

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5726369号
(P5726369)

(45) 発行日 平成27年5月27日(2015.5.27)

(24) 登録日 平成27年4月10日(2015.4.10)

(51) Int.Cl.

HO2P 9/04 (2006.01)

F 1

HO2P 9/04

M

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-503355 (P2014-503355)
 (86) (22) 出願日 平成24年3月7日 (2012.3.7)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/055797
 (87) 国際公開番号 WO2013/132606
 (87) 国際公開日 平成25年9月12日 (2013.9.12)
 審査請求日 平成26年2月7日 (2014.2.7)

(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
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (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
 (74) 代理人 100161171
 弁理士 吉田 潤一郎
 (74) 代理人 100161115
 弁理士 飯野 智史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】車両用発電電動機の電力変換装置および車両用発電電動機の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

界磁巻線と電機子巻線とを有する回転電機に電力変換装置が接続されて外部からの動作指令に従って制御を行う車両用発電電動機の電力変換装置であつて、

前記界磁巻線と電力の入出力端子間に接続され、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、

前記電機子巻線と前記入出力端子間に接続され、交直相互変換を行う電機子電力変換部と、

前記動作指令に基づく前記回転電機の動作モードに応じて前記界磁電力変換部と前記電機子電力変換部を制御する制御部を備え、

前記制御部は、

前記入出力端子から供給される直流電力を交流電力に変換し前記回転電機に駆動トルクを発生させる駆動モード、

前記回転電機で発電された交流電力を直流電力に変換し前記入出力端子に接続された外部の負荷へ供給する発電モード、および

前記回転電機で発電された交流電力を前記回転電機内部および前記電力変換装置内部で消費し、制動トルクを発生させる制動モード、

のうち、前記駆動モードと少なくとも前記発電モードまたは制動モードを含む複数の動作モード間で動作モードを切換え、

前記駆動モードから他のモードへ遷移する際に、次に遷移するモードの種類に従って前

10

20

記電機子巻線の電機子電流の通電を停止するタイミングを変え、

前記制御部は、前記回転電機の動作を駆動モードから他の動作モードに遷移させる際に、ただちに前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第一の駆動停止手段と、

前記界磁電力制御部に界磁電流の低減処理を開始させ、その後、界磁電流が所定の閾値以下になった場合に、前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第二の駆動停止手段と、

駆動モードから発電モードまたは制動モードに遷移させる際には前記第一の駆動停止手段を使用し、駆動モードから発電モードまたは制動モード以外に遷移させる際には前記第二の駆動停止手段を使用するように切り換える切換手段と、

含む、

ことを特徴とする車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項 2】

界磁巻線と電機子巻線とを有する回転電機に電力変換装置が接続されて外部からの動作指令に従って制御を行う車両用発電電動機の電力変換装置であって、

前記界磁巻線と電力の入出力端子間に接続され、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、

前記電機子巻線と前記入出力端子間に接続され、交直相互変換を行う電機子電力変換部と、

前記動作指令に基づく前記回転電機の動作モードに応じて前記界磁電力変換部と前記電機子電力変換部を制御する制御部を備え、

前記制御部は、

前記入出力端子から供給される直流電力を交流電力に変換し前記回転電機に駆動トルクを発生させる駆動モード、

前記回転電機で発電された交流電力を直流電力に変換し前記入出力端子に接続された外部の負荷へ供給する発電モード、および

前記回転電機で発電された交流電力を前記回転電機内部および前記電力変換装置内部で消費し、制動トルクを発生させる制動モード、

のうち、前記駆動モードと少なくとも前記発電モードまたは制動モードを含む複数の動作モード間で動作モードを切換え、

前記駆動モードから他のモードへ遷移する際に、次に遷移するモードの種類に従って前記電機子巻線の電機子電流の通電を停止するタイミングを変え、

前記制御部は、前記回転電機の動作を駆動モードから他の動作モードに遷移させる際に、前記界磁電力変換部に界磁電流の低減処理を開始させ、その後、界磁電流が、遷移する動作モードによって設定されたそれぞれの所定の閾値以下になった場合に、前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる駆動停止手段を含む、

ことを特徴とする車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項 3】

前記発電モードへの遷移の際の界磁電流の前記閾値が、他の動作モードへの遷移の際の界磁電流の前記閾値より大きいことを特徴とする請求項 2に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項 4】

前記界磁電流の前記閾値が、前記回転電機が次に遷移する動作モードと、前記回転電機の回転速度に従って設定されることを特徴とする請求項 2 または 3に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項 5】

前記界磁電流の前記閾値が、前記回転電機が次に遷移する動作モードと、前記回転電機の回転速度と、前記入出力端子の電圧に従って設定されることを特徴とする請求項 2 または 3に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項 6】

10

20

30

40

50

前記界磁電流の前記閾値が、前記回転電機が次に遷移する動作モードが前記発電モードの場合、モード遷移直後の発電電流が所定値以下になるように設定されることを特徴とする請求項2から5までのいずれか1項に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項7】

外部からの前記動作指令が発電トルク指令を含み、前記制御部は、発電時に前記回転電機が発生するトルクが外部から与えられる前記発電トルク指令と一致するように発電電力を制御する発電トルク制御手段を含み、前記回転電機が次に遷移する動作モードが発電モードの場合、前記界磁電流の前記閾値が、前記発電トルク指令値に従って設定されることを特徴とする、請求項2から5までのいずれか1項に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

