

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2013 年 6 月 27 日 (27.06.2013)

W O I P C T

(10) 国際公開番号
WO 2013/094330 A 1

- (51) 国際特許分類 :
H02P 27/06 (2006.01) H02M 7/48 (2007.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/079056
- (22) 国際出願日 : 2012 年 11 月 9 日 (09.11.2012)
- (25) 国際出願の言語 : 日本語
- (26) 国際公開の言語 : 日本語
- (30) 優先権データ :
特願 2011-278327 2011 年 12 月 20 日 (20.12.2011) JP
- (71) 出願人 : 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]: 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者 : 小倉 敬史 (OGURA Takashi); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 重田 哲 (SHIGETA Satoru); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 五十嵐 浩明 (GARASHI Hiroaki); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

- (74) 代理人 : 井上 学 , 外 (NOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, ML, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

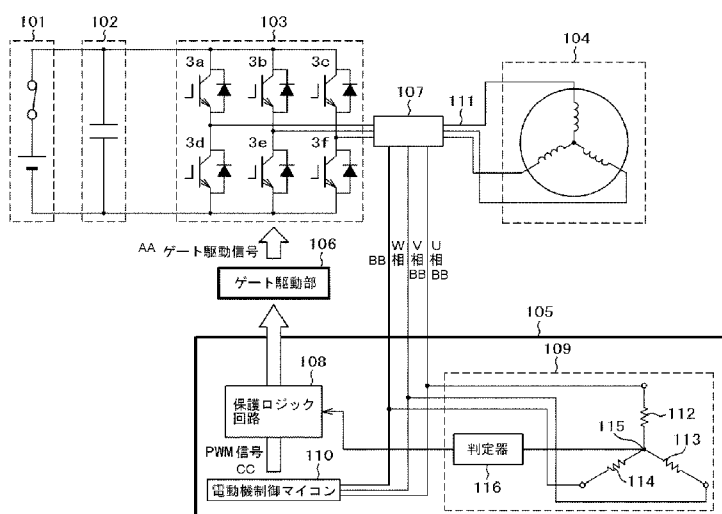
添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: POWER CONVERSION DEVICE

(54) 発明の名称 : 電力変換装置

図 1



106 Gate drive unit
108 Protection logic circuit
110 Motor control microcomputer
116 Determination unit
AA Gate drive signal
BB Phase
CC PWM signal

(57) Abstract: Alternating-current grounding detection has been carried out by means of microcomputer software processing from the output of current sensors, but there have been situations in which it has not been possible to detect grounding due to an abnormality of a microcomputer or due to the sampling timing of a current sensor. By connecting output units of U-phase, V-phase, and W-phase current sensors to a star-connected resistance load, and inputting a neutral-point output of the star-connected resistance load to a determination unit, grounding can be reliably carried out, and furthermore, because current is supplied to the resistance load from the current sensors, a weak electrical circuit configuration can be implemented and handling increases in withstand voltage does not have to be taken into account.

(57) 要約 : 交流電流の地絡検出は電流センサの出力からマイクロコンピュータのソフトウェア処理により行っていたが、マイクロコンピュータの異常や電流センサのサンプリングのタイミングによっては地絡現象を検出できない状況があった。U相、V相及びW相の各電流センサの出力部をスター結線した抵抗負荷に接続し、スター結線した抵抗負荷の中性点出力を判定器に入力することで確実に地絡現象を検出することができ、しかも電流センサから抵抗負荷に電流を供給するので弱電系の回路構成とでき高耐圧化の対応を考慮しなくて良い。

力を判定器に入力することで確実に地絡現象を検出することができ、しかも電流センサから抵抗負荷に電流を供給するので弱電系の回路構成とでき高耐圧化の対応を考慮しなくて良い。

明 細 書

発明の名称 : 電力変換装置

技術分野

[0001] 本発明は半導体スイッチング素子を用いた電力変換装置に係り、特に地絡現象を検出する新規な交流電流の地絡検出装置を備えた電力変換装置に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体スイッチング素子を備えたインバータ回路により電力変換を行い、その電力を三相誘導電動機のような負荷に供給する電力変換装置においては、種々の異常検出装置が備えられている。例えば、過電流検出装置や過電圧検出装置、及び地絡検出装置等がその代表的なものである。

[0003] ここで、本発明が対象とするのは交流電流の地絡現象 (以下では単に地絡現象という)を検出する地絡検出装置であって、一般にはインバータ回路部と三相誘導電動機の間を流れる交流電流を検出する電流センサの信号をマイクロコンピュータによって所定の周期でサンプリングしてその変化度合を監視して地絡現象を検出していた。

[0004] また、この他に三相誘導電動機の二次側の異常を検出するものとして、特開2006-141108号公報 (特許文献1)にあるように、三相誘導電動機の二次側のそれぞれの相に対して抵抗をスター接続し、この中性点の電流或いは電圧を検出して地絡現象を検出するものが知られている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1 :特開2006-141108号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、従来の交流電流の地絡現象の検出は電流センサの情報を元にマイクロコンピュータのソフトウェア処理により行っていた。しかしな

がら、マイクロコンピュータの異常や電流センザの情報を読み取るサンプリングのタイミングによっては地絡現象を検出できない状況が発生する。

[0007] 更に、地絡現象が発生してから保護回路による保護動作へ移るまでの動作時間がマイクロコンピュータの処理速度や処理タスクの起動周期に依存しているので地絡現象に対する保護動作が間に合わない状況も発生することが懸念される。

[0008] また、特許文献 1 に記載の技術では三相誘導電動機の負荷側に地絡検出回路を設けているが、各相の抵抗を負荷側と直接的に接続するので検出回路の高耐圧化が要求され、このため地絡検出回路が大型、高コスト化するという課題があった。

[0009] 本発明の目的は、確実に交流電流の地絡現象の発生を検出できると共に、高耐圧化を必要としない地絡検出装置を備えた電力変換装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[001 0] 本発明の特徴は、インバータ回路と負荷の間を結ぶ U 相、V 相及び W 相の各出力線を通る交流電流の電流値を検出する電流センサの出力部をスター結線した抵抗負荷に接続し、スター結線した抵抗負荷の中性点の出力を判定器に入力して地絡現象を検出し、この地絡現象の検出によってインバータ回路を駆動するゲート駆動回路の動作を保護回路によって制限するようにしたものである。

発明の効果

[001 1] 本発明によれば、U 相、V 相及び W 相の各電流センサの出力部をスター結線した抵抗負荷に接続し、スター結線した抵抗負荷の中性点出力を判定器に入力する構成としたので確実に地絡現象をすることができ、しかも電流センザから抵抗負荷に電流を供給するので弱電系の回路として構成できるので地絡検出装置に高耐圧化の対応を考慮しなくてよくなるものである。

図面の簡単な説明

[001 2] [図 1] 本発明の一実施例になる地絡検出装置を備えた電力変換装置の構成を示

す構成図である。

[図2] 本発明の一実施例になる地絡検出装置の回路図である。

[図3] 電力変換装置の保護回路を説明するための回路図である。

[図4] 電力変換装置の保護回路を説明するための回路図である。

[図5] 保護回路の出力とゲート信号の関係を示すチャート図である。

[図6] 3相シヨート駆動信号制御ロジックの回路図である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1は電力変換装置の一例としてのハイブリッド自動車用の三相誘導電動機駆動装置の回路図を示しており、このハイブリッド自動車用の三相誘導電動機駆動装置は直流電源101、平滑コンデンサ102、インバータ回路部103、三相誘導電動機104、電動機駆動制御部105、ゲート駆動部106等より構成されている。

