

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6123627号
(P6123627)

(45) 発行日 平成29年5月10日 (2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日 (2017.4.14)

(51) Int.Cl.	F I	
H02P 9/14 (2006.01)	H02P 9/14	G
H02J 7/14 (2006.01)	H02J 7/14	E
H02P 9/00 (2006.01)	H02P 9/00	B
B60R 16/02 (2006.01)	B60R 16/02	650S
B60R 16/03 (2006.01)	B60R 16/03	K
請求項の数 6 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2013-215260 (P2013-215260)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年10月16日 (2013.10.16)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2015-80319 (P2015-80319A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成27年4月23日 (2015.4.23)	(74) 代理人	100103171
審査請求日	平成27年12月21日 (2015.12.21)		弁理士 雨貝 正彦
		(72) 発明者	中山 英明
			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	堀畑 晴美
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		審査官	森山 拓哉
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 車両用回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転子（20）の界磁極を磁化させる界磁巻線（2）と、
前記界磁極によって発生する回転磁界によって交流電圧を発生する固定子巻線（1A、1B）と、

前記固定子巻線に発生した交流電圧を直流電圧に変換する電力変換器（3A、3B）と

、
前記電力変換器の出力端子に接続された第1の電力供給路とは別の第2の電力供給路を介して動作電力が供給されており、前記出力端子の電圧が第1のしきい値電圧を超えたときにロードダンブ保護動作を行うロードダンブ処理部（82、84）と、

を備え、前記ロードダンブ処理部は、ロードダンブ保護動作時に前記界磁巻線に対する電流の供給を停止し、前記界磁巻線に実際に流れる電流が0あるいは所定値以下になったときにロードダンブ保護動作を終了させることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項2】

請求項1において、

前記電力変換器の出力端子が接続される第1のバッテリー（200）とは別の第2のバッテリー（202）が接続されており、前記ロードダンブ処理部の動作電力を生成する電源回路（10）をさらに備えることを特徴とする車両用回転電機。

【請求項3】

請求項1または2において、

10

20

前記ロードダンブ処理部は、発電トルクを抑制するとともに無効電流を増加させることによりロードダンブ保護動作を行うことを特徴とする車両用回転電機。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項において、

前記ロードダンブ処理部は、前記固定子巻線に流れるq軸電流を0に、d軸電流を0以外の所定値に制御することによりロードダンブ保護動作を行うことを特徴とする車両用回転電機。

【請求項5】

請求項1または2において、

前記電力変換器は、上アームおよび下アームの少なくとも一方をスイッチング素子（30、31）によって構成したブリッジ回路を有し、

前記ロードダンブ処理部は、全ての上アームあるいは全ての下アームに対応する前記スイッチング素子をオンすることによりロードダンブ保護動作を行うことを特徴とする車両用回転電機。

【請求項6】

請求項1～5のいずれか一項において、

前記ロードダンブ処理部は、前記電力変換器の出力端子の電圧が前記第1のしきい値電圧よりも低い第2のしきい値電圧まで低下したときにロードダンブ保護動作を終了することを特徴とする車両用回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、乗用車やトラック等に搭載される車両用回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

車両用発電機は、出力端子に接続された充電線を介してバッテリーや各種の電気負荷に充電電力や動作電力を供給している。この車両用発電機の発電動作時に出力端子やバッテリー端子が外れると、ロードダンブと称される過渡的な高電圧が発生する。このとき発生する電圧は、出力電流等にもよるが場合によっては100V以上に達することがある。このようにして発生する高電圧は、電気負荷や車両用発電機内の各種素子の破損の原因になるため、何らかの対策（ロードダンブ保護）が必要になる。このような対策を行う従来技術としては、例えば車両用発電装置のブリッジ回路のローサイド素子をMOSトランジスタで構成し、ロードダンブ発生時に車両用発電装置の出力電圧が基準電圧を超えたときにこれらのMOSトランジスタをオンすることにより、高電圧の発生を抑制する保護動作を行うようにした車両用発電装置が知られている（例えば、特許文献1参照。）。この車両用発電装置では、ブリッジ回路のローサイド素子としての各MOSトランジスタをオンすることで出力電圧が再び基準電圧以下になると、各MOSトランジスタは再びオフされ、ブリッジ回路による通常の整流動作が再開されるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-219938号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、特許文献1に開示された車両用発電装置では、ロードダンブの保護回路の動作電圧はバッテリー7から供給されているため、バッテリー7の端子から充電線が外れるロードダンブが発生すると、保護動作が不安定になり、十分な保護動作を行うことができないという問題があった。このような場合には、車両用発電装置の出力端子から保護回路の動作電圧を生成することが可能であるが、保護動作によって出力電圧が低下しすぎると保護

10

20

30

40

50

回路の正常動作が困難になる。このため、出力電圧が必要以上に低下しないように周期的に一時的な発電動作を繰り返す必要があり、ロードダンプリ発生時に固定子巻線等に蓄積されたエネルギーが消滅するまで時間がかかり、出力端子が正常電圧（正常状態）に戻るまで時間がかかることになる。

【0005】

本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、安定したロードダンプリ保護動作が可能であり、正常な電圧に戻るまでの時間を短縮することができる車両用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】