10

【請求項8】

外部からの前記動作指令が発電トルク制限値を含み、前記制御部は、発電時に前記回転電機が発生するトルクが前記発電トルク制限値以下となるように発電電力を制御する発電トルク制限手段を含み、前記回転電機が次に遷移する動作モードが発電モードの場合、前記界磁電流の前記閾値が、前記発電トルク制限値に従って設定されることを特徴とする、請求項2から5までのいずれか1項に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

【請求項9】

前記界磁電流のための前記閾値の代わりに、前記界磁電流が前記所定の閾値以下になるのに相当するそれぞれの所定の時間経過を使用することを特徴とする請求項1から8までのいずれか1項に記載の車両用発電電動機の電力変換装置。

20

【請求項10】

界磁巻線と電機子巻線とを有する回転電機に電力変換装置が接続されて外部からの動作指令に従って制御を行う車両用発電電動機の制御方法であつて、

前記界磁巻線と電力の入出力端子間に接続された界磁電力変換部により界磁巻線に流れ
る界磁電流を制御し、

前記電機子巻線と前記入出力端子間に接続された電機子電力変換部により交直相互変換を行ひ、

制御部により前記動作指令に従った前記回転電機の動作モードに応じて前記界磁電力変換部と前記電機子電力変換部を制御し、

前記入出力端子から供給される直流電力を交流電力に変換し前記回転電機に駆動トルクを発生させる駆動モード、

30

前記回転電機で発電された交流電力を直流電力に変換し前記入出力端子に接続された外部の負荷へ供給する発電モード、および

前記回転電機で発電された交流電力を前記回転電機内部および前記電力変換装置内部で消費し、制動トルクを発生させる制動モードのうち、

前記駆動モードと少なくとも前記発電モードまたは制動モードを含む動作モード間で動作モードを切換え、前記駆動モードから他のモードへ遷移する際に、次に遷移するモードの種類に従って前記電機子巻線の電機子電流の通電を停止するタイミングを変え、

前記回転電機の動作を駆動モードから他の動作モードに遷移させる際に、ただちに前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第一の駆動停止と、

40

前記界磁電力制御部に界磁電流の低減処理を開始させ、その後、界磁電流が所定の閾値以下になった場合に、前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第二の駆動停止と、を行ひ、

駆動モードから発電モードまたは制動モードに遷移させる際には前記第一の駆動停止を行い、駆動モードから発電モードまたは制動モード以外に遷移させる際には前記第二の駆動停止を行うように切り換える、

ことを特徴とする車両用発電電動機の制御方法。

【請求項11】

界磁巻線と電機子巻線とを有する回転電機に電力変換装置が接続されて外部からの動作指令に従って制御を行う車両用発電電動機の制御方法であつて、

50

前記界磁巻線と電力の入出力端子間に接続された界磁電力変換部により界磁巻線に流れる界磁電流を制御し、

前記電機子巻線と前記入出力端子間に接続された電機子電力変換部により交直相互変換を行い、

制御部により前記動作指令に従った前記回転電機の動作モードに応じて前記界磁電力変換部と前記電機子電力変換部を制御し、

前記入出力端子から供給される直流電力を交流電力に変換し前記回転電機に駆動トルクを発生させる駆動モード、

前記回転電機で発電された交流電力を直流電力に変換し前記入出力端子に接続された外部の負荷へ供給する発電モード、および

前記回転電機で発電された交流電力を前記回転電機内部および前記電力変換装置内部で消費し、制動トルクを発生させる制動モードのうち、

前記駆動モードと少なくとも前記発電モードまたは制動モードを含む動作モード間で動作モードを切換え、前記駆動モードから他のモードへ遷移する際に、次に遷移するモードの種類に従って前記電機子巻線の電機子電流の通電を停止するタイミングを変え、

前記回転電機の動作を駆動モードから他の動作モードに遷移させる際に、前記界磁電力変換部に界磁電流の低減処理を開始させ、その後、界磁電流が、遷移する動作モードによって設定されたそれぞれの所定の閾値以下になった場合に、前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる、

ことを特徴とする車両用発電電動機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、主に車両に搭載され、エンジンの始動やトルクアシスト時には電動機として動作すると共に、始動後には発電機としても動作する電機子巻線及び界磁巻線を有する界磁巻線式発電電動機からなる車両用発電電動機の電力変換装置および車両用発電電動機の制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、燃費の向上や、環境基準への適合を目的とし、発電電動機を搭載し、車両の停止時にエンジンを停止させ発進時に再始動を行いうわゆるアイドルストップを行う車両が開発されている。このような車両用の発電電動機は小型、低成本、高トルクが求められるため、界磁巻線式発電電動機を用いることが多い。

【0003】

一般に、界磁巻線式発電電動機は、電機子巻線のインダクタンスに比べ界磁巻線のインダクタンスが大きいため、駆動を停止させる際に電機子巻線と界磁巻線への通電を同時に停止すると、電機子電流に対して界磁電流の低減速度が遅く、残留界磁磁束によって発生する誘起電圧で意図しない発電状態となることがある。このような場合、過大な発電によってバッテリや他の機器類に悪影響を与えたたり、過度な制動トルクの出力によってエンジン制御にも悪影響を与えることがある。

【0004】

これに対し、下記特許文献1では、駆動停止の指示が出たあと、電機子への通電を継続したまま界磁電流の低減処理を行い、界磁電流がある一定のレベルまで低下した後に、電機子への通電を停止することで、発電を防止する方法が提案されている。