[0014] そして、直流電源101と並列に平滑コンデンサ102が接続されており、直流電圧を電動機駆動制御部105の制御信号に応じてゲート駆動部106がインバータ回路部103をスイッチングして交流電圧に変換し、三相誘導電動機104を駆動制御するものである。

[0015] 電動機駆動制御部105は少なくとも電動機制御用マイクロコンピュータ110と、この電動機制御用マイクロコンピュータ110とインバータ回路部103を駆動するゲート駆動部106との間に介装され、ゲート駆動部106の動作を制限する保護ロジック回路108及び地絡検出部109を備えている。

[0016] 地絡検出部109はインバータ回路部103から三相誘導電動機104に交流出力を供給する出力線111に設けられた電流センサ107からの出力が入力されている。

[0017] この電流センサ107の出力は電動機制御用マイクロコンピュータ110にも入力されており、インバータ回路部103の位相角制御等に利用されている。

[0018] 電流センサ107は出力線111に流れる電流を直接測定するのではなく

、電流に比例して発生する磁界をホール素子によって弱電系の電圧に変換し、間接的に電流検出をしている。尚、電流センサ 107 は電圧出力であり、電動機制御用マイクロコンピュータ 110 で利用される。

[0019] したがって、電流センサ 107 の出力は電動機制御用マイクロコンピュータ 110 にも直接的に入力が可能である。この場合には、電動機制御用マイクロコンピュータ 110 によって所定のサンプルタイミングで電流センサ 107 の出力が取り込まれ、A/D 変換されて使用されるものである。

[0020] 電流センサ 107 は出力線 111 の数に応じて設けられており、実際には出力線 111 は U 相、V 相及び W 相があるので電流センサ 107 も U 相、V 相及び W 相の電流を検出するように 3 個設けられている。

[0021] そして、U 相、V 相及び W 相の電流は地絡検出部 109 のスター結線された抵抗負荷 112、113、114 に供給されるように構成されている。つまり、U 相の電流は抵抗負荷 112 に与えられ、V 相の電流は抵抗負荷 113 に与えられ、W 相の電流は抵抗負荷 114 に与えられるものである。ここで、各抵抗負荷 112、113、114 は同じ抵抗値に設定されている。そして、スター結線された抵抗負荷の中性点 115 の出力は判定器 116 に入力されて地絡現象が判定されるものである。ここで、中性点 115 の出力は電圧を使用しているが、この他に電流に変換して使用するようにしても良い。以下の説明においては中性点 115 の電圧を利用するようにしている。

[0022] インバータ回路部 103 は直流電源 101 からの直流電圧が入力され、電動機駆動制御部 105 の信号に従い PWM (パルス変調 : Pulse Width Modulation) 制御を行い、直流電圧を任意の 3 相交流に変換する機能を有している。

[0023] このインバータ回路部 103 は半導体によるスイッチング素子 3a ~ 3f を 3 相フルブリッジ接続で構成している。本実施形態のスイッチング素子には IGBT と還流用ダイオードが搭載されたものを用いている。

[0024] インバータ回路部 103 と三相誘導電動機 104 の間に流れる U 相、V 相及び W 相の各相の電流は、電流センサ 107 によって弱電系で使用される電

圧に変換されて電動機駆動制御部 105 の電動機制御マイクロコンピュータ 110 に入力され、また、地絡検出部 109 へ入力される。

[0025] 次に地絡検出部 109 の具体的な回路構成について図 2 を用いて説明する。この地絡検出部 109 は 5 V 電源で駆動されるものであり、U 相、V 相及び W 相の各電流センサ 107 の出力をスター結線した同一抵抗負荷につなぐと、スター結線の中性点 115 の中性点電位は通常では所定の一定値で安定する。

[0026] 例えば、電流センサ 107 の仕様が 500 A/V の電流電圧変換比で、電流測定範囲が $-1000\text{ A} \sim +1000\text{ A}$ 、出力電圧が 2.5 V を中心に $\pm 2\text{ V}$ とすると、中性点電位は約 2.5 V で安定する。

[0027] 本実施例では抵抗負荷 112、113、114 の抵抗値は電流センサ 107 の出力の電源ショート故障も考慮して $10\text{ k}\Omega$ とする。そして、この中性点 115 を図 2 のように判定器 16 を構成する上側閾値判定器 201 と下側閾値判定器 202 に接続する。

[0028] 上側閾値判定器 201 を構成する比較器 203 の+側入力端子電圧は抵抗 203 と抵抗 204 の分圧抵抗によって決まる。例えば抵抗 203 を $2\text{ k}\Omega$ 、抵抗 204 を $3\text{ k}\Omega$ とすると比較器 205 の+側入力端子電圧は 3 V となる。この+側入力端子電圧は比較基準電圧であり、また上側閾値となるものである。

[0029] よって、三相誘導電動機を通常駆動している場合では中性点 115 の電位は約 2.5 V で安定している。このため、中性点電位が+側入力端子電圧である 3 V より低いので比較器 205 の出力はハイインピーダンスとなり、最終段のトランジスタ 206 には 5 V が入力され、OFF となって地絡検出信号は出力されない。

[0030] 一方、地絡事故の影響等によりスター結線された抵抗負荷の中性点 115 の電位が 3 V を越えると、比較器 205 の+側入力端子電圧である 3 V より高いので出力は Low レベルに反転する。したがって、最終段のトランジスタ 206 は ON となって 5 V の地絡検出信号が出力されることになる。

- [0031] ここで、比較器 205 の出力が Low レベルとなると比較器 205 の + 側入力端子電圧は抵抗 204 と抵抗 207 の抵抗値とダイオード 208 の順方向電圧降下、比較器 205 の Low レベル出力電圧によって変化する。例えば、抵抗 207 を $13\text{ k}\Omega$ 、ダイオード 208 の順方向電圧降下を 0.5 V 、比較器 205 の Low レベル出力電圧が 0.2 V だとすると、+ 側入力端子電圧は約 2.8 V となる。これにより + 側入力端子電圧にヒステリシスを持たせることができ、中性点 115 の電位が変動してもチャタリングを防止できる。
- [0032] 次に、下側閾値判定器 202 を構成する比較器 209 の一側入力端子電圧は抵抗 210 と抵抗 211 の分圧抵抗によって決まる。例えば、抵抗 210 を $3\text{ k}\Omega$ 、抵抗 211 を $2\text{ k}\Omega$ とすると比較器 209 の一側入力端子電圧は 2 V となる。この一側入力端子電圧は比較基準電圧であり、また下側閾値となるものである。
- [0033] よって、三相誘導電動機を通常駆動している場合では中性点 115 の電位は約 2.5 V で安定しているので一側入力端子電圧である 2 V より高くなつて比較器 209 の出力はハイインピーダンスとなる。比較器 209 の出力がハイインピーダンスであると最終段のトランジスタ 206 は OFF となって地絡検出信号は出力されない。
- [0034] 一方、地絡事故の影響等によりスター結線された抵抗負荷の中性点 115 の電位が 2 V を下回ると比較器 209 の出力は Low レベルに反転する。したがって、最終段のトランジスタ 206 は ON となって 5 V の地絡検出信号が出力されることになる。
- [0035] 比較器 209 の出力が Low レベルとなると下側閾値判定器 202 の比較器 209 の一側入力端子電圧は、抵抗 211 と抵抗 212 の抵抗値とトランジスタ 213 のコレクターエミッタ電圧 V_{ce} によって決まるようになる。
- [0036] 例えば、抵抗 212 が $13\text{ k}\Omega$ 、 V_{ce} が 0.3 V だとすると一側入力端子電圧は約 2.2 V となる。これにより一側入力端子電圧にヒステリシスを持たせることができ、チャタリングを防止できる。尚、トランジスタ 206 と