【0006】

上述した課題を解決するために、本発明の車両用回転電機は、界磁巻線、固定子巻線、電力変換器、ロードダンプリ処理部を備えている。界磁巻線は、回転子の界磁極を磁化させる。固定子巻線は、界磁極によって発生する回転磁界によって交流電圧を発生する。電力変換器は、固定子巻線に発生した交流電圧を直流電圧に変換する。ロードダンプリ処理部は、電力変換器の出力端子に接続された第1の電力供給路とは別の第2の電力供給路を介して動作電力が供給されており、出力端子の電圧が第1のしきい値電圧を超えたときにロードダンプリ保護動作を行う。また、ロードダンプリ処理部は、ロードダンプリ保護動作時に界磁巻線に対する電流の供給を停止し、界磁巻線に実際に流れる電流が0あるいは所定値以下になったときにロードダンプリ保護動作を終了させる。

【0007】

第1の電力供給路から出力端子や電気負荷が外れてロードダンプリが発生した場合であっても、この第1の電力供給路とは異なる第2の電力供給路を介して供給された電力でロードダンプリ保護動作を行うことができるため、安定したロードダンプリ保護動作が可能となる。また、出力端子の過度な電圧低下を考慮して周期的に発電動作を行う必要がないため、ロードダンプリ発生時に固定子巻線等に蓄積されたエネルギーが消滅するまでの時間を短くすることができ、正常な電圧に戻るまでの時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施形態の車両用発電機の構成を示す図である。

【図2】MOSモジュールの構成を示す図である。

【図3】Hブリッジ回路の構成を示す図である。

【図4】回転角センサの具体的な配置例を示す図である。

【図5】ロードダンプリ保護を行う構成を示す図である。

【図6】制御回路の具体的な構成例を示す図である。

【図7】制御回路内のLD処理部の具体的な構成を示す図である。

【図8】ロードダンプリの終了条件の具体例を示す図である。

【図9】ロードダンプリの終了条件の他の具体例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明を適用した一実施形態の車両用回転電機について、図面を参照しながら説明する。図1に示すように、一実施形態の車両用回転電機100は、2つの固定子巻線1A、1B、界磁巻線2、2つのMOSモジュール群3A、3B、UVW相ドライバ4A、XYZ相ドライバ4B、Hブリッジ回路5、Hブリッジドライバ6、回転角センサ7、制御回路8、入出力回路9、電源回路10、ダイオード11、コンデンサ12を含んで構成されている。この車両用回転電機100は、ISG（インテグレートッド・スターター・ジェネレーター）と称されており、電動機の機能と発電機の機能を併せ持っている。

【0010】

一方の固定子巻線1Aは、U相巻線、V相巻線、W相巻線からなる三相巻線であって、固定子鉄心（図示せず）に巻装されている。同様に、他方の固定子巻線1Bは、X相巻線、Y相巻線、Z相巻線からなる三相巻線であって、上述した固定子鉄心に、固定子巻線1

10

20

30

40

50

Aに対して電気角で30度ずらした位置に巻装されている。本実施形態では、これら2つの固定子巻線1A、1Bと固定子鉄心によって固定子が構成されている。なお、固定子巻線1A、1Bのそれぞれの相数は3以外であってもよい。

【0011】

界磁巻線2は、ベルトあるいはギアを介してエンジンとの間で駆動力の入出力を行う回転軸を有する回転子に磁界を発生させるためのものであり、界磁極（図示せず）に巻装されて回転子を構成している。

【0012】

一方のMOSモジュール群3Aは、一方の固定子巻線1Aに接続されており、全体で三相ブリッジ回路が構成されている。このMOSモジュール群3Aは、発電動作時に固定子巻線1Aに誘起される交流電圧を直流電圧に変換するとともに、電動動作時に外部（高電圧バッテリー200）から印加される直流電圧を交流電圧に変換して固定子巻線1Aに印加する電力変換器として動作する。MOSモジュール群3Aは、固定子巻線1Aの相数に対応する3個のMOSモジュール3AU、3AV、3AWを備えている。MOSモジュール3AUは、固定子巻線1Aに含まれるU相巻線に接続されている。MOSモジュール3AVは、固定子巻線1Aに含まれるV相巻線に接続されている。MOSモジュール3AWは、固定子巻線1Aに含まれるW相巻線に接続されている。

【0013】

図2に示すように、MOSモジュール3AUは、2つのMOSトランジスタ30、31、電流検出用抵抗32を備えている。一方のMOSトランジスタ30は、ソースが固定子巻線1AのU相巻線に接続され、ドレインがパワー電源端子PBに接続された上アーム（ハイサイド側）のスイッチング素子である。パワー電源端子PBは、例えば定格48Vの高電圧バッテリー200（第1のバッテリー）や高電圧負荷210の正極端子に接続されている。他方のMOSトランジスタ31は、ドレインがU相巻線に接続され、ソースが電流検出用抵抗32を介してパワーグランド端子PGNDに接続された下アーム（ローサイド側）のスイッチング素子である。これら2つのMOSトランジスタ30、31からなる直列回路が高電圧バッテリー200の正極端子と負極端子の間に配置され、これら2つのMOSトランジスタ30、31の接続点にP端子を介してU相巻線が接続されている。また、MOSトランジスタ30のゲート、ソース、MOSトランジスタ31のゲート、電流検出用抵抗32の両端のそれぞれがUVW相ドライバ4Aに接続されている。