【0005】

下記特許文献1ではこの界磁電流レベルについて、発電電動機の回転速度と入力端子間電圧(以下、B端子電圧という)またはバッテリ電圧を用いて、誘起電圧がB端子電圧またはバッテリ電圧を下回るような範囲の値を求めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特許第4185094号公報
 【特許文献2】特許第4570982号公報
 【特許文献3】特開2010-81709号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

しかし、上述の下記特許文献1のような制御を一律に行うと、例えばエンジンを始動するための駆動を終了した後、エンジンの吹け上がりを抑制するためにすぐに発電を行いたい場合などに、制動方向のトルクを出力したいにもかかわらず、界磁電流の過減、および停止制御が完了するまでは駆動方向のトルクを出力してしまう。10

また、この場合本来発電を行いたいにもかかわらず、電機子側は通電を継続しているため、この間の電機子側の電力は無駄に消費されることとなる。

このように、特許文献1による方法では、駆動停止後、次のモードに迅速に遷移できないという課題がある。

【0008】

また、特許文献2では、界磁電流急速減衰手段を設け、駆動モードから発電モードへ遷移する際に当該手段を作動させることで、発電を防止する方法が提案されているものの、界磁電流急速減衰手段の実装に際し追加コストがかかるという問題がある。

【0009】

この発明は、部品や回路の追加なしに、駆動停止時の残留界磁磁束による意図しない発電や過度な発電トルクを防ぎ、次の動作モードに迅速に遷移することができる車両用発電電動機の電力変換装置等を提供することを目的とする。20

【課題を解決するための手段】**【0010】**

この発明は、界磁巻線と電機子巻線とを有する回転電機に電力変換装置が接続されて、外部からの動作指令に従って制御を行う車両用発電電動機の電力変換装置であって、前記界磁巻線と電力の入出力端子間に接続され、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、前記電機子巻線と前記入出力端子間に接続され、交直相互変換を行う電機子電力変換部と、前記動作指令に基づく前記回転電機の動作モードに応じて前記界磁電力変換部と前記電機子電力変換部を制御する制御部を備え、前記制御部は、前記入出力端子から供給される直流電力を交流電力に変換し前記回転電機に駆動トルクを発生させる駆動モード、前記回転電機で発電された交流電力を直流電力に変換し前記入出力端子に接続された外部の負荷へ供給する発電モード、および前記回転電機で発電された交流電力を前記回転電機内部および前記電力変換装置内部で消費し、制動トルクを発生させる制動モード、のうち、前記駆動モードと少なくとも前記発電モードまたは制動モードを含む複数の動作モード間で動作モードを切換え、前記駆動モードから他のモードへ遷移する際に、次に遷移するモードの種類に従って前記電機子巻線の電機子電流の通電を停止するタイミングを変え、前記制御部は、前記回転電機の動作を駆動モードから他の動作モードに遷移させる際に、ただちに前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第一の駆動停止手段と、前記界磁電力制御部に界磁電流の低減処理を開始させ、その後、界磁電流が所定の閾値以下になった場合に、前記電機子電力変換部に電機子電流の通電を停止させる第二の駆動停止手段と、駆動モードから発電モードまたは制動モードに遷移させる際には前記第一の駆動停止手段を使用し、駆動モードから発電モードまたは制動モード以外に遷移させる際には前記第二の駆動停止手段を使用するように切り換える切換手段と、含む、ことを特徴とする車両用発電電動機の電力変換装置等にある。30

【発明の効果】**【0011】**

この発明によれば、部品や回路の追加なしに、駆動停止時の残留界磁磁束による意図しない発電や過度な発電トルクを防ぎ、次の動作モードに迅速に遷移することができる。40

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】**【0012】**

【図1】この発明による車両用発電電動機の電力変換装置を搭載した車両システムの概略的な構成図である。

【図2】この発明の実施の形態1における駆動モードを終了する際の電力変換装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】この発明の実施の形態2における駆動モードを終了する際の電力変換装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】この発明の実施の形態2における低減動作完了判定用の界磁電流レベル I_{fth} を示す図である。 10

【図5】この発明の実施の形態2における低減動作を説明するための図である。

【図6】この発明の実施の形態3における発電時界磁電流指令 I_{fg} を説明するための図である。

【図7】この発明の実施の形態3における低減動作を説明するための図である。

【図8】この発明による車両用発電電動機の電力変換装置の制御部の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】**【0013】**

この発明では、複数の駆動停止手段を持ち、次に遷移するモードによって使用する駆動停止手段を切換えるものである。 20

また、界磁電流低減処理の開始後、駆動停止手段を開始する界磁電流のレベルを、次に遷移するモードによって決定することとしたものである。

【0014】

以下、この発明による車両用発電電動機の電力変換装置等を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、同一または相当部分は同一符号で示し、重複する説明は省略する。

【0015】**実施の形態1.**

図1はこの発明による車両用発電電動機の電力変換装置を搭載した車両システムの概略的な構成図である。図1において、発電電動機1の回転電機20は、例えばベルト等の動力伝達部4を介してエンジン3に接続されている。 30

【0016】

外部のアイドルストップシステムのコントローラまたはキースイッチ(共に図示省略)などから運転モードやトルク指令等を含む動作指令(O.C.)を受けて、発電電動機はその指令に応じた運転を行う。