トランジスタ 213 に接続された抵抗は調整抵抗である。

[0037] 図 2 に示すように、上側閾値判定器 201 と下側閾値判定器 202 のフィードバック系をスター結線された抵抗負荷の中性点 115 と無関係に構成することで、スター結線された抵抗負荷の中性点 115 の電位を変動させることなく各閾値にヒステリシスを持たせることができる。

[0038] 以上の構成によって、高耐圧化を考慮せずに地絡現象の検出を精度良くおこなうことができる。すなわち、U相、V相及びW相の各相の電流を電流センサで検出し、この各相の電流に比例した電圧をスター結線された抵抗負荷に与えるようにして中性点の電位を検出し、この中性点電位を判定器、好ましくは上側閾値と下側閾値を有する比較器によって比較することで地絡状態を常に検出することが可能となり、またインバータ回路部と三相誘導電動機を結ぶ出力線に流れる電流を弱電系で利用できる電圧に変換してスター結線された抵抗負荷に与え、これによつて得られた中性点の電位を判定器で判定するので上記した高耐圧化を考慮せずに地絡現象の検出を精度良くおこなうことができるという効果を奏することができるものである。これによつて、マイクロコンピュータのソフトウェア処理により行っていた地絡検出方法で生じていた、マイクロコンピュータの異常や電流センサの情報を読み取るサンプリングのタイミングによっては地絡を検出できない状況が発生したり、地絡現象が発生してから保護回路による保護動作へ移るまでの動作時間がマイクロコンピュータの処理速度や処理タスクの起動周期に依存しているので地絡現象に対する保護動作が間に合わない状況が発生したりするといった課題を解決できるものである。

[0039] また、三相誘導電動機の負荷側に地絡検出回路を設けているものでは、各相の抵抗を負荷側と直接接続するので検出回路の高耐圧化が要求され、このため地絡検出回路が大型、高コスト化する、という課題についても解決できるものである。

[0040] 次に、上記した地絡検出装置 109 を用いて電力変換装置の保護を行うためにゲート駆動部 106 の動作を制限する保護ロジック回路 108 の構成に

ついて説明する。

[0041] 図3は地絡現象を検出した際に、3相オープン制御の保護動作を行う場合の電動機駆動制御部105に設けた保護ロジック回路108の実施形態を示している。

[0042] 図4は地絡を検出した際に、3相ショート制御の保護動作を行う場合の電動機駆動制御部105に設けた保護ロジック回路108の実施形態を示している。

[0043] インバータ回路部103は通常では電動機駆動制御部105に設けた電動機制御マイクロコンピュータ110によって制御されている。電動機制御マイクロコンピュータ110は、三相誘導電動機に任意のトルクや回転数を与えるために、インバータ回路部103の半導体スイッチング素子の適切なスイッチング時間を演算し、PWM制御を行うように機能する。

[0044] その結果、三相誘導電動機104の各相には交流電圧及び電流が印加され、その速度等が駆動制御される。

[0045] 電動機制御マイクロコンピュータ110とゲート駆動部106との間のスイッチング制御信号のライン上には、保護ロジック回路108を構成する第1のバッファ301、第2のバッファ303、これらの間に配置された第3のバッファ302a及び第4のバッファ302bが設けられている。

[0046] これらのバッファ301、302a、302b、303は電動機制御マイクロコンピュータ110からの制御信号をゲート駆動部106に伝達したり、異常時に制御信号の伝達を遮断する遮断機能部として作用する。

[0047] バッファ301、303は上下アームを構成する半導体スイッチング素子3a~3fのスイッチング制御信号ライン上の全てに設けられている。

[0048] 一方、バッファ302aは上アームを構成する半導体スイッチング素子3a、3b、3cのスイッチング制御信号ライン上に設けられ、バッファ302bは下アームを構成する半導体スイッチング素子3d、3e、3fのスイッチング制御信号ライン上に設けられている。

[0049] 電動機制御マイクロコンピュータ110から出力された各半導体スイッチ

ング素子 3 a ~ 3 f を制御するスイッチング制御信号は、これらのバッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 を介してゲート駆動部 1 0 6 に入力される。バッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 は 3 ステートバッファであって、3 相オープン信号や 3 相ショート信号等が各バッファの状態を変更する制御信号（以下では、トリガ信号と称する）として入力される。

[0050] 電力変換装置が正常に動作している場合はトリガ信号が入力されない状態となっており、バッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 は導通状態であって、電動機制御マイクロコンピュータ 1 1 0 から出力された各半導体スイッチング素子 3 a ~ 3 f を制御するスイッチング制御信号は各バッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 を通過してそのまま出力されゲート駆動回路 1 0 6 に伝達される。

[0051] 一方、電力変換装置に異常が生じてトリガ信号が入力されると、各バッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 は遮断状態（ハイインピーダンス状態）に反転される。バッファ 3 0 1 が遮断状態となると、バッファ 3 0 1 の出力側（すなわち、バッファ 3 0 2 a、3 0 2 b の入力側）は H i g h 状態にプルアップされる。

[0052] バッファ 3 0 2 a、3 0 2 b が遮断状態となると、バッファ 3 0 2 a、3 0 2 b の出力側（すなわち、バッファ 3 0 3 の入力側）は L o w 状態にプルダウンされる。バッファ 3 0 3 が遮断状態となると、バッファ 3 0 3 の出力側（すなわち、ゲート駆動部 1 0 9 の入力側）はハイインピーダンス状態となり、ゲート駆動部 1 0 6 内のフォトカプラは非導通となるためスイッチング素子 3 a ~ 3 f は O F F となる。

[0053] ゲート駆動部 1 0 6 は L o w 信号が入力されると半導体スイッチング素子を O N（導通状態）にし、逆に、H i g h 信号が入力されると半導体スイッチング素子を O F F（遮断状態）にする。

[0054] 本実施形態では、電力変換装置の異常時の保護動作として、バッファ 3 0 1、3 0 2 a、3 0 2 b、3 0 3 の内の特定のバッファ出力を遮断することによって、半導体スイッチング素子 3 a ~ 3 f を全て O F F にする 3 相オー