【0014】

MOSトランジスタ30、31のそれぞれのソース・ドレイン間にはダイオードが並列接続されている。このダイオードはMOSトランジスタ30、31の寄生ダイオード（ボディダイオード）によって実現されるが、別部品としてのダイオードをさらに並列接続するようにしてもよい。上アームおよび下アームの少なくとも一方を、MOSトランジスタ以外のスイッチング素子を用いて構成するようにしてもよい。

【0015】

なお、MOSモジュール3AU以外のMOSモジュール3AV、3AWや後述するMOSモジュール3BX、3BY、3BZも基本的に同じ構成を有しており、詳細な説明は省略する。

【0016】

他方のMOSモジュール群3Bは、他方の固定子巻線1Bに接続されており、全体で三相ブリッジ回路が構成されている。このMOSモジュール群3Bは、発電動作時に固定子巻線1Bに誘起される交流電圧を直流電圧に変換するとともに、電動動作時に外部（高電圧バッテリー200）から印加される直流電圧を交流電圧に変換して固定子巻線1Bに印加する電力変換器として動作する。MOSモジュール群3Bは、固定子巻線1Bの相数に対応する3個のMOSモジュール3BX、3BY、3BZを備えている。MOSモジュール3BXは、固定子巻線1Bに含まれるX相巻線に接続されている。MOSモジュール3BYは、固定子巻線1Bに含まれるY相巻線に接続されている。MOSモジュール3BZは、固定子巻線1Bに含まれるZ相巻線に接続されている。

【0017】

UVW相ドライバ4Aは、3個のMOSモジュール3AU、3AV、3AWのそれぞれに含まれるMOSトランジスタ30、31を駆動するためにそれぞれのゲートに入力する制御信号を生成するとともに、電流検出用抵抗32の両端電圧を取り込んで増幅する。同様に、XYZ相ドライバ4Bは、3個のMOSモジュール3BX、3BY、3BZのそれぞれに含まれるMOSトランジスタ30、31を駆動するためにそれぞれのゲートに入力する制御信号を生成するとともに、電流検出用抵抗32の両端電圧を取り込んで増幅する。上述した一方のMOSモジュール群3AとUVW相ドライバ4Aによって第1のインバータ装置が構成されている。また、他方のMOSモジュール群3BとXYZ相ドライバ4Bによって第2のインバータ装置が構成されている。

10

【0018】

Hブリッジ回路5は、界磁巻線2の両端に接続されており、界磁巻線2に励磁電流を供給する励磁回路である。図3に示すように、Hブリッジ回路5は、2つのMOSトランジスタ50、51、2つのダイオード52、53、電流検出用抵抗54を備えている。ハイサイド側のMOSトランジスタ50とローサイド側のダイオード52が直列に接続されており、この接続点に界磁巻線2の一方端が接続されている。また、ハイサイド側のダイオード53とローサイド側のMOSトランジスタ51と電流検出用抵抗54とが直列に接続されており、ダイオード53とMOSトランジスタ51の接続点に界磁巻線2の他方端が接続されている。このHブリッジ回路5は、パワー電源端子PBとパワーグランド端子PGNDのそれぞれに接続されている。MOSトランジスタ50、51をオンすることにより、Hブリッジ回路5から界磁巻線2に励磁電流が供給される。また、MOSトランジスタ50、51のいずれかをオフすることにより励磁電流の供給が停止されるとともに、ダイオード52、53のいずれかを介して界磁巻線2を流れる励磁電流を環流させることができる。

20

【0019】

Hブリッジドライバ6は、Hブリッジ回路5に含まれるMOSトランジスタ50、51の各ゲートに入力する駆動信号を生成するとともに、電流検出用抵抗54の両端電圧を取り込んで増幅する。

【0020】

回転角センサ7は、回転子の回転角を検出する。例えば、永久磁石とホール素子を用いて回転角センサ7を構成することができる。具体的には、図4に示すように、回転子20の回転軸21先端に永久磁石22を固定するとともに、この永久磁石22と対向する位置にホール素子23、24を配置（例えば、永久磁石22の外周近傍であって互いに90°隔たった位置に配置されている）する。その出力を取り出すことにより、永久磁石22とともに回転する回転子20の回転角を検出することができる。なお、回転角センサ7は、ホール素子23、24以外を用いて構成するようにしてもよい。また、図4に示した永久磁石22の配置や取付方法は一例であって、回転軸21やその周辺構造に合わせて適宜変更するようにしてもよい。

30

【0021】

制御回路8は、車両用回転電機100の全体を制御する。この制御回路8には、アナログデジタル変換器やデジタルアナログ変換器が備わっており、他の構成との間で信号の入出力を行う。制御回路8は、例えばマイコン（マイクロコンピュータ）によって構成されており、所定の制御プログラムを実行することにより、UVWドライバ4A、XYZドライバ4B、Hブリッジドライバ6を制御して車両用回転電機100を電動機や発電機として動作させたり、ロードダンプ発生時の保護動作などの各種処理を行う。

40

【0022】

入出力回路9は、制御用ハーネス310を介して外部との間の信号の入出力や、高電圧バッテリー200の端子電圧やパワーグランド端子PGNDの電圧のレベル変換等を行う。入出力回路9は、入出力される信号や電圧を処理するための入出力インタフェースであって、例えばカスタムICによって必要な機能が実現されている。