【0017】

例えばエンジン3を始動させると、発電電動機1は電動機として動作し(駆動モード)、エンジンを回転させる。エンジンの運転中は、発電電動機1は発電機として動作し(発電モード)、発電した電力を充電可能な電源であるバッテリ(またはキャパシタ、以下バッテリとする)2に供給する。発電モードでは、発電電圧が一定となるように制御したり、あるいは指令されたトルクを発生させるように発電電流を制御したりする。また、エンジン3の運転中であっても必要に応じて電動機として動作し、トルクアシストを行う場合などがある。また、このほかに、発電した電力を発電電動機1内部で消費し、制動トルクを発生させるモード(制動モード)や、何も動作を行わず待機するモード(停止モード)等、を備える。 40

【0018】

発電電動機1は、電力変換装置10と回転電機20により構成されている。電力変換装置10は、界磁電力変換部11、電機子電力変換部12、これらの電力変換部11, 12に対して電力変換素子のオン・オフ指令を行う制御部13、界磁電流を検出するための電流センサ14を備える。回転電機20は、界磁電流を通電させ、界磁磁束を発生させる界 50

磁巻線 2 1、電機子巻線 2 2、さらに回転電機 2 0 の回転速度等を得るために必要な位置センサ 2 3 を備える。

【 0 0 1 9 】

発電電動機 1 の界磁電力変換部 1 1 は、一般的には、電力変換素子としての M O S F E T によるハーフブリッジ回路が用いられる。界磁電力変換部 1 1 は、制御部 1 3 からの電力変換素子のオン・オフ指令によって動作し、界磁巻線 2 1 へ P W M 制御によって界磁電流を通電させる。電機子電力変換部 1 2 には、一般的には、電力変換素子としての M O S F E T による 3 相ブリッジ回路が用いられる。電機子電力変換部 1 2 は、駆動時(駆動モード)には、制御部 1 3 からの電力変換素子のオン・オフ指令によって動作し、電機子巻線 2 2 へ電機子電流を通電させる。発電時(発電モード)には、電機子巻線 2 2 からの電機子電流を整流し、電力をバッテリ 2 や他の負荷へ供給する。制動時(制動モード)には、3 相ブリッジ回路の片側アームの電力変換素子を全てオンし(3 相短絡制動という)、発電した電力を発電電動機 1 内部で消費させる。停止時(停止モード)は、電力変換素子を全てオフする。なお、駆動モードからそれ以外の次のモードに遷移する場合、後述する制御を経て、最終的に電力変換素子を全てオフし、次のモードへ移行する。なお、これらのブリッジ回路の回路構成自体は周知の技術であるので、これ以上の詳細な説明は省略する。また、バッテリ(キャパシタ) 2 に接続された電力変換装置 1 0 または発電電動機 1 の端子 B , E を電力の入出力端子とする。

【 0 0 2 0 】

制御部 1 3 は記憶部を含むコンピュータで構成され、図 8 に制御部 1 3 の機能ブロック図の一例を示す。図 8 では全ての実施の形態に係る構成がまとめて示されている。制御部 1 3 はタイマ 1 3 1 、記憶手段 1 3 2 、第一の駆動停止手段 1 3 3 、第二の駆動停止手段 1 3 4 、切換手段 1 3 5 、駆動停止手段 1 3 6 、発電トルク制御手段 1 3 7 を含む。

【 0 0 2 1 】

統いて、図 2 を参照しながら、制御部 1 3 の制御による電力変換装置 1 0 の動作を説明する。図 2 は、制御部 1 3 の制御による駆動モードを終了する際の電力変換装置の動作を示すフローチャートである。まず、ステップ S 1 において、次の動作モード指令が発電モードまたは制動モードかを判定する。次のモード指令が発電モードまたは制動モードの時、ステップ S 2 へ進む。そうでない場合、すなわち次のモード指令が発電モードおよび制動モード以外の例えば停止モード等のその他のモードの場合、ステップ S 3 へ進む。

【 0 0 2 2 】

ステップ S 2 では、電機子(2 2)側の駆動動作を停止させ、駆動動作を終了し、発電モードまたは制動モードへ遷移する。すなわち、次の動作モード指令が発電モードの場合、界磁電力変換部 1 1 による界磁電流の低減処理を行わず、界磁電力変換部 1 1 、電機子電力変換部 1 2 を制御して、ただちに駆動モードを終了し、発電モードへ遷移する。同様に、動作モード指令が制動モードの場合、界磁電力変換部 1 1 による界磁電流の低減処理を行わず、界磁電力変換部 1 1 、電機子電力変換部 1 2 を制御して、ただちに駆動モードを終了し、制動モードへ遷移する。

【 0 0 2 3 】

一方、ステップ S 3 では、電機子電力変換部 1 2 を制御して電機子の通電を継続したまま、界磁電力変換部 1 1 の制御を止めて界磁巻線 2 1 への通電を停止させてことで、界磁電流を低減させる(低減動作)。その後、ステップ S 4 において、低減動作完了判定用の界磁電流レベルを演算する。この界磁電流レベルについては、例えば上述の特許文献 1 の発明のように、発電電動機 1 の回転速度と、B 端子電圧(図 1 の符号 B の入出力端子電圧)またはバッテリ電圧(規格のバッテリ電圧: 1 2 V , 2 4 V , 3 6 V 等)とを用いて、誘起電圧が B 端子電圧またはバッテリ電圧を下回るような範囲の値を求める。このための制御部 1 3 は B 端子電圧を得るために入出力端子 B にも接続されている。また制御部 1 3 の記憶手段 1 3 2 に使用バッテリの規格電圧が格納されている。後述するように、発電電動機 1 の回転速度、B 端子電圧またはバッテリ電圧毎の上記界磁電流レベルをテーブルや数式等にして低減動作完了判定用(界磁電流レベル)情報として予め記憶手段 1 3 2 に格納して