ブン動作や、上アーム 3 a ~ 3 c、または下アーム (3 d ~ 3 f) のみを ON にして他を OFF する 3 相ショート (上アーム 3 相ショート、下アーム 3 相ショート) 動作を行うようにしてゲート駆動部 106 の動作を制限するものである。

[0055] 次に、上述した保護ロジック回路 108 を用いた具体的な保護動作として、3 相オープン動作、3 相ショート動作について説明するが、これらの保護動作は異常状態の種類によって選択されるものである。

『3 相オープン動作』

3 相オープン動作は図 2 に示した実施例で検出される地絡検出信号 306 や、過電流検出信号 307 や、過電圧検出信号 308 等の 3 相オープン信号によって実行されるものであり、3 相オープン動作のトリガ信号はタイマ回路 305 を介してバッファ 301 に入力する。

[0056] トリガ信号がタイマ回路 305 を介してバッファ 301 に入力されると、上述したようにバッファ 301 は遮断状態とされ、バッファ 301 の出力側は High 状態となる。

[0057] 一方、バッファ 302 a、302 b、303 にはトリガ信号が入力されないものでいずれも導通状態となっており、入力された信号は High 状態及び Low 状態を変えることなくそのまま出力される。

[0058] すなわち、3 相オープン動作時にはバッファ 301 は遮断状態となり、バッファ 302 a、302 b、303 は導通状態となっているので上下アームの全ての半導体スイッチング素子 3 a ~ 3 f に関して High 信号がゲート駆動部 106 に入力される。その結果、半導体スイッチング素子 3 a ~ 3 f の全てが遮断状態とされる。

[0059] 尚、上述したようにゲート駆動部 106 に High 信号が入力されると半導体スイッチング素子は OFF (遮断状態) とされ、Low 信号が入力されると半導体スイッチング素子は ON (導通状態) とされる。

[0060] 次に、電力変換装置の異常が解消されて正常に復帰すると、トリガ信号の入力がなくなるので、タイマ回路 305 により設定された所定の時間だけバ

バッファ301への3相オープン信号の入力が保持された後に、バッファ301への3相オープン信号の入力がなくなる。この結果、バッファ301への3相オープン信号の入力がなくなるとバッファ301は導通状態となって通常のPWM制御に復帰するようになる。

『3相ショート動作』

上述したように、3相ショート動作には上アームの3相をショートする場合と、下アームの3相をショートする場合とがあり、本実施例では電動機駆動制御部105とは別のエンジンコントロールユニット等の上位マイクロコンピュータから上アーム3相ショート動作と下アーム3相ショート動作の両方あるいはどちらか一方の動作を行うトリガ信号309を出せるものとし、過電圧検出信号308と図2における地絡検出信号306は下アーム3相ショート動作を行うトリガ信号とするものである。

[0061] 図4にあるようにバッファ301には図3に示す例に加えてに上位マイクロコンピュータからのトリガ信号309が入力され、バッファ302a、302bには上位マイクロコンピュータからのトリガ信号309、過電圧信号308、地絡信号306が入力されるようになっている。

[0062] 上述したように、3相ショート動作には上アームの3相をショートする場合と、下アームの3相をショートする場合とがあるが、図5には下アーム3相ショートの場合のタイミングチャートを示している。尚、上アーム3相ショートの場合のタイミングチャートも、図5に示す下アーム3相ショートの場合と同様である。

[0063] 上位マイクロコンピュータ等からの3相ショート信号（下アーム3相ショート）は、バッファ301と3相ショート駆動信号制御ロジック304に入力される。3相ショート信号がバッファ301に入力されると、バッファ301の出力は遮断され、その結果バッファ301の後段に設けられているバッファ302a、バッファ302bの入力側はHigh状態にプルアップされる。

[0064] 上述したように、ゲート駆動部106に対してLow信号が入力されると

半導体スイッチング素子がONされ、High信号が入力されると半導体スイッチング素子がOFFされるので、3相ショート信号がバッファ301に入力されると、上述したようにバッファ302a、バッファ302bの入力側（バッファ301の出力側）はHigh状態となる。そして、High信号はバッファ303を通過してそのままゲート駆動部109に入力されるため、半導体スイッチング素子3a～3fがOFFされる動作を行なう。図5の「バッファ301出力」に示されたような出力を生じる。

[0065] また、これとは別に3相ショート信号が3相ショート駆動信号制御ロジック304に入力されると、3相ショート駆動信号制御ロジック304は遅延動作を行ないバッファ301の出力遮断より所定遅延時間 Δt_1 だけ遅れて上アーム3相ショート信号（上アーム3相ショート動作の場合）もしくは下アーム3相ショート信号（下アーム3相ショート動作の場合）を出力する。

[0066] その結果、バッファ302aもしくはバッファ302bの出力が遮断されるが、図5は下アーム3相ショートの場合を示しているので、バッファ301の出力遮断より所定遅延時間 Δt_1 だけ遅れてバッファ302bの出力が遮断される。

[0067] バッファ302bの出力が遮断されると、バッファ302bの出力側はLow状態にプルダウンされる。その結果、図5の「半導体スイッチング素子3d～3f」の状態にあるように、下アームの半導体スイッチング素子3d～3fに関してはLow信号がゲート駆動部106に入力され、半導体スイッチング素子3d～3fがONされることになる。

[0068] このように、本実施の形態では、3相ショート動作への突入時においては、最初に全ての半導体スイッチング素子3a～3fをOFFにする3相オープン動作を行い、その後に半導体スイッチング素子3a～3cもしくは半導体スイッチング素子3d～3fをONするようにしている。（図5では半導体スイッチング素子3d～3fをONするように動作する。）

3相ショート信号がなくなると図5の「バッファ302b出力」にあるように、バッファ302b（上アーム3相ショート動作の場合にはバッファ3

02a) は即座に導通状態に戻る。このとき、バッファ301の出力側はH1ghになっているので半導体スイッチング素子3d~3fがOFFされ、3相オープン状態に切り替わる。

[0069] そして、図5の半導体スイッチング素子3d~3fの状態にあるように、タイマ回路305により設定される時間 Δt_2 だけバッファ301の出力遮断が保持された後に、バッファ301は導通状態に戻り、通常のPWM制御に復帰する。

[0070] すなわち、3相ショート動作からの復帰時においては、3相ショート信号がなくなった後は、3相オープンの状態にしてから通常のPWM制御に復帰するように動作するものである。

[0071] 上述のように、本実施の形態では、3相ショート動作の制御を行う際には、実際に半導体スイッチング素子が3相ショートとされる期間の前後に、3相オープンとする期間を設けている。

[0072] すなわち、前後にデッドタイムを生成していることになるため、3相ショート制御の際に、上下アーム半導体スイッチング素子の上下短絡の発生を防止することができ、安全性の高い構成となっている。

[0073] 例えば、インバータ回路部103が保証するデッドタイム値が $5\mu\text{s}$ であるならば、この3相ショート期間の前後の3相オープン期間(Δt_1 、 Δt_2)は最低でも $5\mu\text{s}$ 以上を確保することで、上下短絡の発生を確実に防止することができる。

[0074] また、これら一連の保護ロジック回路108やタイマ回路305、3相ショート駆動信号制御ロジック304をハード系で構成することにより、マイクロコンピュータとソフトを用いた構成に比べてコスト低減を図れる。

