

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7276277号
(P7276277)

(45)発行日 令和5年5月18日(2023.5.18)

(24)登録日 令和5年5月10日(2023.5.10)

(51)国際特許分類

F I

H 0 2 M 7/48 (2007.01)

H 0 2 M 7/48 E

H 0 2 M 7/48 M

請求項の数 10 (全19頁)

(21)出願番号	特願2020-131692(P2020-131692)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	令和2年8月3日(2020.8.3)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2022-28347(P2022-28347A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和4年2月16日(2022.2.16)	(74)代理人	100121821
審査請求日	令和4年7月19日(2022.7.19)		弁理士 山田 強
		(74)代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74)代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74)代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72)発明者	渡邊 一範
			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	西端 幸一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換器の制御回路

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電部（24）と、
多相の回転電機（10）と、
前記回転電機の各相の巻線（11）と前記蓄電部とに電氣的に接続された上下アームのスイッチ（SWH，SWL）を有する電力変換器（15）と、を備えるシステムに適用される電力変換器の制御回路（50）において、
前記蓄電部の出力電圧を検出する電圧検出部（52）と、
前記電圧検出部の検出電圧が閾値を跨ぐことにより、前記システムに過電圧異常が発生したと判定する異常判定部（67）と、
前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いでいない状態において、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態にする疑似異常処理を実施する処理部（51）と、
前記システムに過電圧異常が発生したと判定された場合、上下アームのうちいずれか一方のアームにおける前記スイッチをオンし、他方のアームにおける前記スイッチをオフする短絡制御、又は上下アームの前記スイッチを強制的にオフするシャットダウン制御のいずれかである異常時制御を実施する異常時制御部（53）と、
前記疑似異常処理が実施された場合、上下アームの前記スイッチの駆動状態に基づいて前記異常時制御が実施されたか否かを判定する駆動判定部と、を備える電力変換器の制御回路。

【請求項2】

前記処理部は、前記疑似異常処理として、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態になるように、前記電圧検出部の検出電圧を変更する処理を行う請求項 1 に記載の電力変換器の制御回路。

【請求項 3】

前記電圧検出部は、前記蓄電部の出力電圧を降圧するとともに降圧した電圧を検出する請求項 2 に記載の電力変換器の制御回路。

【請求項 4】

蓄電部（24）と、

多相の回転電機（10）と、

前記回転電機の各相の巻線（11）と前記蓄電部とに電氣的に接続された上下アームのスイッチ（SWH，SWL）を有する電力変換器（15）と、

直流電源（30）と、

前記直流電源の出力電圧を昇圧し、前記蓄電部に出力する昇圧回路（25）と、を備えるシステムに適用される電力変換器の制御回路（50）において、

前記蓄電部の出力電圧を検出する電圧検出部（52）と、

前記電圧検出部の検出電圧が閾値を跨ぐことにより、前記システムに過電圧異常が発生したと判定する異常判定部（67）と、

前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いでいない状態において、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態にする疑似異常処理を実施する処理部（51）と、を備え、

前記電圧検出部は、前記蓄電部の出力電圧を降圧するとともに降圧した電圧を検出し、前記処理部は、前記昇圧回路の出力電圧を制御可能であり、前記疑似異常処理として、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態となるように、前記昇圧回路の出力電圧を上昇させる処理を行う電力変換器の制御回路。

【請求項 5】

蓄電部（24）と、

多相の回転電機（10）と、

前記回転電機の各相の巻線（11）と前記蓄電部とに電氣的に接続された上下アームのスイッチ（SWH，SWL）を有する電力変換器（15）と、を備えるシステムに適用される電力変換器の制御回路（50）において、

前記蓄電部の出力電圧を検出する電圧検出部（52）と、

前記電圧検出部の検出電圧が閾値を跨ぐことにより、前記システムに過電圧異常が発生したと判定する異常判定部（67）と、

前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いでいない状態において、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態にする疑似異常処理を実施する処理部（51）と、を備え、

前記処理部は、前記疑似異常処理として、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態になるように、前記閾値を変更する処理を行う電力変換器の制御回路。

【請求項 6】

前記疑似異常処理が実施されてから所定時間内に、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨がない場合、前記過電圧異常を判定できない異常が発生していると判定する電圧判定部を備える請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の電力変換器の制御回路。

【請求項 7】

前記回転電機の制御量を指令値に制御するスイッチング指令を生成するスイッチング指令生成部（51）と、

前記スイッチング指令に基づいて、上下アームの前記スイッチをオンオフする通常時駆動制御を実施するスイッチ駆動部（54）と、

前記回転電機の駆動状態に基づいて、前記通常時駆動制御を実施できなくなる異常が発生しているか否かを判定する制御判定部（55）と、を備える請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の電力変換器の制御回路。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

前記電圧検出部の検出電圧を伝達する第 1 伝達部（60, 61, L1）と、

前記第 1 伝達部を介して入力された前記電圧検出部の検出電圧に基づいて、前記回転電機の制御量を指令値に制御するスイッチング指令を生成するスイッチング指令生成部（51）と、

前記電圧検出部の検出電圧を前記異常判定部に伝達する第 2 伝達部（62, 80, L2, L4）と、

前記疑似異常処理が実施された場合、前記第 2 伝達部を介して入力された前記電圧検出部の検出電圧に基づいて、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態にされたか否かを判定する電圧判定部と、を備える請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載の電力変換器の制御回路。

10

【請求項 9】

前記電圧判定部は、前記疑似異常処理が実施されてから所定時間内に、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨がない場合、前記過電圧異常を判定できない異常が発生していると判定する請求項 8 に記載の電力変換器の制御回路。

【請求項 10】

前記スイッチング指令に基づいて、上下アームの前記スイッチをオンオフする通常時駆動制御を実施するスイッチ駆動部（54）と、

前記回転電機の駆動状態に基づいて、前記通常時駆動制御を実施できなくなる異常が発生しているか否かを判定する制御判定部（55）と、を備える請求項 8 又は 9 に記載の電力変換器の制御回路。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、回転電機の各相の巻線に電氣的に接続された上下アームのスイッチを有する電力変換器の制御回路に関する。

【背景技術】**【0002】**

この種の制御回路として、特許文献 1 では、電圧検出部と、異常判定部とを備えるものが開示されている。電圧検出部は、蓄電部の出力電圧を検出し、異常判定部へと出力する。異常判定部は、入力された電圧検出部の検出電圧が閾値を跨いだ場合、システムに過電圧異常が発生したと判定する。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開 2015 - 198503 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

過電圧異常を判定できなくなる異常が発生し得る。この場合、例えば、以下の問題が発生する。

40

【0005】

制御回路は、システムに過電圧異常が発生した場合に対処するべく、上下アームのうちいずれか一方のアームにおけるスイッチをオンし、他方のアームにおけるスイッチをオフする短絡制御を実施する。しかし、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生した場合、短絡制御を実施するべき状況であるにもかかわらず、短絡制御が実施されないことが懸念される。