10

20

30

40

50

おいてもよい。

【0024】

ここで制御部13は、発電電動機1の回転速度は回転電機20の回転位置を検出する位置センサ23からの位置の時間的变化から求め、界磁電流は電流センサ14から得る。そして、回転電機20の誘起電圧、回転速度、界磁電流はおよそ以下の関係にある。

$$(誘起電圧) = (\text{係数}) \times (\text{回転速度}) \times (\text{界磁電流})$$

$$(\text{界磁電流}) = (\text{誘起電圧}) / \{(\text{係数}) \times (\text{回転速度})\}$$

【0025】

低減動作完了判定用の界磁電流レベルを求めた後、ステップS5において、界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベル(所定の閾値)以下か否かを判定する。界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベル以下であれば、この段階で電機子電力変換部12の制御を止めて電機子側への通電を停止しても、誘起電圧で意図しない発電を行うことは無いため、ステップS2へ進み、電機子側の駆動動作を停止させ、駆動動作を終了する。

10

【0026】

一方、ステップS5において、界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベルを上回っている場合、ステップS6へ進む。この時点で電機子側の駆動動作を停止させると、発電の指令をしていないのに発電を行ってしまうため、ステップS6では駆動モードの電機子通電制御を継続する。その後、ステップS1へ進み、この一連のフロー(ステップS5 S6 S1 S3 S4 S5)を繰り返すことで、界磁電流が低減動作判定完了用の界磁レベル以下まで低下するのを待ってから、駆動を停止する。

20

【0027】

なお、ステップS1が切換手段135、ステップS2が第一の駆動停止手段133、ステップS1～S6が第二の駆動停止手段134を構成する。

【0028】

この実施の形態では、駆動モードから発電モードへの遷移、または駆動モードから制動モードへの遷移の場合のみ、界磁の立下りを待たずに、すぐに駆動を停止し、発電または制動へ遷移させる。それ以外の動作モードの場合は、界磁電流が一定値以下になってから駆動を停止し、次の動作モードへ遷移させる。駆動モードは必須であるが、発電モード、制動モードはどちらか1つがあればよく、特に制動モードは無くてもよい。

30

【0029】

以上のように、この実施の形態においては、駆動を終了する際に、次のモード指令が発電モードまたは制動モードの場合には、界磁電流の低減を待つことなくただちに発電モードまたは制動モードへ遷移し、そうでない場合には残留界磁電流によって意図しない発電を行わないよう、低減処理を行ってから駆動を終了する。そのため、次の動作モード指令が発電モードまたは制動モードの場合には速やかに発電動作または制動動作を行うことができ、それ以外の停止モード等の場合には意図しない発電を防ぐことができる。

【0030】

なお、本実施の形態において次のモードが発電モードまたは制動モード以外の場合、駆動を停止するかどうかの判定に界磁電流レベル(閾値)を用いているが、これを界磁電流低減制御が開始してから(すなわち、次のモード指令を受信してから)の、界磁電流が上述の界磁電流レベルになるのに相当するそれぞれの所定の経過時間を用いて判定してもよい(所定時間経過後に駆動を停止)。この場合、時間経過は例えばタイマ131でカウントする。このような場合も、例えば、遷移する各動作モード、発電電動機1の回転速度、B端子電圧またはバッテリ電圧毎の経過時間を低減動作完了判定用(経過時間)情報として数式またはテーブルとして記憶手段132に予め記憶しておき、これを使用するようにしてもよい。

40

【0031】

実施の形態2.

次に、この発明の実施の形態2による車両用発電電動機の電力変換装置について説明する

50

。図3はこの発明の実施の形態2による、制御部13の制御による駆動モードを終了する際の電力変換装置の動作を示すフローチャートである。駆動モードを終了する際の電力変換装置の動作以外は、実施の形態1と同様であるため、説明を省略する。

【0032】

まず、ステップS11において、界磁電流の低減処理(低減動作)を開始する。この低減処理は、実施の形態1と同様である。

【0033】

次に、ステップS12では、低減動作完了判定用の界磁電流レベル I_{fth} を演算する。この界磁電流レベル I_{fth} は、図4に示すように、次の動作モード指令、B端子電圧またはバッテリ電圧、回転速度から定まる値を用いる。

10

【0034】

例えば図4では、発電電動機の回転速度Nmgと遷移する動作モードに対する界磁電流レベル I_{fth} (閾値)が示されている。Aは次の動作モードが発電モードの時の I_{fth} 、Bは次の動作モードが発電モード以外の時の I_{fth} を示す。発電モードの界磁電流レベル I_{fth} は発電モード以外の停止モード等の界磁電流レベル I_{fth} より高く設定されている。このような関係がバッテリ電圧毎($V_B = 12V, 24V, 36V$)に設定されている。同様にして検出したB端子電圧ごとに設定しておくことも可能であり、また数式として規定しておくことも可能である。このような情報(低減動作完了判定用情報)は例えば記憶手段132に予め格納しておき、使用することが可能である。

特に界磁電流レベル I_{fth} (閾値)は、回転電機が次に遷移する動作モードが発電モードの場合、モード遷移直後の発電電流が所定値以下になるように設定される。

20

【0035】

次の動作モード指令(遷移先モード)が発電モードの時には、低減動作完了判定用の界磁電流レベル I_{fth} (閾値)を発電時の最大界磁電流 I_{fMAX} 付近に設定し、なるべく早い段階で駆動モードから発電モードへ遷移できるようとする。

