

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4423949号
(P4423949)

(45) 発行日 平成22年3月3日 (2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日 (2009.12.18)

(51) Int.Cl.

H02M 5/27 (2006.01)

F I

H02M 5/27

P

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-404448 (P2003-404448)
 (22) 出願日 平成15年12月3日 (2003.12.3)
 (65) 公開番号 特開2005-168197 (P2005-168197A)
 (43) 公開日 平成17年6月23日 (2005.6.23)
 審査請求日 平成18年5月16日 (2006.5.16)

(73) 特許権者 000005234
 富士電機ホールディングス株式会社
 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
 (74) 代理人 100091281
 弁理士 森田 雄一
 (72) 発明者 佐藤 以久也
 神奈川県横須賀市長坂二丁目2番1号 富士電機アドバンステクノロジー株式会社 内
 (72) 発明者 伊東 淳一
 神奈川県横須賀市長坂二丁目2番1号 富士電機アドバンステクノロジー株式会社 内

審査官 櫻田 正紀

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 交流交流直接変換装置の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多相交流電源に接続された交流スイッチをスイッチングして任意の大きさ及び周波数を有する多相交流電圧を出力する交流交流直接変換装置において、

電源電圧の位相を検出する位相検出手段と、

この位相検出手段により検出した位相から各相電源電圧の大小関係を判別する第1の大小判別手段と、

第1の大小判別手段に対し並列的に設けられ、かつ、各相電源電圧の大小に応じて流れる電流を絶縁検出して各相電源電圧の大小関係を判別する第2の大小判別手段と、

第1、第2の大小判別手段による判別信号を切り替える切替手段と、

この切替手段により切り替えた第1または第2の大小判別手段の判別信号に従って前記交流スイッチのスイッチングパターンを決定する転流パターン生成手段と、

を備えたことを特徴とする交流交流直接変換装置の制御装置。

【請求項 2】

請求項1に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、

第2の大小判別手段の故障を検出する故障検出手段を設け、この故障検出手段による故障検出時に、前記切替手段を介して第1の大小判別手段による判別信号を前記転流パターン生成手段に出力することを特徴とする交流交流直接変換装置の制御装置。

【請求項 3】

請求項1または2に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、

10

20

第2の大小判別手段は、前記交流スイッチを過電圧または過電流から保護する機能を兼ね備えていることを特徴とする交流交流直接変換装置の制御装置。

【請求項4】

請求項3に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、

第2の大小判別手段に、前記交流スイッチの全オフ時に発生するエネルギーを消費させるエネルギー処理手段を設けたことを特徴とする交流交流直接変換装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多相交流電源から所望の多相交流電圧を得る交流交流直接変換装置において、特に電力変換器の電源短絡や出力端開放を防止するための転流動作に当たり、各相電源電圧の大小関係を判別して電力変換器のスイッチングパターンを決定するために用いられる判別手段を改良した制御装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

図9は、交流交流直接変換装置の例として、三相入力から三相出力を得るマトリクスコンバータの回路構成を示している。電源側の相及び端子をR、S、Tとし、負荷側の相及び端子をU、V、Wと称して以下に説明する。

【0003】

マトリクスコンバータをはじめとする交流交流直接変換装置は、図9の下段に示すように、二つの単方向性半導体スイッチS_a、S_bを組み合わせるか、または、双方向に耐圧をもつスイッチS_cにより、双方向性の交流スイッチS₁～S₉を構成する。図9の上段に示すマトリクスコンバータ1では、これらの交流スイッチS₁～S₉を端子R、S、T及びU、V、W間に接続して構成される。

20

【0004】

この種のマトリクスコンバータでは、電源短絡または出力端開放を防止するために転流時間を設ける必要がある。転流については既に公知であるので、ここではその概略のみを簡単に説明する。

