による回転電機の制御装置及び制御方法に限定されるものではなく、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、実施の形態1及び2の構成を適宜組み合わせたり、その構成に一部変形を加えたり、構成を一部省略することが可能である。

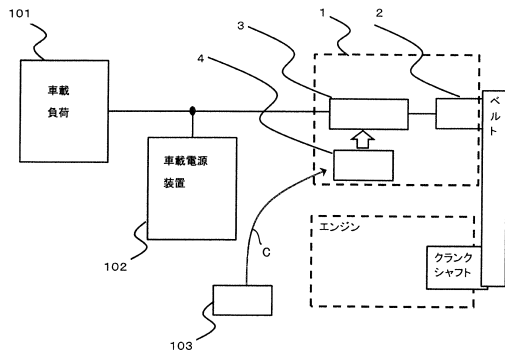
【符号の説明】

【0065】

1 回転電機、2 回転機部、3 電力変換部、4 制御部、5 内燃機関、6 クランクシャフト、7 ベルト、101 車載負荷、102 車載電源装置、103 上位制御装置、21 固定子部、22 回転子部、23 電機子巻線、24 界磁巻線、25 回転センサ、31 電機子電力変換部、32 界磁電力変換部、U1 U相上アーム電力変換素子、U2 U相下アーム電力変換素子、V1 V相上アーム電力変換素子、V2 V相下アーム電力変換素子、W1 W相上アーム電力変換素子、W2 W相下アーム電力変換素子、U1d、U2d、V1d、V2d、W1d、W2d 寄生ダイオード、51 平滑コンデンサ、41 演算部、42 界磁電流デューティ信号生成回路、43 電機子通電信号生成回路、52 電力変換部温度検出部 53 制御部温度検出部、C 指令、CS 界磁電流センサ、M メモリ、VS 電圧センサ、PS 電機子電流センサ

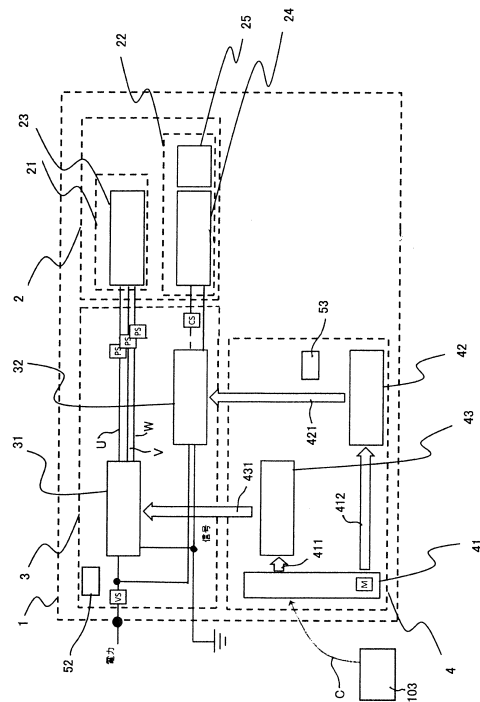
【図1】

図1



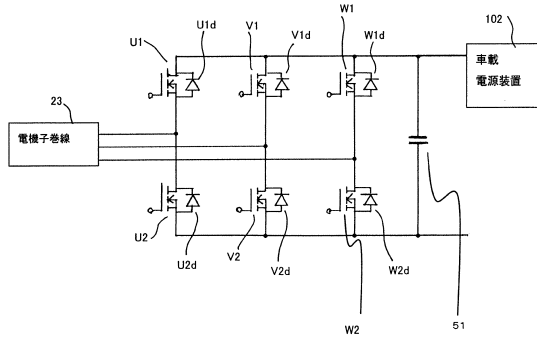
【図2】

図2



【図3】

図3



フロントページの続き

審査官 マキロイ 寛済

- (56)参考文献 特開2003-061399(JP,A)
特開2009-130954(JP,A)
国際公開第2013/132606(WO,A1)
特開2005-237084(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02P 9/30
H02P 101/25
H02P 103/20