[0075] 更に、マイクロコンピュータの異常時やソフトバグが起きたときでも十分なデッドタイムを確保しながら保護動作を行うことができ、安全性の向上に繋がる。

[0076] 図6は、3相ショート駆動信号制御ロジック304の詳細回路を示す図である。上述したデッドタイム Δt_1 は、図6の回路602および回路603

により生成される。回路 602、603 に設けられた抵抗やキャパシタの設計定数を調整することにより、デッドタイム Δt_1 の長さを調整することができる。

[0077] 上述したように、上位マイクロコンピュータによる制御信号には、バッファ 302a の出力を遮断する上アーム 3 相ショート信号と、バッファ 302b の出力を遮断する下アーム 3 相ショート信号がある。

[0078] しかし、この二つの信号が同時に出力された場合、上下短絡を引き起こすことが考えられる。そこで、電動機駆動制御部 105 では、図 6 に示すような 3 相ショート駆動信号制御ロジック 304 を用いることにより、上アーム 3 相ショート信号と下アーム 3 相ショート信号との間に優先度を設定し、上下短絡に至らないようにしている。

[0079] 図 6 において、上位マイクロコンピュータから上アーム 3 相ショート信号と下アーム 3 相ショート信号とが同時に入力された場合を考える。メインマイクロコンピュータから下アーム 3 相ショート信号が出力されると、バッファ 301 の出力が遮断される。そのため、上アーム 3 相ショート信号は出力されず、上下短絡が防止される。

[0080] 尚、この上下アームの優先度は信号入力を入れ替えることで選択可能である。更に、過電圧検出信号や地絡検出信号も 3 相ショート駆動信号制御ロジック 304 に入力することで、上位マイクロコンピュータによる 3 相ショート信号と過電圧検出信号、地絡検出信号が同時に発生したときの上下短絡防止が可能となる。

[0081] 以上に説明した地絡検出装置 109 及び保護ロジック回路 108 を用いた電力変換装置の「通常時の動作」と「地絡発生時の動作」の概略について以下に説明する。

[0082] 通常動作時はインバータ回路部 103 から三相誘導電動機 104 へ交流電流が出力されるが、このときの電流センサ 107 の出力電圧は 2.5V を中心とした正弦波となっている。インバータから三相誘導電動機への出力電流は U 相、V 相及び W 相で 120 度ずれているため、U 相、V 相及び W 相の電

流センサ 107 の出力電圧も位相が 120 度ずつつづれている。

[0083] よって、U 相、V 相及び W 相の電流センサの出力をスター結線した抵抗負荷 112、113、114 に繋ぐとスター結線の中性点電位は略 2.5 V で安定する。本実施例では判定器 201 の閾値を 3 V、判定器 202 の閾値を 2 V としているので地絡検出信号は出力されず、保護ロジック回路 108 の各バッファ 301、302a、302b 及び 303 は導通状態となり、電動機制御マイクロコンピュータ 110 からの PWM 信号はそのままゲート駆動部 106 へ送られ三相誘導電動機 104 を正常に駆動する。

[0084] 一方、地絡現象が発生すると、インバータ回路部 103 からの出力電流は地絡地点から漏れて乱れることになる。インバータ回路部 103 の出力電流が乱れたことにより、電流センサ 107 の出力電圧も正弦波から乱れて電流センサ 107 とスター結線された抵抗負荷の中性点 115 の電位は 2.5 V から変動する。この変動した中性点 115 の電位が判定器 201 の上側閾値である 3 V を越える、または判定器 202 の下側閾値である 2 V を下回ると地絡検出信号が出力される。

[0085] このような地絡検出装置 109 によって地絡現象が検出されると、保護ロジック回路 108 は次のような動作を行なうことになる。

[0086] 3 相オープン動作の場合、図 3 に示したように、地絡検出信号 306 は保護ロジック回路 108 のタイマ回路 305 を経由しバッファ 301 に入力される。3 相オープン時の動作は上述した通りで、スイッチング素子 3a ~ 3f の全てを OFF 状態とする。3 相オープン状態ではスイッチング素子 3a ~ 3f の全てを OFF にしているため、三相誘導電動機 104 へ電流が供給されずに地絡電流が流れることがないようになる。

[0087] 一方、3 相ショート動作の場合、図 4 に示したように、地絡検出信号 306 は保護ロジック回路 108 のタイマ回路 305 を経由しバッファ 301 と、3 相ショート駆動信号制御ロジック 304 の両方に入力される。

[0088] 3 相ショート時の動作は上述した通りで、スイッチング素子 3a ~ 3c を ON して残りを OFF する上アーム 3 相ショート状態か、スイッチング素子

3 d ~ 3 f を ON して残りを OFF する下アーム 3 相ショート状態にする。

[0089] このようにすることで、3 相ショート状態では三相誘導電動機の誘起電圧によるスイッチング素子の耐圧破壊を防ぐことができる。

[0090] また、地絡現象が発生している状態では誘起電圧が地絡地点の電位を中心に正側と負側の上下方向で発生することになる。このとき発生した誘起電圧が直流電源の電位を上回るとスイッチング素子の還流ダイオードを経由して予期せぬ電流がインバータ回路部 103 や平滑コンデンサ 102、直流電源 101 へ流れ込んでしまい、これらを破壊する可能性がある。

[0091] これに対して、3 相ショート動作ではスイッチング素子 3 a ~ 3 c、またはスイッチング素子 3 d ~ 3 f を ON にし、他のスイッチング素子を OFF するため、三相誘導電動機 104 と ON 状態のスイッチング素子間で電流が還流させることができ、還流ダイオードを経由した電流の流入を防ぐことができる。

[0092] 本実施例の電流センサ 107 はホール素子による絶縁された電流センサを用いており、これにより直流電源 101 の電圧から絶縁されるようになるので、弱電系（5 V 等）の電源で地絡検出部 109 を構成することができ、小型、低コスト化が可能となる。

[0093] また、地絡検出部 109 の抵抗 112、抵抗 113、抵抗 114 をネットワーク抵抗で構成すれば、抵抗 112、抵抗 113、抵抗 114 の抵抗値の相対誤差を小さくすることでスター結線された抵抗負荷の中性点 115 の電位のばらつきを抑えることができ、より高精度に地絡現象を検出することができる。

[0094] 尚、ゲート駆動部 106 に地絡検出部 109 と保護動作を行う保護ロジック回路 108 を作りこむように構成しても良いが、電流センサ 107 の出力は導電動機駆動制御部 105 に入力されるためゲート駆動部 106 へ電流センサ 107 の信号を送る信号線を増やす必要があり、また、ゲート駆動部 106 は弱電系の電源でないため高耐圧化させる必要があり回路構成が高コストとなる課題を有しているので好ましいものではない。