【0006】

なお、短絡制御に限らず、上下アームのスイッチを強制的にオフするシャットダウン制御が実施される構成においても、上述した問題は同様に発生する。

50

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる電力変換器の制御回路を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、蓄電部と、多相の回転電機と、前記回転電機の各相の巻線と前記蓄電部とに電氣的に接続された上下アームのスイッチを有する電力変換器と、を備えるシステムに適用される電力変換器の制御回路において、前記蓄電部の出力電圧を検出する電圧検出部と、前記電圧検出部の検出電圧が閾値を跨ぐことにより、前記システムに過電圧異常が発生したと判定する異常判定部と、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いでいない状態において、前記電圧検出部の検出電圧が前記閾値を跨いだ状態にする疑似異常処理を実施する処理部と、を備える。

10

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、疑似異常処理が実施されることにより、異常判定部においてシステムに過電圧異常が発生したと判定される状態が模擬される。これにより、疑似異常処理が実施されたにもかかわらず、異常判定部によりシステムに過電圧異常が発生したと判定されない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 実施形態に係る制御システムの全体構成図。

【図 2】制御回路及びその周辺構成を示す図。

【図 3】高圧検出回路の構成の一例を示す図。

【図 4】比較例における制御回路を示す図。

【図 5】比較例の制御回路が実施する制御の一例を示すタイムチャート。

【図 6】制御回路を示す図。

【図 7】マイコンが実施する処理の手順を示すフローチャート。

【図 8】第 2 実施形態に係る制御回路を示す図。

【図 9】マイコンが実施する処理の手順を示すフローチャート。

【図 10】第 3 実施形態に係るマイコンが実施する処理の手順を示すフローチャート。

【図 11】第 4 実施形態に係るマイコンが実施する処理の手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

以下、本発明に係る制御回路を具体化した第 1 実施形態について、図面を参照しつつ説明する。本実施形態に係る制御回路は、電力変換器としての 3 相インバータに適用される。本実施形態において、インバータを備える制御システムは、電気自動車やハイブリッド車等の車両に搭載される。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示すように、制御システムは、回転電機 10、インバータ 15 及び D C D C コンバータ 25 を備えている。回転電機 10 は、車載主機であり、そのロータが図示しない駆動輪と動力伝達可能とされている。本実施形態では、回転電機 10 として、同期機が用いられており、より具体的には、永久磁石同期機が用いられている。

40

【 0 0 1 3 】

D C D C コンバータ 25 は、「直流電源」としての高圧電源 30 に入力側が接続されており、入力された高圧電源 30 の出力電圧を昇圧し、インバータ 15 に出力する。D C D C コンバータ 25 は、制御回路 50 によって制御される。本実施形態において、高圧電源 30 は、2 次電池であり、その出力電圧（定格電圧）が例えば百 V 以上である。なお、D C D C コンバータ 25 が「昇圧回路」に相当する。

【 0 0 1 4 】

50

インバータ１５は、スイッチングデバイス部２０を備えている。スイッチングデバイス部２０は、上アームスイッチＳＷＨと下アームスイッチＳＷＬとの直列接続体を３相分備えている。各相において、上、下アームスイッチＳＷＨ、ＳＷＬの接続点には、回転電機１０の巻線１１の第１端が接続されている。各相巻線１１の第２端は、中性点で接続されている。各相巻線１１は、電気角で互いに１２０°ずらされて配置されている。ちなみに、本実施形態では、各スイッチＳＷＨ、ＳＷＬとして、電圧制御形の半導体スイッチング素子が用いられており、より具体的には、ＩＧＢＴが用いられている。上、下アームスイッチＳＷＨ、ＳＷＬには、フリーホイールダイオードである上、下アームダイオードＤＨ、ＤＬが逆並列に接続されている。

【００１５】

各上アームスイッチＳＷＨの高電位側端子であるコレクタには、高電位側電気経路２２Ｈを介して、ＤＣＤＣコンバータ２５の出力側が接続されている。各下アームスイッチＳＷＬの低電位側端子であるエミッタには、低電位側電気経路２２Ｌを介して、ＤＣＤＣコンバータ２５の出力側が接続されている。

【００１６】

高電位側電気経路２２Ｈには、第１遮断スイッチ２３ａが設けられ、低電位側電気経路２２Ｌには、第２遮断スイッチ２３ｂが設けられている。各スイッチ２３ａ、２３ｂは、例えば、リレー又は半導体スイッチング素子である。ここで、各スイッチ２３ａ、２３ｂは、インバータ１５が備える制御回路５０によって駆動されてもよいし、制御回路５０に対して上位の制御装置によって駆動されてもよい。

【００１７】

インバータ１５は、「蓄電部」としての平滑コンデンサ２４を備えている。平滑コンデンサ２４は、高電位側電気経路２２Ｈのうち第１遮断スイッチ２３ａよりもスイッチングデバイス部２０側と、低電位側電気経路２２Ｌのうち第２遮断スイッチ２３ｂよりもスイッチングデバイス部２０側とを電氣的に接続している。

【００１８】

高電位側電気経路２２ＨのうちＤＣＤＣコンバータ２５とインバータ１５との間の高電位側接続点ＴＨは、制御回路５０に接続されている。低電位側電気経路２２ＬのうちＤＣＤＣコンバータ２５とインバータ１５との間の低電位側接続点ＴＬは、制御回路５０に接続されている。制御回路５０は平滑コンデンサ２４の端子電圧ＶＨを取得する。

【００１９】

制御システムは、相電流センサ４０と、角度センサ４１とを備えている。相電流センサ４０は、回転電機１０に流れるＵ、Ｖ、Ｗ相電流のうち、少なくとも２相分の電流を検出する。角度センサ４１は、回転電機１０の電気角に応じた角度信号を出力する。角度センサ４１は、例えば、レゾルバ、エンコーダ又は磁気抵抗効果素子を有するＭＲセンサであり、本実施形態ではレゾルバである。

【００２０】

図２を用いて、制御回路５０の構成について説明する。

【００２１】

制御回路５０は、低圧領域に設けられたマイコン５１を備えている。マイコン５１には、相電流センサ４０の電流信号が入力される。マイコン５１は、入力された電流信号に基づいて、相電流Ｉ_rを算出する。マイコン５１は、回転電機１０の電気角 θ_e を取得する。詳しくは、制御回路５０は、図示しない励磁回路及びレゾルバデジタルコンバータを有している。励磁回路から角度センサ４１を構成するレゾルバステータに、正弦波状の励磁信号が供給される。レゾルバステータから出力された角度信号は、レゾルバデジタルコンバータに入力される。レゾルバデジタルコンバータは、角度信号に基づいて、回転電機１０の電気角 θ_e を算出し、マイコン５１に出力する。