50

【0023】

電源回路10は、定格12Vの低電圧バッテリー202（第2のバッテリー）が接続されており、例えばスイッチング素子をオンオフしてその出力をコンデンサで平滑することにより、5Vの動作電圧を生成する。この動作電圧によって、UVW相ドライバ4A、XYZ相ドライバ4B、Hブリッジドライバ6、回転角センサ7、制御回路8、入出力回路9が動作する。

【0024】

コンデンサ12は、電動動作させるためにMOSモジュール3AU等のMOSトランジスタ30、31をオンオフする際に発生するスイッチングノイズを除去あるいは低減するためのものである。図1に示す例では1つのコンデンサ12が用いられているが、スイッチングノイズの大きさに応じて適宜その数を変更することができる。

10

【0025】

上述したUVW相ドライバ4A、XYZ相ドライバ4B、Hブリッジ回路5、Hブリッジドライバ6、回転角センサ7（回転子に取り付けられた永久磁石を除く）、制御回路8、入出力回路9、電源回路10が制御基板102に搭載されている。

【0026】

また、図1に示すように、車両用回転電機100には、パワー電源端子PB、パワーグランド端子PGNDや、制御グランド端子CGNDと制御電源端子CBと制御用ハーネス310などが取り付けられるコネクタ400が備わっている。パワー電源端子PBは、高電圧の正極側入出力端子であり、高電圧バッテリー200や高電圧負荷210が所定のケーブル（第1の電力供給線）を介して接続される。制御電源端子CBは、低電圧の正極側入力端子であり、低電圧バッテリー202や低電圧負荷204が所定のケーブル（第2の電力供給線）を介して接続される。

20

【0027】

パワーグランド端子PGNDは、第1のグランド端子であって、パワー系回路を接地するためのものである。このパワーグランド端子PGNDは、第1の接続線としての接地用ハーネス320を介して車両フレーム500に接続されている。上述したMOSモジュール群3A、3B（電力変換器）およびHブリッジ回路5（励磁回路）がパワー系回路である。このパワー系回路には、固定子巻線1A、1Bや界磁巻線2と共通の電流が流れるパワー素子としてのMOSトランジスタ30、31、50、51が含まれている。

30

【0028】

また、制御グランド端子CGNDは、パワーグランド端子PGNDとは別に設けられた第2のグランド端子であって、制御系回路を接地するためのものである。この制御グランド端子CGNDは、接地用ハーネス320とは別の接地用ケーブル330（第2の接続線）を介して接地されている。この制御グランド端子CGNDと車両用回転電機100のフレーム（以後、「ISGフレーム」と称する）110との間には、入出力回路9の内部配線を介してダイオード11が挿入されている。具体的には、ダイオード11のカソードがフレームグランド端子FLMGNDに接続されており、このフレームグランド端子FLMGNDがISGフレーム110に接続されている。上述したUVW相ドライバ4A、XYZ相ドライバ4B、Hブリッジドライバ6、回転角センサ7、制御回路8、入出力回路9、切断スイッチ13A、13Bなどが制御系回路である。なお、この接地用ケーブル330の接続先は、車両側に用意されたグランド電位（0V）の部位であり、電圧変動がないものとする。また、図1では、ダイオード11は入出力回路9の外部に設けられているが、ダイオード11を入出力回路9に搭載するようにしてもよい。

40

【0029】

コネクタ400は、パワー電源端子PB、パワーグランド端子PGND以外の端子（制御グランド端子CGNDや制御電源端子CBなど）に制御用ハーネス310や接地用ケーブル330、その他のケーブルを取り付けるためのものである。

【0030】

上述した車両用回転電機100のISGフレーム110は、例えばアルミダイカストに

50

よって形成された導電体であり、このISGフレーム110がエンジン（E/G）ブロック510にボルトによって固定されている。さらに、エンジンブロック510は接地用ハーネス322によって車両フレーム500に接続されている。

【0031】

本実施形態の車両用回転電機100はこのような構成を有しており、次に、パワー電源端子PBに接続されたケーブルやこのケーブルに接続された高電圧バッテリー200や高電圧負荷210が外れてパワー電源端子PBの電圧が所定のしきい値電圧（第1のしきい値電圧）を超えるロードダンプが発生する場合の保護動作について説明する。

【0032】

本実施形態では、図5に示すように、ロードダンプ保護を行うために、入力出力回路9内に抵抗91、92、アナログーデジタル変換器（A/D）94が備わっている。また、制御回路8には、LD（ロードダンプ）判定部82、LD処理部84が備わっている。LD判定部82、LD処理部84がロードダンプ処理部に対応する。

【0033】

抵抗91、92は、分割回路を構成しており、パワー電源端子PBの電圧 V_{PB} （電力変換器の出力端子の電圧）を分圧した電圧 V_{PB}' を生成する。アナログーデジタル変換器94は、この分圧電圧 V_{PB}' をデジタルデータ（出力電圧データ）に変換する。なお、このアナログーデジタル変換器94は、入出力回路9に設ける代わりに、制御回路8内に設けるようにしてもよい。