ただし、高回転かつ大きな界磁電流が流れている状態で駆動モードから発電モードに遷移した場合、遷移直後に過大な発電電流が生じ、場合によっては過電圧を引き起こすことがある。そのような場合は、図4の破線で示すように、界磁電流レベル I_{fth} の値を発電電流がある一定の値を超えないような範囲で定める。

【0036】

30

一方、次の動作モード指令が停止モードの時には、特許文献1の発明のように、発電電動機の回転速度とB端子電圧またはバッテリ電圧を用いて、誘起電圧がB端子電圧またはバッテリ電圧を下回るような範囲の界磁電流レベル I_{fth} (閾値)を設定し、意図しない発電を防止する。

なお、一般的な12V鉛バッテリを使用する場合、B端子電圧の変動幅は少なく、界磁電流レベル I_{fth} に与える影響は小さいため、これを一定として扱ってもよい。すなわち、入出力端子から検出せずに、記憶手段132等に予め格納された規格のバッテリ電圧または規格のバッテリ電圧ごとの情報(図4参照)を使用する。

【0037】

40

低減動作完了判定用の界磁電流レベルを求めた後、ステップS13において、界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベル I_{fth} (閾値)以下か否かを判定する。界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベル以下であれば、この段階で電機子側への通電を停止しても、意図しない発電を行うことは無いため、ステップS14へ進み、電機子側の駆動動作を停止させ、駆動動作を終了する。

【0038】

一方、界磁電流の値がこの低減動作完了判定用の界磁電流レベルを上回っている場合、ステップS15へ進む。この時点で電機子側の駆動動作を停止させると、発電の指令をしていないのに発電を行ってしまうため、ステップS15では駆動モードの電機子通電制御を継続する。その後、ステップS11へ進み、この一連のフロー(ステップS13 S15 S11 S12 S13)を繰り返すことで、界磁電流が低減動作判定完了用の界磁

50

レベル以下まで低下するのを待ってから、駆動を停止する。

【0039】

なお、ステップ S11～S15 が駆動停止手段 136 を構成する。また、低減動作完了判定用の界磁電流レベル I_{fth} (閾値)は上述のように計算で求めてもよいし、また図4に示すような低減動作完了判定用(界磁電流レベル)情報を数式またはテーブルとして記憶手段 132 に予め格納しておき、これを使用するようにしてもよい。

【0040】

この実施の形態では、駆動モードから駆動モード以外の他の動作モード(次モード)に遷移する際の電機子側の通電を停止する界磁電流の閾値を、次動作モードに従って変化させる。例えば、駆動モードから発電モードへの遷移の場合、10 Aまで界磁電流が低下したら電機子側の通電を停止させ、駆動モードから停止モードへの遷移の場合、0.5 Aまで低下したら電機子側の通電を停止させる。10

【0041】

さらに、次モード情報と、回転速度、B 端子電圧またはバッテリ電圧によって変化させる。例えば、駆動モードから発電モードへの遷移の場合、1000 r/min、VB = 12 Vなら 10 Aまで界磁電流が低下したら電機子側の通電を停止させ、2000 r/min、VB = 18 Vなら 6 Aまで界磁電流が低下したら電機子側の通電を停止させる。

【0042】

以上のように、この実施の形態においては、駆動を終了する際に、界磁電流の低減動作を行い、その低減動作の完了判定用界磁電流レベルを次の動作モード指令、B 端子電圧、回転速度によって演算または記憶手段で検索する。そのため、次の動作モード指令が発電の場合には速やかに発電動作を行うことができるうえ、それ以外の動作モードの場合には意図しない発電を防ぐことができる。20

【0043】

なお、本実施の形態においても、駆動を停止するかどうかの判定に界磁電流レベル(閾値)を用いているが、これを界磁電流低減制御が開始してから(すなわち、次のモード指令を受信してから)の、界磁電流が上述の界磁電流レベルになるのに相当するそれぞれの所定の経過時間を用いて判定してもよい。このような場合も、例えば、遷移する各動作モード、発電電動機 1 の回転速度、B 端子電圧またはバッテリ電圧毎の経過時間を低減動作完了判定用(経過時間)情報として数式またはテーブルとして記憶手段 132 に予め記憶しておき、これを使用するようにしてもよい。30

そして界磁電流レベル I_{fth} (閾値)は、次に遷移する動作モードと発電電動機の回転速度に基づいて設定されてもよいし、B 端子電圧またはバッテリ電圧をさらに加えたものに基づいて設定されてもよい。

【0044】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 は、実施の形態 2 に対して、低減動作完了判定用の界磁電流レベルの演算方法を変更したものである。その他の部分は実施の形態 2 と同様のため、以下には実施の形態 3 に特有の部分のみについて説明する。

【0045】

従来より、上位のコントローラから指令される発電トルクの指令値と、回転速度などから、対応する界磁電流指令を求め、その界磁電流の指令値に従って界磁電流制御を行うことで、所望のトルクを発生させる、発電トルク制御が提案されている(例えば、上記特許文献 3)40

【0046】

このような発電トルク制御機能を持つ発電電動機で実施の形態 2 のような制御を行う場合のトルクと界磁電流の関係の一例を図 5 に示す。図 5 の(a)はトルク、(b)は界磁電流のそれぞれ経時変化を示す。例えば図 5 に示すように、発電トルク指令 T_g が微小で、かつ駆動時の界磁電流が大きい場合、界磁電流が大きいまますぐに駆動モードから発電モードへ遷移するため、発電時の最大界磁電流に近い状態での発電を行うことになり、必要以50