【００２２】

制御回路５０は、「電圧検出部」としての高圧検出回路５２を備えている。高圧検出回路５２は、制御回路５０において、低圧領域と高圧領域との境界を跨いで低圧領域及び高

10

20

30

40

50

圧領域に設けられている。高圧検出回路 5 2 の高圧領域側には、高電位側接続点 T H 及び低電位側接続点 T L を介して平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H が入力される。高圧検出回路 5 2 は、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H を降圧した電圧である検出電圧 V S (例えば 0 ~ 5 V) を、低圧領域側のマイコン 5 1 に出力する。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、高圧検出回路 5 2 において、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H を降圧する回路の一例である。高圧検出回路 5 2 は、オペアンプ 7 0 と、各抵抗体 7 1 ~ 7 4 とを有する差動増幅回路を備えている。本実施形態において、高圧検出回路 5 2 は、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H を、マイコン 5 1 に入力可能な電圧範囲 (例えば 0 ~ 5 V) に降圧する変換機能を備えている。これは、本実施形態では、高圧電源 3 0 が高圧領域に備えられているのに対し、マイコン 5 1 及び A S I C 部 6 3 が低圧領域に備えられているためである。

10

【 0 0 2 4 】

D C D C コンバータ 2 5 から出力される高電位側接続点 T H の電位と低電位側接続点 T L の電位との差は、複数の高抵抗体 7 1 によって分圧された後、オペアンプ 7 0 の反転入力端子に入力される。また、D C D C コンバータ 2 5 から出力された低電位側接続点 T L の電位と接地電位 (グランド電位) との差は、複数の高抵抗体 7 2 と、低抵抗体 7 3 とによって分圧され、オペアンプ 7 0 の非反転入力端子に入力される。オペアンプ 7 0 の反転入力端子と出力端子とは抵抗体 7 4 によって接続されている。

【 0 0 2 5 】

本実施形態において、高圧検出回路 5 2 は、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H が高いほど、高圧検出回路 5 2 の検出電圧 V S を低くするように変換する。

20

【 0 0 2 6 】

マイコン 5 1 には、上位制御装置 4 2 から指令値が入力される。マイコン 5 1 は、回転電機 1 0 の制御量をその指令値に制御すべく、スイッチングデバイス部 2 0 の各スイッチ S W H , S W L をオンオフさせるスイッチング指令を生成する。制御量は、例えばトルクである。

【 0 0 2 7 】

詳しくは、マイコン 5 1 は、スイッチング指令生成部を備えている。スイッチング指令生成部は、トルク指令値に基づいて、d , q 軸指令電流 I_d^* , I_q^* を算出する。

30

【 0 0 2 8 】

スイッチング指令生成部は、相電流 I_r と、電気角 θ に基づいて、3 相固定座標系における U , V , W 相電流を、2 相回転座標系 (d q 座標系) における d 軸電流 I_{dr} 及び q 軸電流 I_{qr} に変換する。

【 0 0 2 9 】

スイッチング指令生成部は、d 軸指令電流 I_d^* から d 軸電流 I_{dr} を減算することにより、d 軸電流偏差 I_d を算出する。また、スイッチング指令生成部は、q 軸指令電流 I_q^* から q 軸電流 I_{qr} を減算することにより、q 軸電流偏差 I_q を算出する。

【 0 0 3 0 】

スイッチング指令生成部は、d 軸電流偏差 I_d に基づいて、d 軸電流 I_{dr} を d 軸指令電流 I_d^* にフィードバック制御するための操作量として、d 軸指令電圧 V_d を算出する。また、スイッチング指令生成部は、q 軸電流偏差 I_q に基づいて、q 軸電流 I_{qr} を q 軸指令電流 I_q^* にフィードバック制御するための操作量として、q 軸指令電圧 V_q を算出する。なお、スイッチング指令生成部で用いられるフィードバック制御は、例えば比例積分制御とすればよい。

40

【 0 0 3 1 】

スイッチング指令生成部は、d , q 軸指令電圧 V_d , V_q 及び電気角 θ に基づいて、d q 座標系における d , q 軸指令電圧 V_d , V_q を、3 相固定座標系における U , V , W 相指令電圧 V_U , V_V , V_W に変換する。本実施形態において、U , V , W 相指令電圧 V_U , V_V , V_W は、電気角で位相が 1 2 0 ° ずつずれた波形となる。

50

【 0 0 3 2 】

スイッチング指令生成部は、U、V、W相指令電圧 V_U 、 V_V 、 V_W と、高圧検出回路52の検出電圧 V_S とに基づいて、インバータ15を構成するU、V、W相における上、下アームスイッチ S_{WH} 、 S_{WL} のスイッチング指令を生成する。スイッチング指令生成部は、例えば、U、V、W相指令電圧 V_U 、 V_V 、 V_W を高圧検出回路52の検出電圧 V_S の1/2で除算した値と、キャリア信号（例えば三角波信号）との大小比較に基づくPWM処理によってスイッチング指令を生成する。

【 0 0 3 3 】

制御回路50は、インターフェース部53を備えている。インターフェース部53には、マイコン51のスイッチング指令及び高圧検出回路52の検出電圧 V_S が入力される。インターフェース部53は、高圧検出回路52の検出電圧 V_S に基づいて、回転電機10の制御量を指令値に制御する通常時駆動制御と、過電圧異常が発生した場合に対処するべく実施される異常時制御とを切り替える。本実施形態において、異常時制御は、上アームスイッチ S_{WH} をオフし、下アームスイッチ S_{WL} をオンする三相短絡制御である。本実施形態では、三相短絡制御が実施されるのに先立ち、上、下アームスイッチ S_{WH} 、 S_{WL} を強制的にオフするシャットダウン制御が実施される。インターフェース部53は、通常時駆動制御又は三相短絡制御を実施するべくオン指令又はオフ指令を出力する。なお、インターフェース部53は低圧領域に設けられている。本実施形態において、インターフェース部53が「異常時制御部」に相当する。

【 0 0 3 4 】

制御回路50は、ドライバ54を備えている。ドライバ54は、インターフェース部53のオン指令又はオフ指令に基づいて、スイッチングデバイス部20の各上、下アームスイッチ S_{WH} 、 S_{WL} をオンオフする。本実施形態において、ドライバ54が「スイッチ駆動部」に相当する。

【 0 0 3 5 】

詳しくは、ドライバ54は、スイッチングデバイス部20を構成する各上アームスイッチ S_{WH} 及び各下アームスイッチ S_{WL} に対応して個別に設けられている。このため、ドライバ54は合わせて6つ設けられている。各ドライバ54は、オン指令が入力された場合、対応する各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} のゲートに充電電流を供給する。これにより、各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} のゲート電圧が閾値電圧 V_{th} 以上となり、各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} がオンされる。一方、各ドライバ54は、オフ指令が入力された場合、対応する各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} のゲートからエミッタ側へと放電電流を流す。これにより、各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} のゲート電圧が閾値電圧 V_{th} 未満となり、各スイッチ S_{WH} 、 S_{WL} がオフされる。なお、本実施形態において、ドライバ54は高圧領域に備えられている。