【0034】

LD判定部82は、ロードダンプの発生および終了を判定する。例えば、LD判定部82は、アナログーデジタル変換器94から出力される出力電圧データに基づいて、パワー電源端子PBの電圧 V_{PB} が第1のしきい値電圧 V_1 を超えたときにロードダンプが発生した旨の判定を行う。また、LD判定部82は、所定のLD終了条件を満たしたときに、発生したロードダンプが終了した旨の判定を行う。ロードダンプの終了判定の具体例については後述する。

【0035】

LD処理部84は、ロードダンプ発生時に第1のしきい値電圧 V_2 を超えて高くなったパワー電源端子PBの電圧 V_{PB} を低下させる動作（ロードダンプ保護動作）を行う。この保護動作は、ロードダンプの終了条件を満たすまで行われる。定格48Vの高電圧バッテリー200を用いる場合にパワー電源端子PBの電圧 V_{PB} が60Vを超えないようにロードダンプ保護動作を行うものとし、例えば、第1のしきい値電圧 V_1 が58Vに設定されている。

【0036】

（ロードダンプ保護動作の具体例1）

LD処理部84は、Hブリッジドライバ6に指示を送って界磁巻線2に対する励磁電流の供給を停止させるとともに、UVW相ドライバ4A、XYZ相ドライバ4Bに指示を送って、MOSモジュール群3A、3Bに含まれる全ての下アーム（ローサイド側）のMOSトランジスタ31をオンする。このとき、全ての上アーム（ハイサイド側）のMOSトランジスタ30はオフされる。このようにMOSトランジスタ30、31を制御することにより、固定子巻線1A、1Bに含まれる各相巻線に流れる電流をMOSトランジスタ31を介して循環させることができる。このようにして、パワー電源端子PBの電圧 V_{PB} を速やかに低下させるロードダンプ保護動作が行われる。

【0037】

なお、上述した説明では、下アームのMOSトランジスタ31をオンし、上アームのMOSトランジスタ30をオフしたが、反対に、上アームのMOSトランジスタ30をオンし、下アームのMOSトランジスタ31をオフすることによりロードダンプ保護動作を行うようにしてもよい。

【0038】

（ロードダンプ保護動作の具体例2）

L D処理部 8 4 は、Hブリッジドライバ 6 に指示を送って界磁巻線 2 に対する励磁電流の供給を停止させるとともに、発電トルクを抑制するとともに無効電流を増加させるために、U V W相ドライバ 4 A、X Y Z相ドライバ 4 Bに指示を送って、固定子巻線 1 A、1 Bのそれぞれに流れる q 軸電流を 0 に、d 軸電流を 0 以外の所定値に制御する。この具体例 2 に対応して図 6 および図 7 に示す構成が備わっている。

【0039】

図 6 に示すように、U V W相ドライバ 4 Aは、M O Sモジュール 3 A U、3 A V、3 A W内の各電流検出用抵抗 3 2 の両端電圧を増幅する 3 つの増幅器 4 0 U、4 0 V、4 0 Wを備えている。同様に、X Y Z相ドライバ 4 Bは、M O Sモジュール 3 B X、3 B Y、3 B Z内の各電流検出用抵抗 3 2 の両端電圧を増幅する 3 つの増幅器 4 0 X、4 0 Y、4 0 Zを備えている。また、Hブリッジドライバ 6 は、Hブリッジ回路 5 内の電流検出用抵抗 5 4 の両端電圧を増幅する増幅器 6 0 を備えている。

【0040】

また、制御回路 8 は、図 6 に示すように、上述した L D判定部 8 2、L D処理部 8 4 と、7 つのアナログーデジタル変換器 (A/D) 8 0 U、8 0 V、8 0 W、8 0 X、8 0 Y、8 0 Z、8 1 とを備えている。7 つのアナログーデジタル変換器 8 0 U等のそれぞれは、U V W相ドライバ 4 A、X Y Z相ドライバ 4 B、Hブリッジドライバ 6 内の増幅器 6 0 等と 1 対 1 に対応しており、対応する増幅器 4 0 U等の出力電圧をデジタルデータ (相電流データ、励磁電流データ) に変換する。

【0041】

L D処理部 8 4 は、図 7 に示すように、U V W相ドライバ 4 Aに対応する三相ー二相変換器 (3/2) 1 8 0、加算器 1 8 1、電流制御部 1 8 2、二相/三相変換器 (2/3) 1 8 3、PWM制御部 1 8 4 と、X Y Z相ドライバ 4 Bに対応する三相ー二相変換器 2 8 0、加算器 2 8 1、電流制御部 2 8 2、二相/三相変換器 2 8 3、PWM制御部 2 8 4 とを備える。U V W相ドライバ 4 Aに対応する構成と X Y Z相ドライバ 4 Bに対応する構成は、基本的に同じであるため、以下では U V W相ドライバ 4 Aに対応する一方の構成について説明を行うものとする。

【0042】

三相ー二相変換器 1 8 0 は、アナログーデジタル変換器 8 0 U、8 0 V、8 0 Wから出力されるその時点における相電流データ i_u 、 i_v 、 i_w と回転角センサ 7 によって検出された回転角データ θ とが入力されており、これらに基づいて d 軸電流データ i_d と q 軸電流データ i_q を検出 (計算) する。