まず、各相電源電圧の大きさを判別し、電源電圧の最大相と中間相との間の転流か、中間相と最小相との間の転流かを判別する。次に、それぞれのモードに応じて、半導体スイッチに対するスイッチングパターン（転流パターン）を生成する。

30

【0005】

図10において、入力最大相と入力中間相との間の転流では、スイッチ2_bをオン→スイッチ1_aをオフ→スイッチ2_aをオン→スイッチ1_bをオフとして順次、オンオフを行い、電源短絡と負荷端開放とを防止する。また、入力中間相と入力最小相との間の転流では、スイッチ2_bをオン→スイッチ3_aをオフ→スイッチ2_aをオン→スイッチ3_bをオフというように順次、オンオフを行う。

上述した各スイッチのオンオフによる転流を行うために、各相電源電圧の大小関係を判別する必要があり、図9の従来技術では、R、S、T相の電源電圧を最大最小判別手段10に取り込んで判別している。

40

【0006】

この最大最小判別手段10の構成は、例えば本出願人による特願2003-105020号や後述する特許文献1に開示されており、三相ブリッジ接続されたダイオード11及び絶縁用のフォトカプラR_{max}、R_{min}、S_{max}、S_{min}、T_{max}、T_{min}からなるブリッジ整流回路に各相電源電圧を入力し、フォトカプラの出力信号によって各相電圧の大小関係を判別している。なお、図9において、12は負荷（抵抗）である。

【0007】

その動作としては、最大相に接続されているフォトカプラと最小相に接続されているフォトカプラとがオンする。例えば、R相が最大相、T相が最小相のモードであれば、図9におけるフォトカプラR_{max}、T_{min}がオンし、フォトカプラがオンしていないS相

50

が中間相であることがわかる。こうして最大最小判別手段 10 により判別された最大相、最小相、中間相の情報（最大最小判別信号）は転流パターン生成手段 4 に送られる。

【0008】

一方、図 9 において、出力電圧指令から PWM パルス生成手段 5 により生成された PWM パルスと前記最大最小判別信号とに基づき、転流パターン生成手段 4 は転流時のスイッチングパターンを生成する。マトリクスコンバータ 1 では、このスイッチングパターンに従って交流スイッチ S1～S9 をオンオフし、転流動作を行う。

【0009】

【特許文献 1】特開 2001-86751 号公報（図 3）

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述したように、従来では各相電源電圧の大小関係を示す判別信号に基づいて転流パターンを生成している。このため、電源電圧の大小情報は非常に重要であり、この判別が正しく行えないと電源短絡や負荷端開放を引き起こし、過大な短絡電流やサージ電圧が発生する。これにより交流スイッチに使用している素子の破壊を招き、火災や他の機種の故障も起こす。

従って、最大最小判別回路に異常が発生した場合は、マトリクスコンバータ 1 の運転を速やかに停止する必要がある。また、冗長化を意図して同一の最大最小判別回路を予備的に設けることは、フォトカプラ等の部品コストの上昇を招き、設置スペースが余分に必要

20

【0011】

そこで本発明は、各相電源電圧の大小関係を判別する簡易かつ安価な判別手段を提供すると共に、従来の判別手段に異常が発生した時にも瞬時にバックアップを可能として安定した運転を継続できるようにした交流交流直接変換装置の制御装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、請求項 1 に記載した発明は、多相交流電源に接続された交流スイッチをスイッチングして任意の大きさ及び周波数を有する多相交流電圧を出力する交流交流直接変換装置において、

30

電源電圧の位相を検出する位相検出手段と、

この位相検出手段により検出した位相から各相電源電圧の大小関係を判別する第 1 の大小判別手段と、

第 1 の大小判別手段に対し並列的に設けられ、かつ、各相電源電圧の大小に応じて流れる電流を絶縁検出して各相電源電圧の大小関係を判別する第 2 の大小判別手段と、

第 1、第 2 の大小判別手段による判別信号を切り替える切替手段と、

この切替手段により切り替えた第 1 または第 2 の大小判別手段の判別信号に従って前記交流スイッチのスイッチングパターンを決定する転流パターン生成手段と、を備えたものである。