【 0 0 3 6 】

制御回路50は、通常時駆動制御が正常に実施されているか否かを判定する制御判定部55を有している。制御判定部55は、高圧検出回路52の検出電圧 V_S 、相電流 I_r 及び回転電機10の電気角 θ_e のうち少なくとも1つが異常値となった場合、通常時駆動制御が正常に実施されていないと判定する。これにより、通常時駆動制御に用いられる構成のうち少なくとも1つに異常が発生していることを判定できる。通常時駆動制御に用いられる構成とは、例えば、相電流センサ40、角度センサ41、高圧検出回路52、マイコン51のスイッチング指令生成部、インターフェース部53、ドライバ54及び上、下アームスイッチ S_{WH} 、 S_{WL} 等である。

【 0 0 3 7 】

次に、制御システムに過電圧異常が発生したと判定された場合に実施される異常時制御について説明する。まず、本実施形態の説明に先立ち、図4を用いて比較例について説明する。

【 0 0 3 8 】

制御回路50は、第1接続経路L1、バッファ回路60及び第1ローパスフィルタ61

10

20

30

40

50

を備えている。第1接続経路L1は、マイコン51と高圧検出回路52とを接続している。バッファ回路60及び第1ローパスフィルタ61は第1接続経路L1に設けられている。第1ローパスフィルタ61は、抵抗体及びコンデンサで構成されるアナログ回路である。高圧検出回路52の検出電圧VSがバッファ回路60に輸入され、バッファ回路60の出力電圧が第1ローパスフィルタ61に輸入される。第1ローパスフィルタ61から出力される制御用検出電圧Vsaがマイコン51に輸入される。

【0039】

マイコン51のスイッチング指令生成部は、制御用検出電圧Vsa、相電流Ir、電気角 θ 及び指令値に基づいて、各上アームスイッチSWHをオンオフさせる第1上アーム信号Sg1H、及び各下アームスイッチSWLをオンオフさせる第1下アーム信号Sg1Lを生成する。第1上、下アーム信号Sg1H、Sg1Lは、論理Hによってオン指令を示し、論理Lによってオフ指令を示す。第1上アーム信号Sg1Hは、各上アームスイッチSWHに対応する各上アームドライバ54aのPWM指令入力部に輸入される。制御回路50は各相に対応したOR回路68を備えており、第1下アーム信号Sg1Lは、対応する各OR回路68に輸入される。

【0040】

制御回路50は、第2接続経路L2、第2ローパスフィルタ62及びASIC部63を備えている。第2接続経路L2は、第1接続経路L1のうち高圧検出回路52及びバッファ回路60の中間点と、ASIC部63とを接続している。第2ローパスフィルタ62は、第2接続経路L2に設けられている。第2ローパスフィルタ62は、抵抗体及びコンデンサで構成されるアナログ回路である。高圧検出回路52の検出電圧VSが第2ローパスフィルタ62に輸入され、第2ローパスフィルタ62から判定用検出電圧Vsbが出力される。判定用検出電圧VsbがASIC部63に輸入される。ASIC部63及びOR回路68は、インターフェース部53を構成する。

【0041】

第2ローパスフィルタ62の時定数 τ_2 は、第1ローパスフィルタ61の時定数 τ_1 よりも小さくされている。そのため、判定用検出電圧Vsbは、制御用検出電圧Vsaと比較して、平滑コンデンサ24の端子電圧VHの変化に対する応答が速くなるようにされている。

【0042】

制御回路50は、定電圧源64、第1閾値用抵抗体65、第2閾値用抵抗体66及び第3接続経路L3を備えている。定電圧源64は、第1閾値用抵抗体65の第1端に接続されている。第1閾値用抵抗体65の第2端は、第2閾値用抵抗体66の第1端に接続されている。第2閾値用抵抗体66の第2端はグランドに接続されている。第3接続経路L3は、第1閾値用抵抗体65の第2端及び第2閾値用抵抗体66の第1端の接続点と、ASIC部63とを接続している。定電圧源64から供給される電圧値、及び第1、第2閾値用抵抗体65、66の抵抗値に基づいて、判定用閾値Vpが定められる。判定用閾値VpはASIC部63に輸入される。

【0043】

ASIC部63は、異常判定部67を備えている。異常判定部67には、判定用検出電圧Vsb及び判定用閾値Vpが輸入される。異常判定部67は、判定用検出電圧Vsbが判定用閾値Vp未満の場合、制御システムに過電圧異常が発生したと判定する。制御システムに過電圧異常が発生したと判定された場合、ASIC部63は、シャットダウン制御を実施し、その後三相短絡制御を実施する。

【0044】

異常判定部67では、判定用検出電圧Vsbに基づいて制御システムの過電圧異常が判定される。これは、第1ローパスフィルタ61よりも小さい時定数の第2ローパスフィルタ62を介して、高圧検出回路52の検出電圧VSを伝達することにより、制御システムの過電圧異常を早期に判定するためである。

【0045】

10

20

30

40

50

異常判定部 67 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定された場合、A S I C 部 63 は、シャットダウン制御を実施するべく、第 2 上アーム信号 S g 2 H 及び第 2 下アーム信号 S g 2 L の論理を L にする。ここで、第 2 上、下アーム信号 S g 2 H , S g 2 L は、論理 L によってシャットダウン制御の実行指令を示し、論理 H によってシャットダウン制御の解除指令を示す。第 2 上アーム信号 S g 2 H は、上アームドライバ 54 a のシャットダウン指令入力部に入力される。第 2 下アーム信号 S g 2 L は下アームドライバ 54 b のシャットダウン指令入力部に入力される。

【 0 0 4 6 】

A S I C 部 63 は、シャットダウン制御を実施した後、三相短絡制御を実施するべく、第 2 下アーム信号 S g 2 L の論理を H にし、第 3 下アーム信号 S g 3 L の論理を H にする。ここで、第 3 下アーム信号 S g 3 L は、論理 H によって三相短絡制御の実行指令を示し、論理 L によって三相短絡制御の解除指令を示す。第 3 下アーム信号 S g 3 L は O R 回路 68 に入力される。

【 0 0 4 7 】

O R 回路 68 は、第 1 下アーム信号 S g 1 L 及び第 3 下アーム信号 S g 3 L のうち少なくとも一方の論理が H とされた場合、論理 H のオン指令を出力する。一方、O R 回路 68 は、第 1 下アーム信号 S g 1 L 及び第 3 下アーム信号 S g 3 L の論理が L とされた場合、論理 L のオフ指令を出力する。O R 回路 68 の出力信号は下アームドライバ 54 b の P W M 指令入力部へと出力される。

【 0 0 4 8 】

O R 回路 68 は、例えば、第 1 , 第 2 ダイオード及び抵抗体によって構成される。詳しくは、第 1 ダイオードのアノードがマイコン 51 の第 1 下アーム信号 S g 1 L の出力部に接続され、第 2 ダイオードのアノードが A S I C 部 63 の第 3 下アーム信号 S g 3 L の出力部に接続されている。第 1 , 第 2 ダイオードのカソードが抵抗体の第 1 端に接続されている。抵抗体の第 2 端がグランドに接続されている。