- [0095] これに対して、本発明では、電流センサ 107 の出力は電動機駆動制御部 105 に入力されるため信号線を増やす必要がなく、また、電動機駆動制御部 105 は弱電系の電源であるので高耐圧化させる必要がないものである。
- [0096] 更に、地絡検出部 109 と保護ロジック回路 108 の電源を別系統で構成し、地絡検出信号を High レベルの電圧信号とすることで地絡検出部 109 の電源が故障等により落ちたときでも、保護ロジック回路 108 が誤動作しないようにできる、という効果も期待できる。
- [0097] 従来の交流電流の地絡現象の検出は電流センサの情報を元にマイクロコンピュータのソフトウェア処理により行っていたので、マイクロコンピュータの異常や電流センサの情報を読み取るサンプリングのタイミングによっては地絡現象を検出できない状況が発生したり、交流電流の地絡が発生してから保護回路による保護動作へ移るまでの動作時間がマイクロコンピュータの処理速度や処理タスクの起動周期に依存しているので地絡現象に対する保護動作が間に合わない状況も発生するといった課題があった。
- [0098] また、三相誘導電動機の負荷側に地絡検出回路を設けると、各相の抵抗を負荷側と直接接続するので検出回路の高耐圧化が要求され、このため地絡検出回路が大型、高コスト化するという課題があった。
- [0099] これに対して、本発明では、インバータ回路部と電動機のような負荷の間を結ぶ U 相、V 相及び W 相の各出力線を通る交流電流の電流値を検出する電流センサの出力部をスター結線した抵抗負荷に接続し、スター結線した抵抗負荷の中性点の出力を判定器に入力して地絡現象を検出し、この地絡現象の検出によってインバータ回路を駆動するゲート駆動回路の動作を制限する保護ロジック回路を動作させるようにしたので、確実に地絡現象をすることができ、しかも電流センサから抵抗負荷に電流を供給するので弱電系の回路構成とでき地絡検出装置に高耐圧化の対応を考慮しなくてよくなるものである。

符号の説明

- [0100] 101…直流電源、102…平滑コンデンサ、103…インバータ回路部

、 1 0 4 …三相誘導電動機、 1 0 5 …電動機駆動制御部、 1 0 6 …ゲート駆動部、 1 0 7 …電流センサ、 1 0 8 …保護ロジック回路、 1 0 9 …地絡検出部、 1 1 0 …電動機制御マイクロコンピュータ、 1 1 1 …出力線、 1 1 2 , 1 1 3 , 1 1 4 …抵抗負荷、 1 1 5 …中性点、 1 1 6 …判定器、 2 0 1 …上側閾値判定器、 2 0 2 …下側閾値判定器、 2 0 3 , 2 0 4 , 2 0 7、 2 1 0、 2 1 1、 2 1 2 …抵抗、 2 0 5、 2 0 9 …比較器、 3 0 1、 3 0 2 a、 3 0 2 b、 3 0 3 …バッファ。

請求の範囲

- [請求項1] 電動機を駆動するための交流電流を生成するインバータ回路部と、このインバータ回路部を構成する半導体スイッチング素子を制御するゲート駆動部を少なくとも備えた電力変換装置において、前記電動機と前記インバータ回路部との間を結ぶU相、V相及びW相の各出力線を流れる電流を検出する電流センサの出力部をスター結線した抵抗負荷に接続し、前記スター結線した抵抗負荷の中性点の出力を判定器に入力して前記出力の変化から地絡現象を検出し、この地絡現象を検出すると前記ゲート駆動部の動作を制限する保護ロジック回路を動作させることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の電力変換装置において、前記電流センサは前記出力線を流れる電流を弱電系で使用される電圧に変換し、この弱電系に変換された電圧は前記ゲート駆動回路を制御する電動機制御マイクロコンピュータと前記スター結線した抵抗負荷に入力されることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の電力変換装置において、前記スター結線した抵抗負荷の中性点の出力は電圧として検出され、この中性点の電圧は電圧比較器に入力されて所定の比較電圧と比較されて地絡現象が検出されることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の電力変換装置において、前記電圧比較器は第1の電圧比較器及び第2の電圧比較器から構成されており、前記第1の電圧比較器で所定の第1の比較電圧と前記中性点の電位が比較されてこれを超えると地絡現象が検出され、前記第2の電圧比較器で所定の第2の比較電圧と前記中性点の電位が比較されてこれを下回ると地絡現象が検出されることを特徴とする電力変換装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の電力変換装置において、前記保護ロジック回路は前記ゲート駆動部と前記電動機制御マイクロ

コンピュータとの間に設けられ、更に前記保護ロジック回路は前記判定器によって地絡現象が検出されると前記電動機制御マイクロコンピュータからの制御信号を前記ゲート駆動部に伝えるのを遮断する遮断機能部を備えていることを特徴とする電力変換装置。

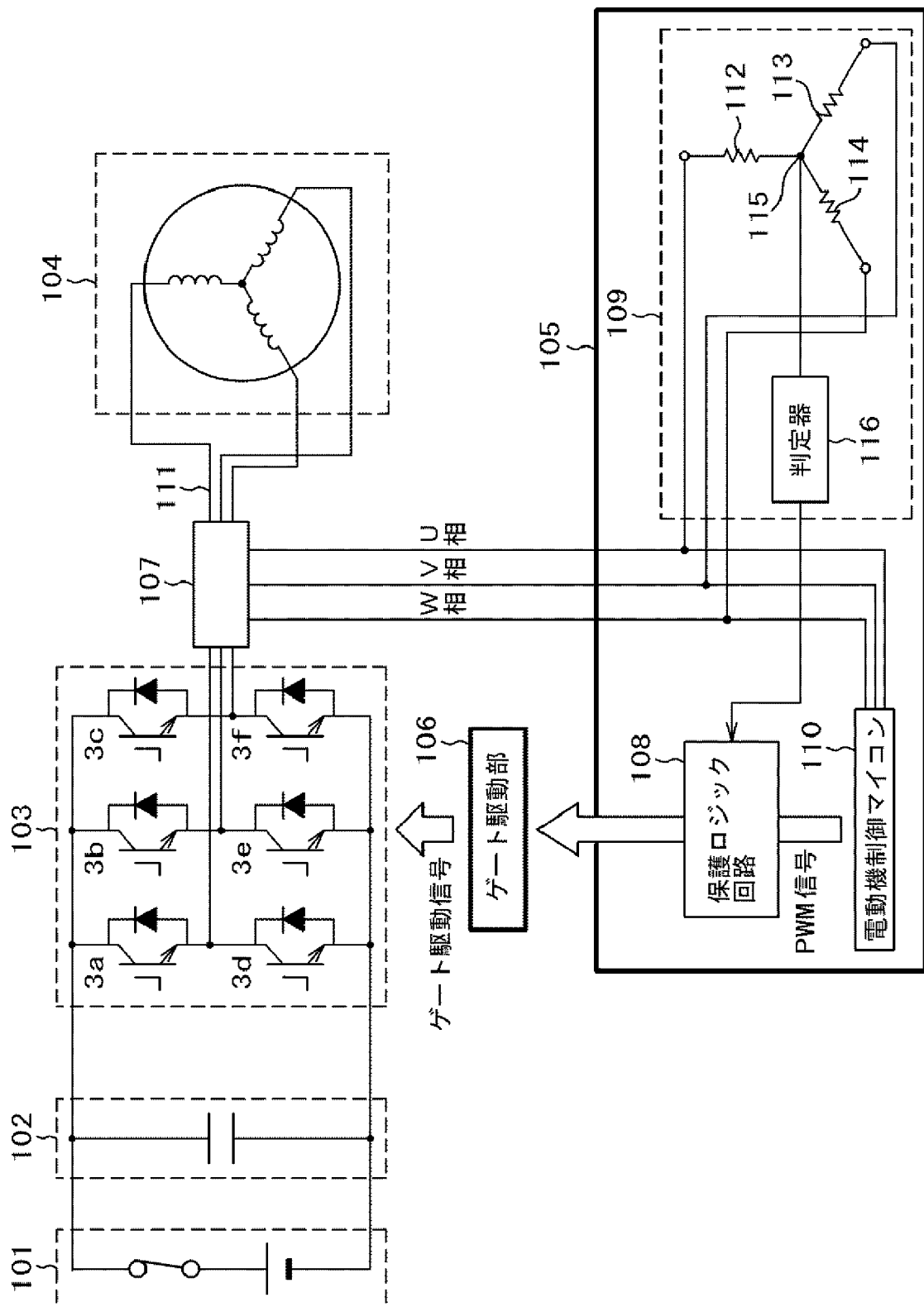
[請求項 6]