上の発電トルクが発生する。

【0047】

そのため、この実施の形態においては、前述したような必要以上のトルク発生を防ぐため、図6に示すように発電トルク指令、回転速度、B端子電圧またはバッテリ電圧をもとに演算された、発電トルク制御時の界磁電流指令 $I_{f\ g}$ を、低減動作完了判定用の界磁電流レベル $I_{f\ t\ h}$ として用いる。発電トルク指令は動作指令OCに含まれる。

この実施の形態では、駆動モードから発電モードへ遷移する場合、発生するトルクが発電モードのトルク指令まで下がってから、発電モードへ切換える。

【0048】

例えは図6では、発電電動機の回転速度 $N_{m\ g}$ と発電時のトルク指令 $T_g = T_1, T_2, T_3$ ($T_1 > T_2 > T_3$)に対する発電時開示電流指令 $I_{f\ g}$ が示されている。そしてこのような関係が各B端子電圧またはバッテリ電圧毎($V_B = 12V, 24V, 36V$)に設定されている。そしてこのような低減動作完了判定用(界磁電流レベル)情報は数式またはテーブルとして例えは記憶手段132に予め格納しておき、使用するようにしてもよい。

【0049】

これによって、図7に示したように、駆動モードから発電モードへ遷移する際の必要以上の発電トルクの発生を防止することができる。図7の(a)(b)は図5の(a)(b)に対応するそれぞれトルク、界磁電流のそれぞれ経時変化を示す。

【0050】

なお、上記処理は図8の発電トルク制御手段137で行われる。外部からの動作指令に発電トルク指令が含まれており、発電トルク制御手段137は、発電時に回転電機20が発生するトルクが外部から与えられる発電トルク指令と一致するように発電電力を制御する。そして回転電機20が次に遷移する動作モードが発電モードの場合、界磁電流の閾値が、発電トルク指令値に従って設定される。

【0051】

以上のように、この実施の形態においては、駆動モードを終了し発電モードへ遷移する際に、低減動作を行い、その低減動作の完了判定用界磁電流レベルをB端子電圧、回転速度、発電時のトルク指令によって演算する。そのため、次の動作モード指令が発電の場合には速やかに発電動作を行うことができるうえ、必要以上の発電トルクの発生を防ぐことができる。

【0052】

なお、本実施の形態中では、外部からトルク指令を受け、発電トルク制御を行う場合における、必要以上の発電トルクが発生することを防止する方法について述べたが、発電電圧制御などの場合でも、トルクの急変を防ぐために、制御部13の記憶手段132に予め格納したトルク制限値をもとに、上記の動作を行ってもよい。その場合、本実施の形態中の「発電トルク指令」はそのまま「発電トルク制限値」と置き換えて考えることができる。

【0053】

すなわち、この場合、外部からの動作指令に発電トルク指令の代わりに発電トルク制限値が含まれてあり、発電トルク制御手段137は、発電時に回転電機20が発生するトルクが該発電トルク制限値以下となるように発電電力を制御し、回転電機20が次に遷移する動作モードが発電モードの場合、界磁電流の閾値を、前記発電トルク制限値に従って設定する。

【0054】

発電トルク指令を使用する場合、定められたトルクとなるよう運転することを想定しているが、発電トルク制限値を使用する場合、基本的には電圧制御をしつつ、最大トルクは制限する運転制御となる。

【0055】

また、この発明は上記各実施の形態に限定されるものではなく、これら実施の形態の可能な組み合わせを全て含むことは云うまでもない。

10

20

30

40

50

【産業上の利用の可能性】

【0056】

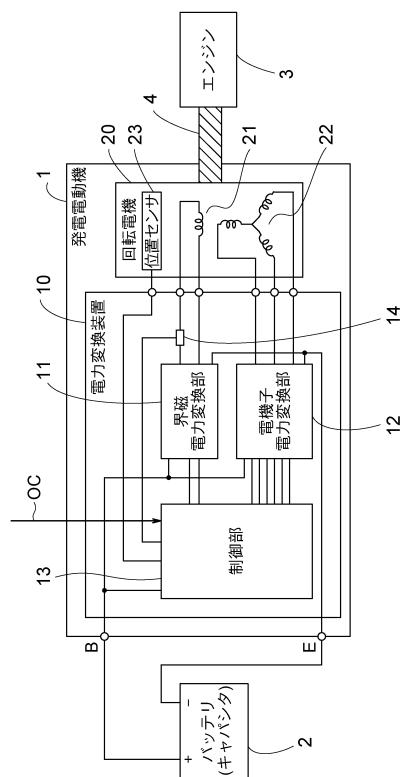
この発明による車両用発電電動機の電力変換装置および車両用発電電動機の制御方法は多くの分野の車両用発電電動機に適用可能であり、同様な効果を奏する。