【 0 0 4 9 】

図 5 に、上述した比較例において、制御システムに過電圧異常が発生した場合、シャットダウン制御が実施された後、三相短絡制御が実施される一例を示す。図 5 において、(a) は判定用検出電圧 V S b の推移を示し、(b) は第 1 上アーム信号 S g 1 H の状態を示し、(c) は第 1 下アーム信号 S g 1 L の状態を示し、(d) は第 2 上アーム信号 S g 2 H の状態を示し、(e) は第 2 下アーム信号 S g 2 L の状態を示し、(f) は第 3 下アーム信号 S g 3 L の状態を示し、(g) は上アームスイッチ S W H のゲート電圧 V g H の推移を示し、(h) は下アームスイッチ S W L のゲート電圧 V g L の推移を示す。

【 0 0 5 0 】

時刻 t 1 において、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満となり、異常判定部 67 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定される。これにより、第 1 上、下アーム信号 S g 1 H , S g 1 L は、通常時駆動制御における信号の状態から論理 L に切り替えられる。

【 0 0 5 1 】

時刻 t 1 からフィルタ時間 t f が経過するまでの期間に亘って、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満になる状態が継続したと異常判定部 67 により判定される。このため、時刻 t 1 からフィルタ時間 t f だけ経過した時刻 t 2 において、第 2 上、下アーム信号 S g 2 H , S g 2 L は、通常時駆動制御における信号の状態から論理 L に切り替えられる。これにより、上アームスイッチ S W H のゲート電圧 V g H が低下し始める。時刻 t 3 において、上アームスイッチ S W H のゲート電圧 V g H が閾値電圧 V t h 未満となることにより、上アームスイッチ S W H がオフされ、シャットダウン制御が実施される。

【 0 0 5 2 】

時刻 t 4 において、第 2 下アーム信号 S g 2 L 及び第 3 下アーム信号 S g 3 L の論理が H に切り替えられる。これにより、下アームスイッチ S W L において、シャットダウン制御の解除指令が出力され、三相短絡制御の実行指令が出力される。そのため、下アームス

10

20

30

40

50

イッチSWLのゲート電圧 V_{gL} が上昇し始める。時刻 t_5 において、下アームスイッチSWLのゲート電圧 V_{gL} が閾値電圧 V_{th} より高くなることにより、下アームスイッチSWLがオンされ、三相短絡制御が実施される。その結果、平滑コンデンサ24の端子電圧 V_H の上昇が抑制されるため、判定用検出電圧 V_{Sb} の低下が抑制される。

【0053】

比較例では、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生した場合、三相短絡制御を実施すべき状況であるにもかかわらず、三相短絡制御が実施されないことが懸念される。過電圧異常を判定できなくなる異常は、高圧検出回路52、第2ローパスフィルタ62、ASIC部63、定電圧源64及び第1、第2閾値用抵抗体65、66のうち少なくとも1つに異常が発生した場合に生じる。そこで、本実施形態では、制御回路50は、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる構成とされる。

10

【0054】

図6に、本実施形態における制御回路50の構成を示す。図6において、先の図4の比較例に示した構成については、便宜上、同一の符号を付している。なお、本実施形態において、高圧検出回路52としては、先の図3に示した構成が用いられる。

【0055】

制御回路50は、電圧変更用スイッチ80及び第4接続経路L4を備えている。本実施形態では、電圧変更用スイッチ80として、NPN型バイポーラトランジスタにベース抵抗及びベースエミッタ間抵抗が内蔵された抵抗内蔵トランジスタが用いられている。電圧変更用スイッチ80のコレクタは、第2接続経路L2のうち第2ローパスフィルタ62と、ASIC部63との間にある第1中間点N1に接続されている。電圧変更用スイッチ80のエミッタはグランドに接続されている。電圧変更用スイッチ80のベースは、マイコン51に接続されている。なお、本実施形態において、第1接続経路L1、バッファ回路60及び第1ローパスフィルタ61が「第1伝達部」に相当し、第2接続経路L2、第4接続経路L4、第2ローパスフィルタ62及び電圧変更用スイッチ80が「第2伝達部」に相当する。

20

【0056】

第4接続経路L4は、第2接続経路L2のうち第2ローパスフィルタ62及び第1中間点N1の間にある第2中間点N2と、マイコン51とを接続している。これにより、判定用検出電圧 V_{Sb} がマイコン51に入力される。

30

【0057】

各上アームドライバ54aは、各上アームスイッチSWHの駆動状態を伝達する上アームモニタ用信号 S_{gmH} をマイコン51に出力する。上アームモニタ用信号 S_{gmH} は、論理Hによって上アームスイッチSWHがオンされていることを示し、論理Lによって上アームスイッチSWHがオフされていることを示す。これにより、マイコン51は、各上アームスイッチSWHのオンオフを把握する。

【0058】

各下アームドライバ54bは、各下アームスイッチSWLの駆動状態を伝達する下アームモニタ用信号 S_{gmL} をマイコン51に出力する。下アームモニタ用信号 S_{gmL} は、論理Hによって下アームスイッチSWLがオンされていることを示し、論理Lによって下アームスイッチSWLがオフされていることを示す。これにより、マイコン51は、各下アームスイッチSWLのオンオフを把握する。

40

【0059】

次に、マイコン51によって実施される疑似異常処理について説明する。疑似異常処理とは、判定用検出電圧 V_{Sb} が判定用閾値 V_p 以上の状態において、判定用検出電圧 V_{Sb} を判定用閾値 V_p 未満にする処理である。

【0060】

マイコン51は、疑似異常処理を実施する場合、電圧変更信号 S_{g4} の論理をHにする。ここで、電圧変更信号 S_{g4} は、電圧変更用スイッチ80のベースに出力される信号であり、論理Hによって電圧変更用スイッチ80のオン指令を示し、論理Lによって電圧変

50

更用スイッチ 80 のオフ指令を示す。電圧変更用スイッチ 80 がオンされることにより、第 2 接続経路 L2 がグランドに接続され、判定用検出電圧 V S b が 0 V にされる。これにより、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされる。本実施形態において、マイコン 51 が「処理部」に相当する。

【0061】

続いて、図 7 を用いて、疑似異常処理を含むマイコン 51 の処理について説明する。なお、この処理は、例えば、1 トリップに 1 回実施されてもよいし、車両の走行距離が所定距離になるたびに実施されてもよい。また、この処理は、制御回路 50 が起動又は停止されるタイミングに実施されるとよい。

【0062】

ステップ S 10 において、判定用検出電圧 V S b を取得する。

【0063】

ステップ S 11 において、電圧変更信号 S g 4 の論理を H にする疑似異常処理を実施する。これにより、判定用検出電圧 V S b は、ステップ S 10 において取得した値から 0 V に低下する。ステップ S 12 において、電圧変更信号 S g 4 の論理を H に切り替えてから所定時間 T p 以内に、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満となったか否かを判定する。所定時間 T p は、例えば、高圧検出回路 52、第 2 ローパスフィルタ 62、A S I C 部 63、定電圧源 64 及び第 1、第 2 閾値用抵抗体 65、66 が正常な場合において、判定用検出電圧 V S b が 0 V まで低下するのに要する十分な時間に設定されればよい。本実施形態において、ステップ S 12 が「電圧判定部」に相当する。