【0043】

加算器 1 8 1 は、d 軸電流の指令値 i_d^* と q 軸電流の指令値 i_q^* が入力されており、これらの指令値 i_d^* 、 i_q^* と、検出された電流データ i_d 、 i_q との差分を演算して出力する。例えば、駆動トルクに関連する q 軸電流の指令値 i_q^* は 0 に設定され、無効電力に関連する d 軸電流の指令値 i_d^* は 0 以外の所定値 (その時点における電圧 V_{PB} や固定子巻線 1 A の抵抗値などで決まる所定値、あるいは固定値) に設定される。d 軸の差分データを Δi_d 、q 軸の差分データを Δi_q とすると、

$$\Delta i_d = i_d^* - i_d$$

$$\Delta i_q = i_q^* - i_q$$

となる。なお、図 7 では、d 軸成分と q 軸成分の両方について 1 つの加算器 1 8 1 で演算しているように図示したが、実際には、d 軸成分について差分を演算する加算器 1 8 1 と、q 軸成分について差分を演算する加算器 1 8 1 とが別々に設けられている。

【0044】

電流制御部 1 8 2 は、P I 制御等を行うことにより、上述した d 軸、q 軸電流のそれぞれの差分データ Δi_d 、 Δi_q を、これらに対応する d 軸、q 軸の電圧データ V_d 、 V_q に変換する。二相ー三相変換器 1 8 3 は、電流制御部 1 8 2 から出力される電圧データ V_d 、 V_q と回転角センサ 7 によって検出された回転角データ θ とが入力されており、これらの電圧データ V_d 、 V_q に対応する相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に変換する。PWM制御部

184は、相電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を各相巻線に発生させるために必要なPWM信号を各相毎に生成する。このPWM信号はUVW相ドライバ4Aに入力され、UVW相ドライバ4Aは、このPWM信号でMOSモジュール3AU、3AV、3AWに含まれるMOSトランジスタ30、31を駆動する。

【0045】

このように制御することにより、駆動トルク（発電トルク）を抑制するとともに無効電流を増加させて、ロードダンパ発生時に固定子巻線1A、1Bやコンデンサ12などに蓄積されたエネルギーを速やかに解消することができる。

【0046】

次に、ロードダンパの終了判定の具体例について説明する。例えば、ロードダンパの終了判定の具体例として、以下に示す2つのケースが考えられる。

【0047】

（ロードダンパの終了判定の具体例1）

図8に示すように、界磁巻線2に対する界磁電流の供給が停止された後、実際に界磁巻線2に環流する界磁電流の値が0（あるいは、所定値以下）になったときに、ロードダンパが終了した旨の判定が行われる。図8（図9についても同様）において、「 V_{PB} 」はパワー電源端子PBの電圧を、「LD保護」はロードダンパ保護の動作状態（ハッチングが付された領域が保護動作中であることを示している）を示している。また、「HブリッジSW」はHブリッジ回路5による励磁電流の供給状態（ハイレベルが励磁電流の供給状態を、ローレベルが供給停止状態）を示している。なお、界磁巻線2に対する励磁電流の供給が停止された後も、界磁巻線2に流れる環流電流を検出するため、励磁電流の供給停止は、Hブリッジ回路5内のMOSトランジスタ50をオフし、MOSトランジスタ51をオンすることにより行われる。また、「If」は界磁巻線2に流れる励磁電流を示している。

【0048】

（ロードダンパの終了判定の具体例2）

図9に示すように、界磁巻線2に対する界磁電流の供給が停止された後、パワー電源端子PBの電圧 V_{PB} が第2のしきい値電圧 V_2 まで低下したときに、ロードダンパが終了した旨の判定が行われる。定格48Vの高電圧バッテリー200を用いる場合に、例えば、第2のしきい値電圧 V_2 が52Vに設定されている。なお、この場合の第2のしきい値電圧 V_2 （＝52V）は、異常が発生していない通常時の発電電圧を想定しているが、通常時の発電電圧よりも低く、あるいは、高く第2のしきい値電圧 V_2 を設定するようにしてもよい。なお、上述したロードダンパの終了判定の具体例1、2は、いずれか一方に該当する場合にロードダンパが終了した旨の判定を行う場合の他、両方に該当する場合にロードダンパが終了した旨の判定を行うようにしてもよい。

【0049】

このように、本実施形態の車両用回転電機100では、第1の電力供給路から出力端子（パワー電源端子PB）や電気負荷210が外れてロードダンパが発生した場合であっても、この第1の電力供給路とは異なる第2の電力供給路を介して供給された電力でLD判定部82やLD処理部84によるロードダンパ保護動作を行うことができるため、安定したロードダンパ保護動作が可能となる。また、出力端子の過度な電圧低下を考慮して周期的に発電動作を行う必要がないため、ロードダンパ発生時に固定子巻線1A、1B等に蓄積されたエネルギーが消滅するまでの時間を短くすることができ、正常な電圧に戻るまでの時間を短縮することができる。

【0050】

また、パワー電源端子PBに接続された高電圧バッテリー200とに低電圧バッテリー202が接続されており、この低電圧バッテリー202に接続された電源回路10によって、LD判定部82やLD処理部84によるロードダンパ保護動作に必要な電力が生成されている。これにより、ロードダンパ保護動作に必要な電力を確実に確保することが可能となる。

【0051】

また、LD処理部84は、発電トルクを抑制するとともに無効電流を増加させることによりロードダンパ保護動作を行っている。また、LD処理部84は、固定子巻線1A、1Bに流れるq軸電流を0に、d軸電流を0以外の所定値に制御することによりロードダンパ保護動作を行っている。これにより、エンジンに負荷をかけることなく、速やかにロードダンパによる過大な出力電圧を低下させることができる。