請求項 5 に記載の電力変換装置において、

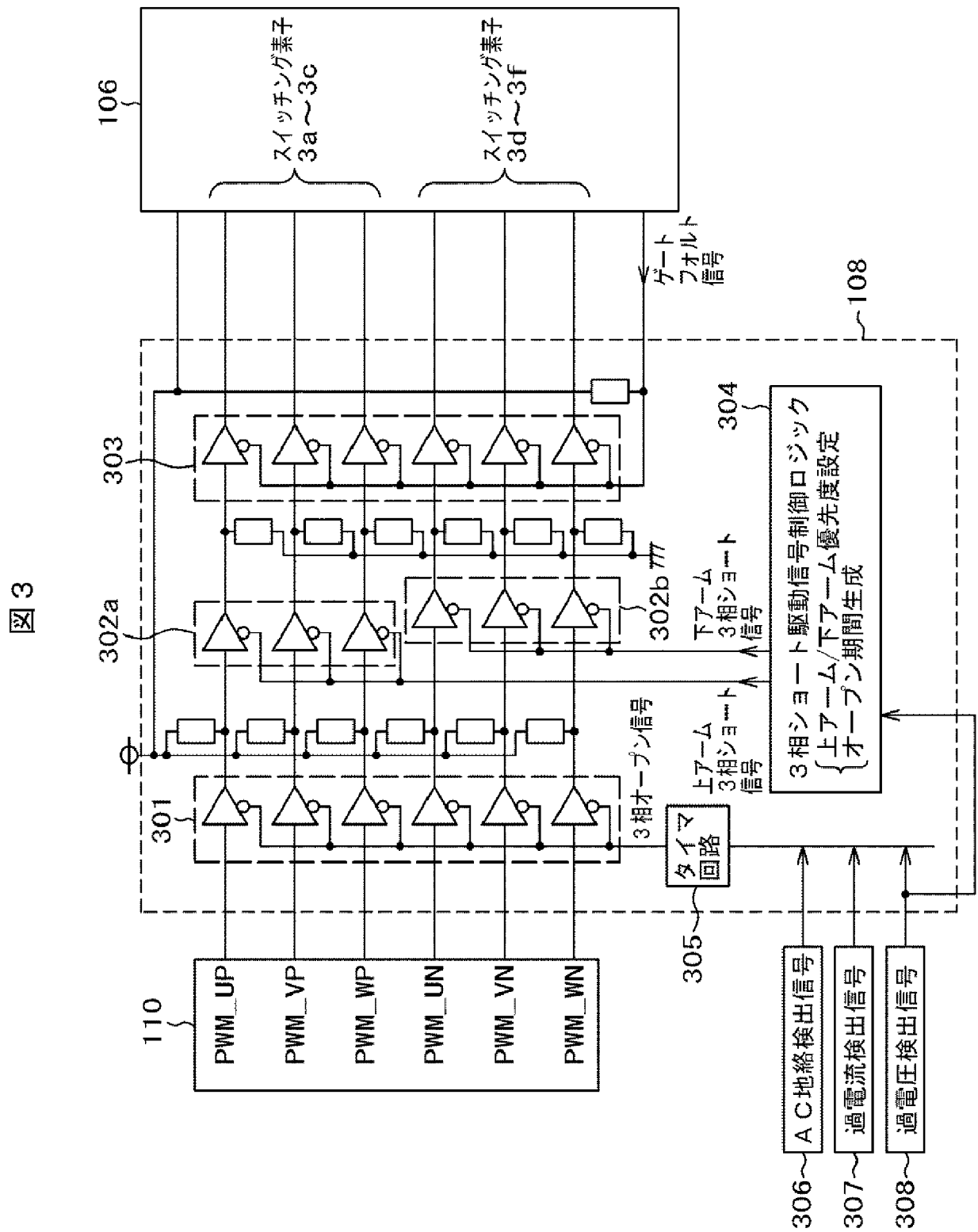
前記保護ロジック回路の遮断機能部は前記インバータ回路部にあるスイッチング素子の全てに繋がる制御信号ライン上に設けられた第 1 及び第 2 のバッファと、前記第 1 及び前記第 2 のバッファの間で前記制御信号ラインの半分の制御信号ライン上に設けられた第 3 のバッファと、前記第 1 及び前記第 2 のバッファの間で前記制御信号ラインの残りの半分の制御信号ライン上に設けられた第 4 のバッファとから構成され、前記第 1 のバッファ、前記第 3 のバッファ及び前記第 4 のバッファに前記判定器の地絡検出信号が入力されることを特徴とする電力変換装置。

[図1]