40

【0013】

請求項 2 に記載した発明は、請求項 1 に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、第 2 の大小判別手段の故障を検出する故障検出手段を設け、この故障検出手段による故障検出時に、前記切替手段を介して第 1 の大小判別手段による判別信号を前記転流パターン生成手段に出力するものである。

【0014】

請求項 3 に記載した発明は、請求項 1 または 2 に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、第 2 の大小判別手段は、前記交流スイッチを過電圧または過電流から保護する機能を兼ね備えているものである。

【0015】

50

請求項 4 に記載した発明は、請求項 3 に記載した交流交流直接変換装置の制御装置において、第 2 の大小判別手段に、前記交流スイッチの全オフ時に発生するエネルギーを消費させるエネルギー処理手段を設けたものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

請求項 1 ～ 4 に記載した本発明は、電源電圧の位相情報から各相電圧の大小関係を判別可能としているので、ソフトウェアや簡単なロジック回路で実現することができ、従来よりも簡易かつ安価な大小判別手段を提供することができる。また、ソフトウェアにより判別する際には、検出や演算による遅れを補償することで高精度の判別が可能である。

【 0 0 1 9 】

特に、第 1 の大小判別手段における位相検出手段として PLL (Phase Locked Loop) を用いる場合には、この PLL が収束するまでに発生する誤差は補償できないため、請求項 2 以下に記載するように、例えば公知の判別手段を第 2 の大小判別手段として併用することが望ましい。そして、この第 2 の大小判別手段に故障が発生した場合には、切替手段により第 1 の大小判別手段による判別信号を選択することで、瞬時にバックアップ可能として変換装置の運転を継続することができる。

【 0 0 2 0 】

更に、請求項 3 , 4 に記載する如く、第 2 の大小判別手段に素子保護機能を持たせることで、回路部品の有効利用やそれに伴う省スペース化が実現可能である。

【 0 0 2 1 】

総じて本発明によれば、安価でスペースを取らない大小判別手段を提供でき、バックアップも容易であって変換装置の継続的な運転を保証するシステムを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 2 】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。図 1 は本発明の第 1 実施形態を示す構成図であり、図 9 と同一の構成要素には同一の符号を付してある。

この実施形態では、交流交流直接変換装置としてのマトリクスコンバータ 1 の R , S , T 相電源電圧を位相検出手段 2 に入力し、その出力に基づいて第 1 の大小判別手段 3 が各相電源電圧の大小関係を判別する。

【 0 0 2 3 】

図 2 は、位相検出手段 2 及び大小判別手段 3 の構成を示している。まず、位相検出手段 2 では、電源電圧の極性を三相分検出し、極性信号（電圧が正のときに “ 1 ”、負のときに “ 0 ”）が変化するエッジから PLL (Phase Locked Loop) により位相情報を得る。

【 0 0 2 4 】

次に、大小判別手段 3 は、上記位相情報から表 1 に示すモードを選択し、最大相、最小相（及び中間相）の情報を出力する。なお、表 1 は、R 相の電圧位相が各行記載の範囲に含まれる場合の帰属モードと、そのモードにおける最大相、最小相を表している。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

【表 1】

モード	電源位相	最大相	最小相
1	$-\frac{1}{6}\pi \sim \frac{1}{6}\pi$	T	S
2	$\frac{1}{6}\pi \sim \frac{1}{2}\pi$	R	S
3	$\frac{1}{2}\pi \sim \frac{5}{6}\pi$	R	T
4	$\frac{5}{6}\pi \sim \frac{7}{6}\pi$	S	T
5	$\frac{7}{6}\pi \sim \frac{3}{2}\pi$	S	R
6	$\frac{3}{2}\pi \sim \frac{11}{6}\pi$	T	R