【0064】

ステップ S 12 において肯定判定された場合、第 2 上アーム信号 S g 2 H の論理が L にされ、第 2、第 3 下アーム信号 S g 2 L、S g 3 L の論理が H にされる。これにより、上アームスイッチ S W H がオフされ、下アームスイッチ S W L がオンされる。上アームスイッチ S W H がオフされると上アームモニタ用信号 S g m H の論理が L にされ、下アームスイッチ S W L がオンされると下アームモニタ用信号 S g m L の論理が H にされる。また、ステップ S 12 において肯定判定された場合、ステップ S 13 に進み、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生していないと判定する。一方、ステップ S 12 において否定判定された場合、ステップ S 14 に進み、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生していると判定する。

【0065】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

【0066】

疑似異常処理が実施されることにより、判定用検出電圧 V S b が 0 V に変更される構成とした。これにより、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされ、異常判定部 67 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定される状態が模擬される。この際、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。

【0067】

本実施形態では、制御用検出電圧 V S a 及び判定用検出電圧 V S b のうち、判定用検出電圧 V S b により制御システムの過電圧異常が判定される。そこで、疑似異常処理が実施された場合においても、判定用検出電圧 V S b を用いて、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したか否かが判定される構成とした。これにより、過電圧異常が判定される場合と、疑似異常処理が実施され、過電圧異常を判定できなくなる異常が判定される場合との条件を揃えることができる。その結果、過電圧異常を判定できなくなる異常が判定される条件の違いにより生じる誤判定を抑制することができる。

【0068】

疑似異常処理が実施されてから、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされるまでには、短いながらもある程度の時間を要する。そのため、疑似異常処理が実施されてから所定時間 T p が経過したのにもかかわらず、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p

10

20

30

40

50

未満であると判定されない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生している可能性がある。また、所定時間 T_p が経過した後、判定用検出電圧 V_{Sb} が判定用閾値 V_p 未満であると判定された場合であっても、その後に三相短絡制御が速やかに実施されない問題が生じるため、正常に過電圧異常を判定できていない可能性がある。

【0069】

そこで、本実施形態において、疑似異常処理が実施されてから所定時間 T_p 内に、判定用検出電圧 V_{Sb} が判定用閾値 V_p 未満とされない場合、過電圧異常を判定できない異常が発生していると判定する構成とした。これにより、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを的確に判定することができる。

【0070】

通常時駆動制御が実施される場合において、通常時駆動制御が正常に実施されているか否かが判定される構成とした。これにより、通常時駆動制御に用いられる構成に異常が発生していることを判定することができる。その結果、通常時駆動制御に用いられる構成の異常により、三相短絡制御を実施すべき状況であるにもかかわらず、三相短絡制御が実施されない事態の発生を抑制することができる。

【0071】

< 第2実施形態 >

以下、第2実施形態について、第1実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、疑似異常処理として、判定用検出電圧 V_{Sb} を低減する処理に代えて、判定用閾値 V_p を上昇させる処理が行われる。

【0072】

図8に、本実施形態における制御回路50の構成を示す。図8において、先の図6に示した構成については、便宜上、同一の符号を付している。制御回路50は、定電圧電源である閾値用電源81、第1閾値用スイッチ82、第2閾値用スイッチ83及び第5接続経路L5を備えている。本実施形態では、第1閾値用スイッチ82として、PNP型バイポーラトランジスタにベース抵抗及びベースエミッタ間抵抗が内蔵された抵抗内蔵トランジスタが用いられている。また、第2閾値用スイッチ83として、NPN型バイポーラトランジスタにベース抵抗及びベースエミッタ間抵抗が内蔵された抵抗内蔵トランジスタが用いられている。

【0073】

第1閾値用スイッチ82のコレクタは第3接続経路L3に設けられた第3中間点N3に接続され、第1閾値用スイッチ82のエミッタは閾値用電源81に接続されている。第2閾値用スイッチ83のコレクタは第1閾値用スイッチ82のベースに接続され、第2閾値用スイッチ83のエミッタはグランドに接続されている。第2閾値用スイッチ83のベースはマイコン51に接続されている。第5接続経路L5は、第3接続経路L3のうち第3中間点N3及びASIC部63の間にある第4中間点N4と、マイコン51とを接続している。本実施形態において、判定用閾値 V_p は、第5接続経路L5を介してマイコン51に入力され、第3接続経路L3を介してASIC部63に入力される。なお、本実施形態において、判定用閾値 V_p が「閾値」に相当する。

【0074】

マイコン51は、疑似異常処理を実施する場合、閾値変更信号 S_{g5} の論理をHにする。ここで、閾値変更信号 S_{g5} は、第2閾値用スイッチ83のベースに出力される信号であり、論理Hによって第2閾値用スイッチ83のオン指令を示し、論理Lによって第2閾値用スイッチ83のオフ指令を示す。第2閾値用スイッチ83がオンされることにより、第1閾値用スイッチ82のベースがグランドに接続される。これにより、第1閾値用スイッチ82がオンされ、閾値用電源81の電圧が供給される。その結果、第3接続経路L3の電圧が上昇するため、判定用閾値 V_p が上昇する。本実施形態において、判定用閾値 V_p は、マイコン51に入力可能な電圧範囲の上限電圧まで上昇する。

【0075】

図9を用いて、疑似異常処理を含むマイコン51の処理について説明する。図9におい

10

20

30

40

50

て、先の図 7 に示した処理については、便宜上、同一の符号を付している。先の図 7 に示す処理では、ステップ S 1 1 の処理を実施したが、図 9 に示す処理では、ステップ S 1 5 の処理を実施する。ステップ S 1 5 において、疑似異常処理として、閾値変更信号 S g 5 の論理を H にする。これにより、判定用閾値 V p がマイコン 5 1 に入力可能な電圧範囲の上限電圧まで上昇する。

【 0 0 7 6 】

制御システムの起動中において、判定用検出電圧 V S b は、マイコン 5 1 に入力可能な電圧範囲の中間値とされる。そのため、判定用閾値 V p がマイコン 5 1 に入力可能な電圧範囲の上限電圧まで上昇した場合、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされる。よって、本実施形態においても、疑似異常処理が実施された場合、異常判定部 6 7 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定される状態が模擬される。この際、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。

10

【 0 0 7 7 】

< 第 3 実施形態 >

以下、第 3 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、疑似異常処理として、判定用検出電圧 V S b を低減する処理に代えて、D C D C コンバータ 2 5 の出力電圧の制御により平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H を上昇させる処理が行われる。

【 0 0 7 8 】

20

図 1 0 を用いて、疑似異常処理を含むマイコン 5 1 の処理について説明する。図 1 0 において、先の図 7 に示した処理については、便宜上、同一の符号を付している。先の図 7 に示す処理では、ステップ S 1 1 の処理を実施したが、図 1 0 に示す処理では、ステップ S 1 6 の処理を実施する。ステップ S 1 6 において、疑似異常処理として、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満となるように、D C D C コンバータ 2 5 の出力電圧の目標値を上昇させる。これにより、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H が上昇する。