【符号の説明】

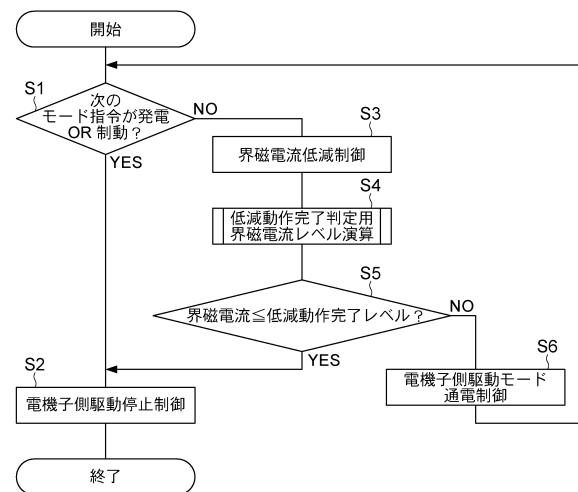
【0057】

1 発電電動機、2 バッテリ(キャパシタ)、3 エンジン、4 動力伝達部、10 電力変換装置、11 界磁電力変換部、12 電機子電力変換部、13 制御部、14 電流センサ、20 回転電機、21 界磁巻線、22 電機子巻線、23 位置センサ、131 タイマ、132 記憶手段、133 第一の駆動停止手段、134 第二の駆動停止手段、135 切換手段、136 駆動停止手段、137 発電トルク制御手段、B, E 入出力端子。

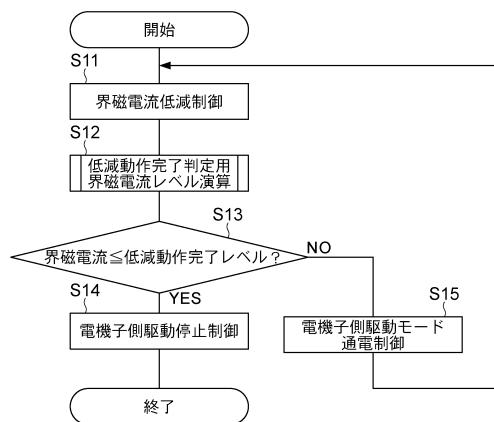
【図1】



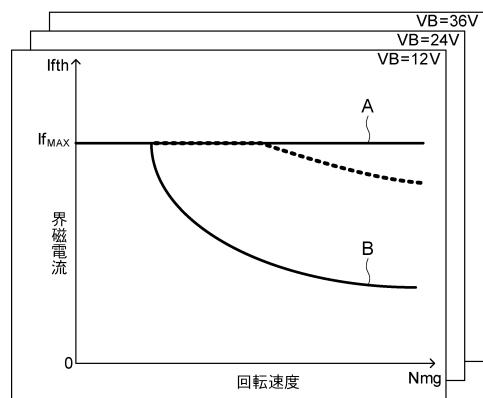
【図2】



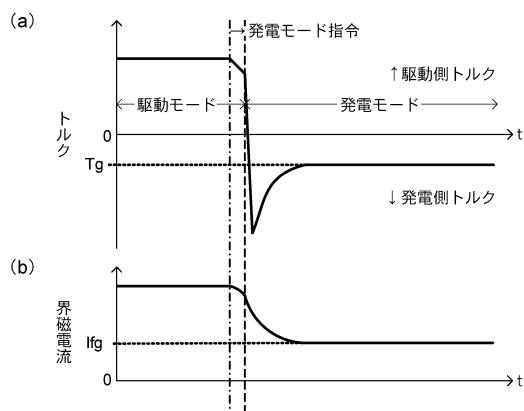
【図3】



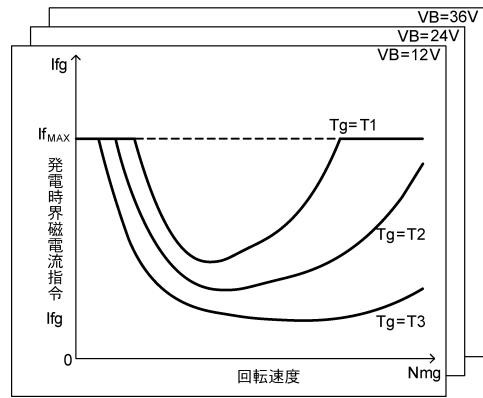
【図4】



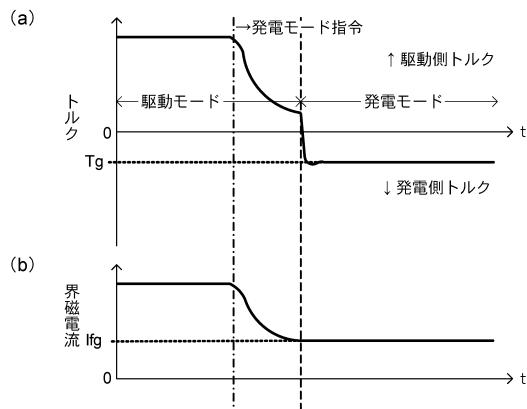
【図5】



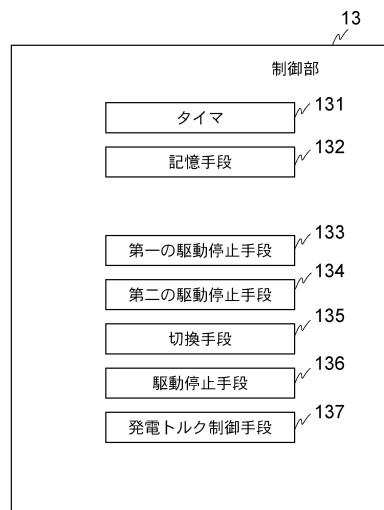
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 田畠 充規

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

(72)発明者 森 真人

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

(72)発明者 秋田 健一

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 マキロイ 寛済

(56)参考文献 特許第 4 1 8 5 0 9 4 (J P , B 2)

特開 2 0 1 0 - 0 8 1 7 4 1 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 0 8 1 7 0 9 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 0 6 1 3 9 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 0 2 P 9 / 0 4