【0052】

あるいは、LD処理部84は、MOSモジュール群3A、3Bに含まれる全ての上アームあるいは全ての下アームに対応するMOSトランジスタ31（あるいは31）をオンすることによりロードダンパ保護動作を行っている。これにより、簡単な制御によって、ロードダンパによる過大な出力電圧を低下させることができる。

10

【0053】

また、LD判定部82は、パワー電源端子PBの電圧 V_{PB} （出力電圧）が第1のしきい値電圧 V_1 よりも低い第2のしきい値電圧 V_2 まで低下したときにロードダンパ保護動作が終了した旨の判定を行っている。このように、出力端子の電圧を監視することにより、容易にロードダンパの終了を判定することが可能となる。

【0054】

あるいは、LD判定部82は、ロードダンパ保護動作時に界磁巻線2に対する電流の供給を停止した後に界磁巻線2に実際に流れる電流が0あるいは所定値以下になったときにロードダンパ保護動作が終了した旨の判定を行っている。このように、実際に界磁巻線2に流れる電流を監視することにより、固定子巻線1A、1B等に蓄積されたエネルギーが消滅することによるロードダンパの終了を判定することが可能となる。

20

【0055】

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、2つの固定子巻線1A、1Bと2つのMOSモジュール群3A、3Bを備えるようにしたが、1つあるいは3つ以上の固定子巻線やMOSモジュールを備えた車両用回転電機についても本発明を適用することができる。

【産業上の利用可能性】

【0056】

上述したように、本発明によれば、第1の電力供給路から出力端子や電気負荷が外れてロードダンパが発生した場合であっても、この第1の電力供給路とは異なる第2の電力供給路を介して供給された電力でロードダンパ保護動作を行うことができるため、安定したロードダンパ保護動作が可能となる。

30

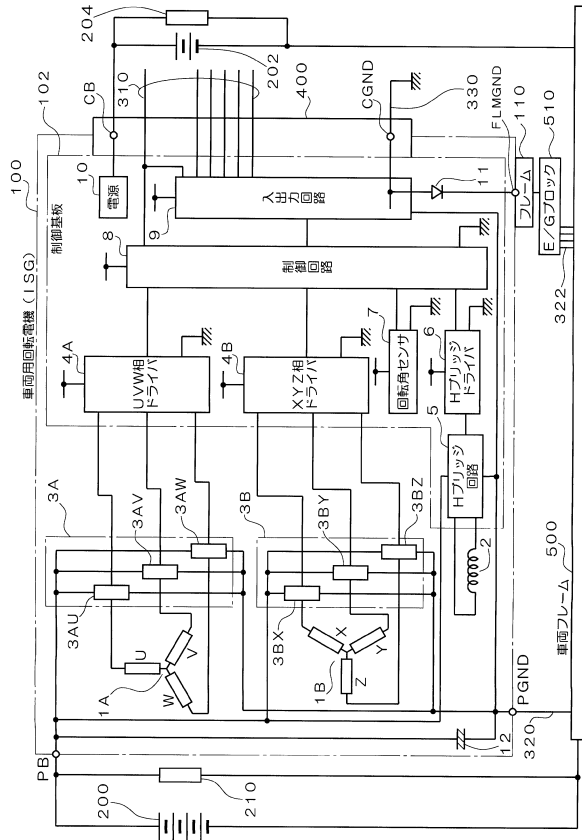
【符号の説明】

【0057】

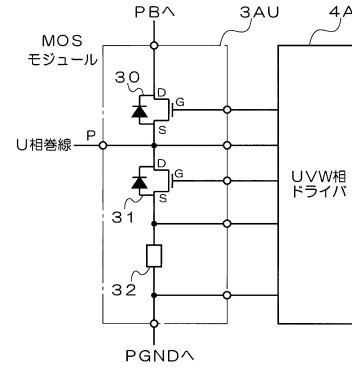
- 1A、1B 固定子巻線
- 2 界磁巻線
- 3A、3B MOSモジュール群
- 10 電源回路
- 20 回転子
- 30、31 MOSトランジスタ
- 82 LD判定部
- 84 LD処理部
- 200 高電圧バッテリー
- 202 低電圧バッテリー