【 0 0 7 9 】

本実施形態においても、疑似異常処理が実施され、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされることにより、異常判定部 6 7 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定される状態が模擬される。この際、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。

30

【 0 0 8 0 】

D C D C コンバータ 2 5 の出力電圧の目標値を上昇させる昇圧制御により平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H を上昇させた。そのため、疑似異常処理により、高圧領域の構成（例えば高圧検出回路 5 2 の高圧領域側）も正常に動作するか否かをチェックできる。これにより、高圧領域の構成において異常が発生した場合においても、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。

【 0 0 8 1 】

< 第 4 実施形態 >

40

以下、第 4 実施形態について、第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。第 1 実施形態では、疑似異常処理が実施されることにより、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされたか否かが判定された。それに加えて、本実施形態では、上 , 下アームスイッチ S W H , S W L の駆動状態に基づいて、三相短絡制御が実施されたか否かが判定される。

【 0 0 8 2 】

図 1 1 を用いて、疑似異常処理を含むマイコン 5 1 の処理について説明する。図 1 1 において、先の図 7 に示した処理については、便宜上、同一の符号を付している。図 1 1 に示す処理では、ステップ S 1 7 の処理が追加されている。

【 0 0 8 3 】

50

ステップ S 1 2 において肯定判定された場合、ステップ S 1 7 に進む。ステップ S 1 7 では、上アームモニタ用信号 S g m H に基づいて、上アームスイッチ S W H がオフされているか否かを判定する。また、下アームモニタ用信号 S g m L に基づいて、下アームスイッチ S W L がオンされているか否かを判定する。ステップ S 1 7 において、肯定判定された場合はステップ S 1 3 に進み、否定判定された場合はステップ S 1 4 に進む。本実施形態において、ステップ S 1 7 が「駆動判定部」に相当する。

【 0 0 8 4 】

以上説明した本実施形態によれば、疑似異常処理が実施され、過電圧異常が発生した状態が模擬されたにもかかわらず、三相短絡制御が実施されない場合、過電圧異常を判定できなくなる異常が発生したことを判定することができる。その結果、三相短絡制御を実施すべき状況であるにもかかわらず、三相短絡制御が実施されない事態の発生を抑制することができる。

10

【 0 0 8 5 】

< その他の実施形態 >

なお、上記実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

【 0 0 8 6 】

・ステップ S 1 2 の判定を実施するのは、マイコン 5 1 に限られず、A S I C 部 6 3 であってもよい。この場合、A S I C 部 6 3 は「電圧判定部」を含む。

【 0 0 8 7 】

・第 1 接続経路 L 1、バッファ回路 6 0 及び第 1 ローパスフィルタ 6 1 は制御回路 5 0 に備えられていなくてもよい。この場合、制御回路 5 0 において判定用検出電圧 V S b がマイコン 5 1 に入力される構成とされ、マイコン 5 1 は、判定用検出電圧 V S b に基づいて、スイッチング指令を生成すればよい。

20

【 0 0 8 8 】

・疑似異常処理として、第 1 ~ 第 3 実施形態において説明した処理を組み合わせた処理が実施されてもよい。例えば、疑似異常処理が実施される場合、判定用検出電圧 V S b が低減されつつ、判定用閾値 V p が上昇されることにより、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p 未満とされてもよい。これにより、異常判定部 6 7 により制御システムに過電圧異常が発生したと判定される状態が模擬される。

【 0 0 8 9 】

・高圧検出回路 5 2 は、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H が高いほど、検出電圧 V S を低くするように変換するものに限らない。高圧検出回路 5 2 は、平滑コンデンサ 2 4 の端子電圧 V H が高いほど、検出電圧 V S を高くするように変換するものであってもよい。この場合、異常判定部 6 7 は、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p より高い場合、制御システムに異常が発生したと判定すればよい。

30

【 0 0 9 0 】

疑似異常処理においては、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p よりも高くなるように、判定用検出電圧 V S b 及び判定用閾値 V p のうち少なくとも一方を変更すればよい。例えば、判定用検出電圧 V S b を 5 V まで上昇させればよい。また、例えば、判定用閾値 V p を 0 V まで低減すればよい。この場合、ステップ S 1 2 において、マイコン 5 1 は、疑似異常処理が実施されてから所定時間 T p 以内に、判定用検出電圧 V S b が判定用閾値 V p よりも高くなったか否かを判定すればよい。

40

【 0 0 9 1 】

・三相短絡制御として、3 相分の上アームスイッチ S W H をオンし、かつ、3 相分の下アームスイッチ S W L をオフする制御が行われてもよい。

【 0 0 9 2 】

・制御システムに過電圧異常が発生したと判定された場合、シャットダウン制御のみが実施されてもよい。ここで、ステップ S 1 2 において肯定判定された場合、異常判定部 6 7 によりシャットダウン制御を実施するべく、第 2 上、下アーム信号 S g 2 H, S g 2 L の論理が L にされる。これにより、上、下アームスイッチ S W H, S W L がオフされる。

50

上, 下アームスイッチ S W H , S W L がオフされることにより、上, 下アームモニタ用信号 S g m H , S g m L の論理が L にされる。第 4 実施形態のステップ S 1 7 では、上アームモニタ用信号 S g m H に基づいて、上アームスイッチ S W H がオフされているか否かを判定すればよい。また、下アームモニタ用信号 S g m L に基づいて、下アームスイッチ S W L がオフされているか否かを判定すればよい。

【 0 0 9 3 】

・スイッチングデバイス部 2 0 を構成するスイッチ S W H , S W L としては、I G B T に限らず、例えばボディダイオードを内蔵する N チャネル M O S F E T であってもよい。

【 0 0 9 4 】

・回転電機 1 0 の制御量としては、トルクに限らず、例えば、回転電機 1 0 のロータの回転速度であってもよい。

10

【 0 0 9 5 】

・回転電機 1 0 としては、永久磁石同期機に限らず、例えば巻線界磁型同期機であってもよい。また、回転電機 1 0 としては、同期機に限らず、例えば誘導機であってもよい。さらに、回転電機 1 0 としては、車載主機として用いられるものに限らず、電動パワーステアリング装置や空調用電動コンプレッサを構成する電動機等、他の用途に用いられるものであってもよい。

【 0 0 9 6 】

・ D C D C コンバータ 2 5 は制御システムに備えられていなくてもよい。

【 0 0 9 7 】

20

・制御システムが搭載される移動体としては、車両に限らず、例えば、航空機又は船舶であってもよい。また、制御システムの搭載先としては、移動体に限らない。

【 0 0 9 8 】

・本開示に記載の制御部及びその手法は、コンピュータプログラムにより具体化された一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。あるいは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ以上の専用ハードウェア論理回路によってプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。もしくは、本開示に記載の制御部及びその手法は、一つ乃至は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと一つ以上のハードウェア論理回路によって構成されたプロセッサとの組み合わせにより構成された一つ以上の専用コンピュータにより、実現されてもよい。また、コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストールーションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。