図 1

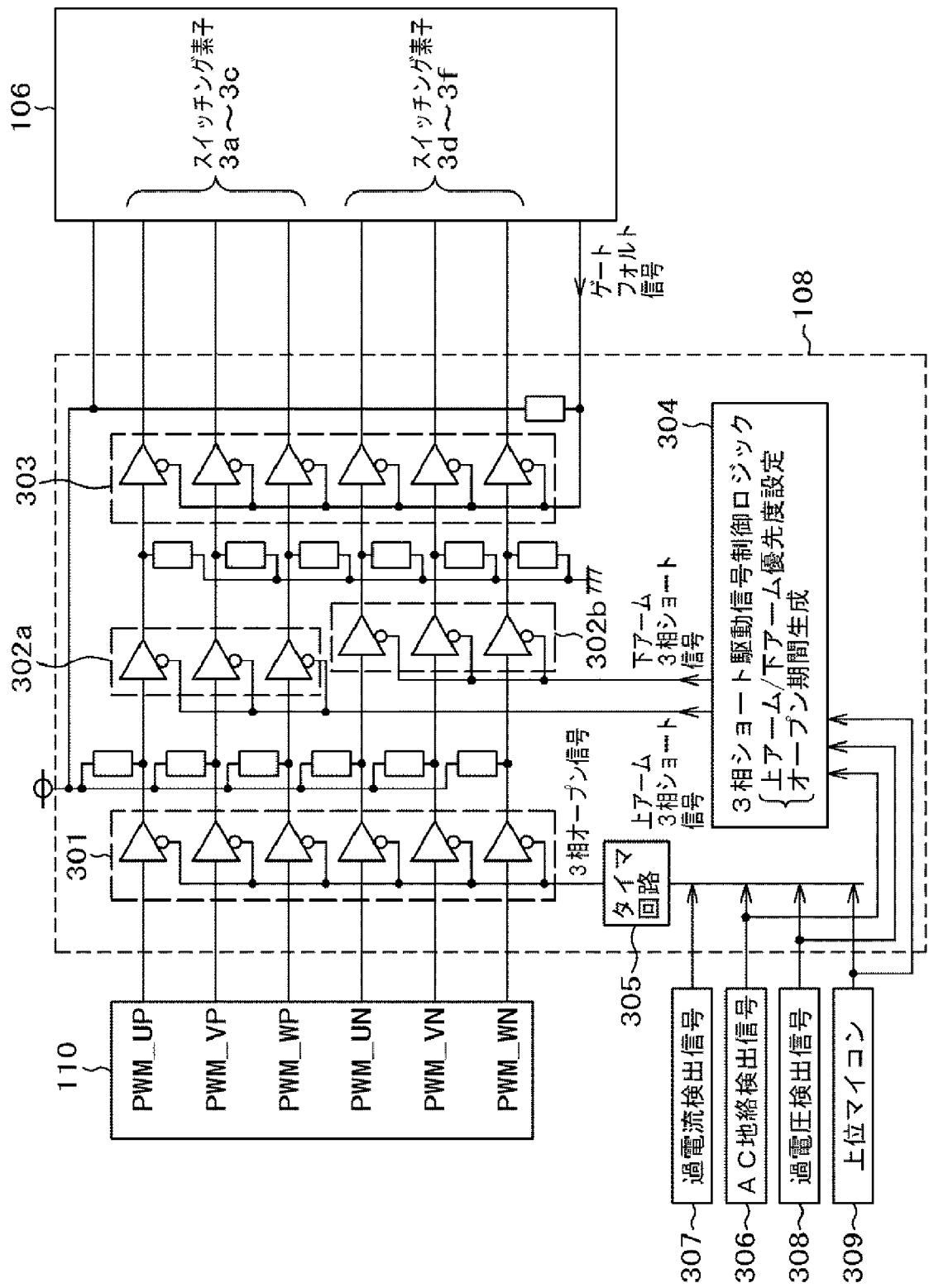


[図3]



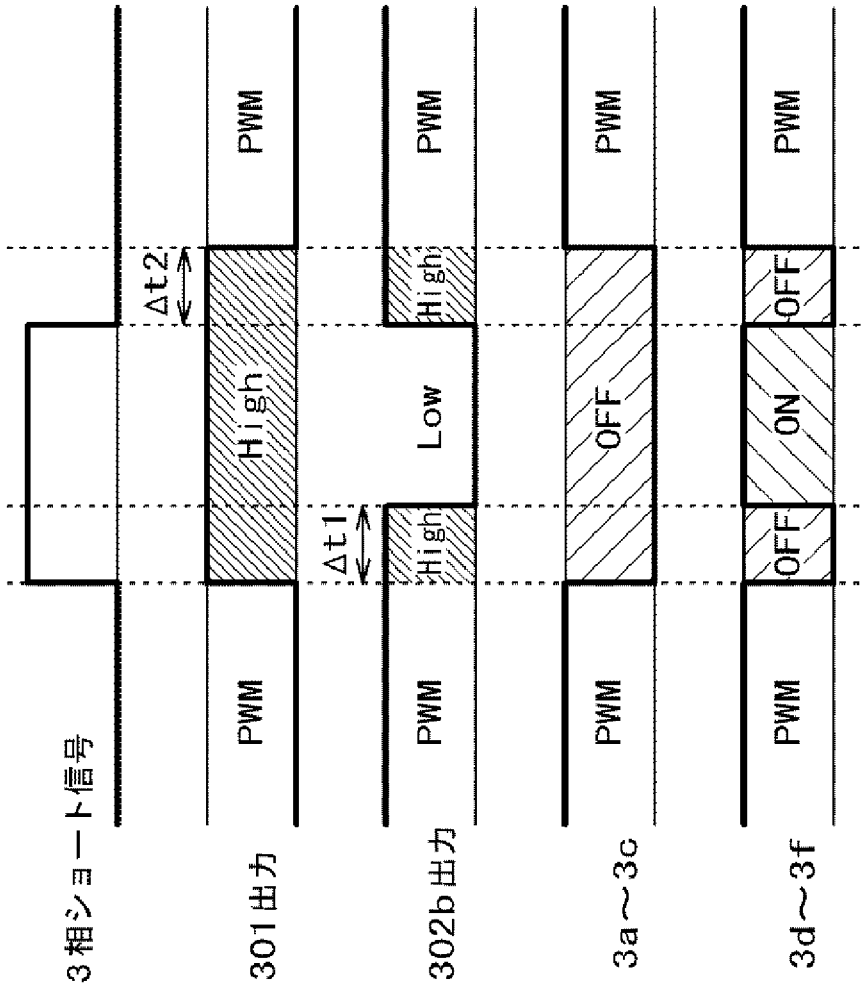
[図4]

図 4



[図5]

図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/079056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P2 7/06 (2006.01)i, H02M7/48 (2001.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P27/06, H02M7/48

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1 996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-227086 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 August 1995 (22.08.1995), paragraphs [0004], [0072] to [0076]; figs. 12 to 14 & DE 19503180 AI & CN 1118878 A	1-3, 5 4, 6
Y A	JP 11-220898 A (Daikin Industries, Ltd.), 10 August 1999 (10.08.1999), paragraph [0032]; fig. 2 (Family: none)	1-3, 5 4, 6
A	JP 2002-199744 A (Daikin Industries, Ltd.), 12 July 2002 (12.07.2002), paragraph [0055]; fig. 3 (Family: none)	6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 February, 2013 (12.02.13)Date of mailing of the international search report
19 February, 2013 (19.02.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P27/06 (2006. 01) i , H02M7/48 (2007. 01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H02P27/06, H02M7/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922 - 19
日本国公開実用新案公報	1971 - 20
日本国実用新案登録公報	1996 - 20
日本国登録実用新案公報	1994 - 20

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
8 年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 7-227086 A (三菱電機株式会社) 1995. 08. 22 , [0004] , [0072] - [0076] , 図 12-14 & DE 19503180 A1 & CN 1118878 A	1-3 ,5 4 ,6
Y A	JP 11-220898 A (ダイキン工業株式会社) 1999. 08. 10, [0032] , 図 2 (ファミリーなし)	1-3 ,5 4 ,6
A	JP 2002- 199744 A (ダイキン工業株式会社) 2002. 07. 12, [0055] , 図 3 (ファミリーなし)	6

Γ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの」
IE 「国際出願 日前の出願または特許であるが、国際出願 日以後に公表されたもの」
I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行 日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
IΘ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
IP 「国際出願 日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

IT 「国際出願 日又は優先 日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」

IX 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」

IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」

I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日

12. 02. 2013

国際調査報告の発送日

19. 02. 2013

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高橋 祐介

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

3V

3027