40

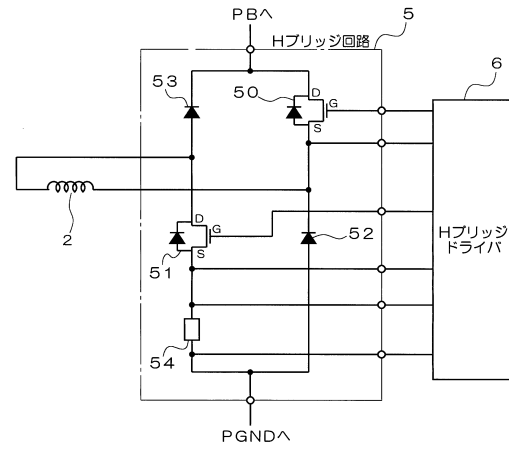
【図 1】



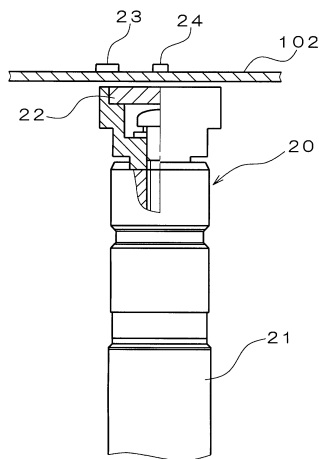
【図 2】



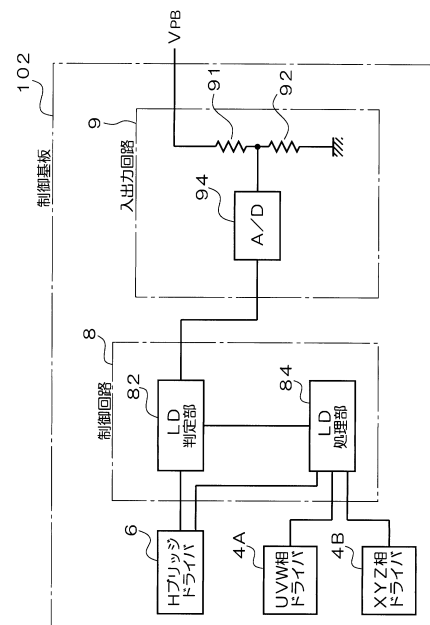
【図 3】



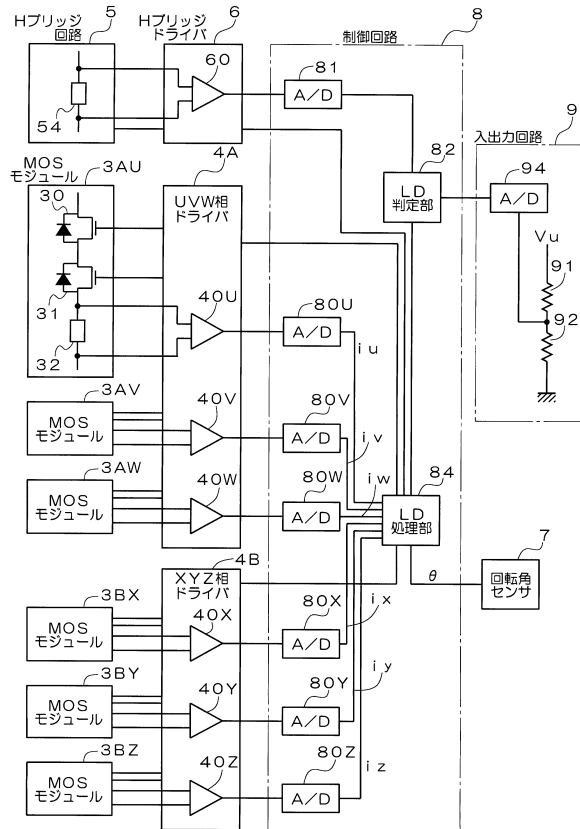
【図 4】



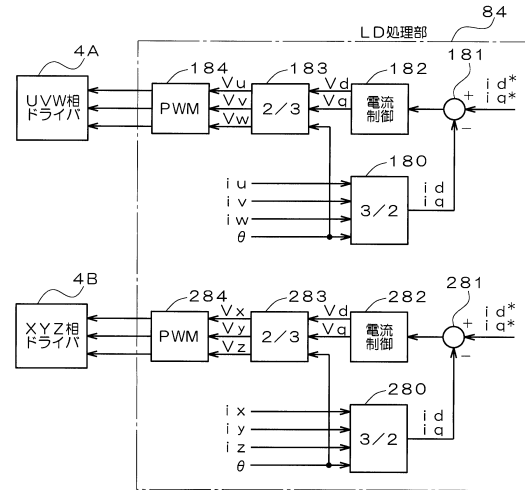
【図 5】



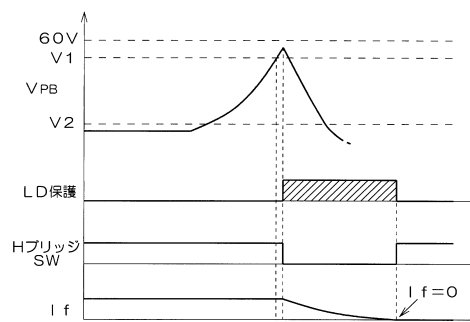
【図 6】



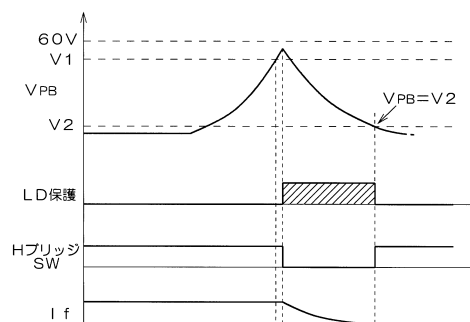
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	B 6 0 R	16/03	A
	B 6 0 R	16/03	S

(56)参考文献 特開2002-010694 (JP, A)
特開2000-184770 (JP, A)
特開2008-118815 (JP, A)
特開2000-340740 (JP, A)
特開2011-078216 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 2 P	9 / 0 0 - 9 / 4 8
B 6 0 R	1 6 / 0 2
B 6 0 R	1 6 / 0 3
H 0 2 J	7 / 1 4