30

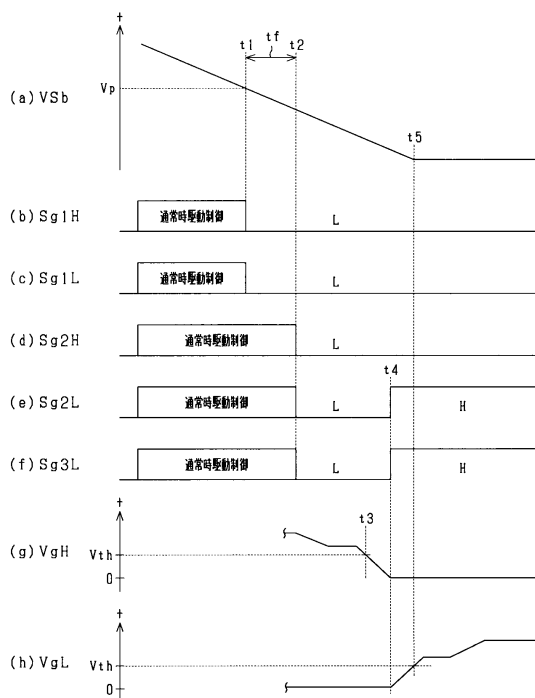
【符号の説明】

【 0 0 9 9 】

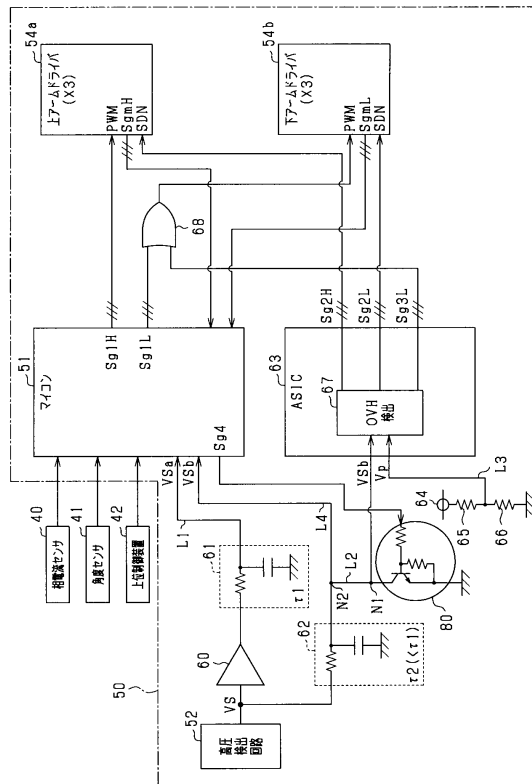
1 0 ... 回転電機、 1 5 ... インバータ、 3 0 ... 高圧電源、 5 0 ... 制御回路、 5 1 ... マイコン、 5 2 ... 高圧検出回路、 6 3 ... A S I C 部、 S W H , S W L ... 上, 下アームスイッチ。

40

【図 5】



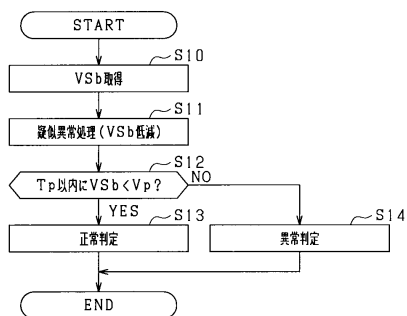
【図 6】



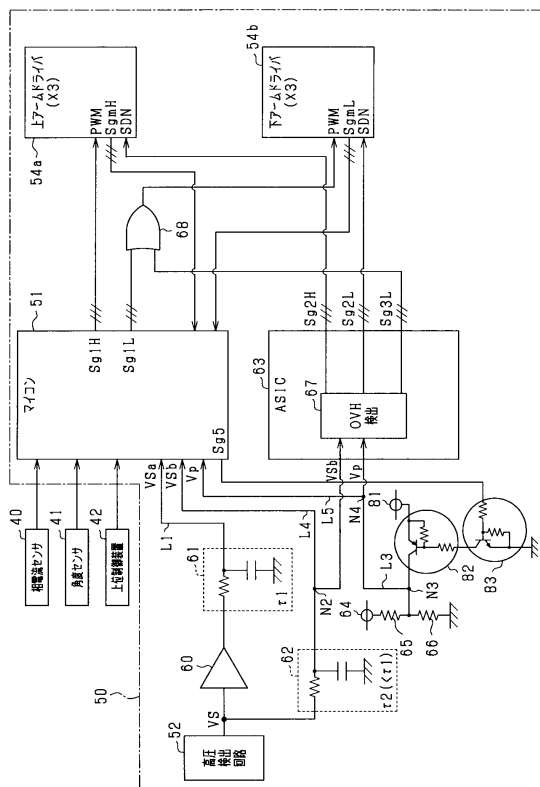
10

20

【図 7】



【図 8】

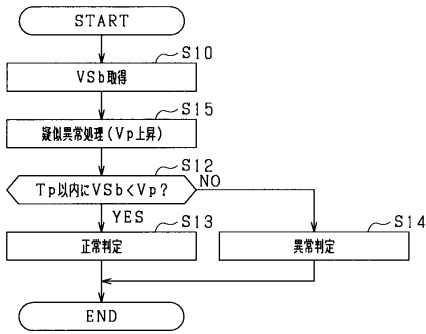


30

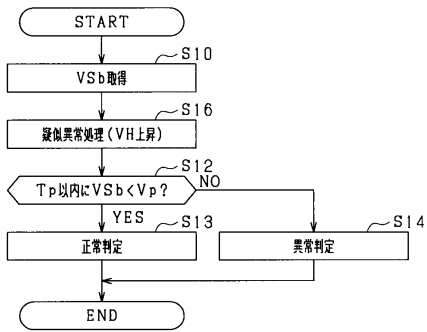
40

50

【図 9】

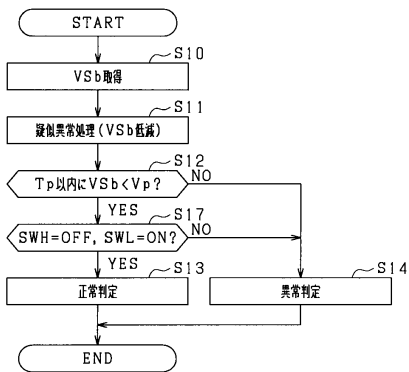


【図 10】



10

【図 11】



20

30

40

50

フロントページの続き

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 山村 雅紀
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 川津 信介
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 遠藤 尊志
(56)参考文献 国際公開第 2 0 2 0 / 1 3 7 9 0 7 (W O , A 1)
特開 2 0 1 9 - 1 9 8 1 3 9 (J P , A)
特開平 5 - 4 6 4 2 6 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 M 7 / 4 8