【0026】

例えば、R相の電圧位相が0であれば、図3に示す波形図において、S相が最小相、T相が最大相となる。この大小判別手段3はハードウェアでもソフトウェアでも実現可能であるが、ソフトウェアで実現する場合のフローチャートを図4に示す。

【0027】

図4において、大小判別手段3は、位相検出手段2からの位相情報を取得する（ステップST1）。

次に、ソフトウェアによって大小判別を実現する場合は演算周期の遅れ時間が発生するため、その影響を補償するために遅れ時間補償を行う（ステップST2）。具体的には、電源電圧の角周波数を ω_i 、検出遅れ及びソフトウェア演算遅れ時間を T_d とすると、検出された位相 θ から、数式1により補正位相角 θ_1 を求める。

[数1]

$$\theta_1 = T_d \omega_i + \theta$$

【0028】

以上の補正位相角 θ_1 の情報に基づき、前述したようにモード1～モード6の6パターンに分け、補正位相角 θ_1 が属するモード及び最大相、最小相を表1により選択して最大相、最小相の判別信号を出力する（ステップST3，ST4）。

次いで、図1の転流パターン生成手段4により、最大相、最小相、中間層の情報に従ってスイッチングパターンを生成し、実際の転流処理を行う（ステップST5）

【0029】

なお、位相検出手段2もハードウェアまたはソフトウェアの何れでも構成可能であるが、ハードウェアにより構成する場合は、ゲートアレイやPLD（Programmable Logic Device）等のロジックデバイスを用いることで複雑な演算を必要とせず容易に実現可能である。

【0030】

次に、図5は本発明の第2実施形態を示している。

この実施形態は、図1の実施形態と図9の公知の最大最小判別手段10とを組み合わせ

10

20

30

40

50

て最大相、最小相の判別を行うようにしたものである。

図2に示した位相検出手段2及び第1の大小判別手段3では、起動時にPLLが収束するまでに誤差が発生する。この誤差は数式1の θ に現れる誤差であるため、ソフトウェアでは補正することができない。そこで、公知の最大最小判別手段10を第2の大小判別手段とし、これを第1の大小判別手段3と併用することで、高精度に最大最小判別を行うことができる。

【0031】

図5における最大最小判別手段10はハードウェアで構成されており、ソフトウェアで行う場合の演算遅れがない。従って、この第2実施形態によれば、第1実施形態に比べて最大相、最小相の判別精度の向上が期待できる。

10

【0032】

また、大小判別手段3及び最大最小判別手段10の出力側に設けられた切替手段13は、両判別手段3, 10の出力が異なる場合に、フォトカプラを用いた最大最小判別手段10による判別信号を優先的に用いるように切替動作する。あるいは、位相検出手段2におけるPLLが収束するまでの時間だけ、最大最小判別手段10のフォトカプラを用いた判別信号を用い、PLLが一度収束してから大小判別手段3による判別信号を用いるように切替手段13を動作させてもよい。

更に、最大最小判別手段10による判別信号がチャタリング等によって不規則に変化する場合には、チャタリングによる転流への悪影響を防止するために、位相検出手段2による位相情報に基づいて最大最小判別信号をロックしてもよい。

20

【0033】

図6は、本発明の第3実施形態を示している。

この実施形態では、第2の大小判別手段としての最大最小判別手段10を主に用いることとし、フォトカプラ等に故障が発生した場合に、その故障検出信号に基づいて位相検出手段2及び第1の大小判別手段3による判別信号に切り替えるようにしたものである。

【0034】

図6において、14は最大最小判別手段10による判別信号の異常（フォトカプラ等の故障）を検出する故障検出手段である。この故障検出手段14は、例えば、フォトカプラが正常であればどのモードにおいても必ず最大相と最小相の二つのフォトカプラがオンしているため、それ以外の場合は故障であると判別し、故障検出信号を出力する。実際には、フォトカプラ自体の部品の個体差により常に二つがオンしているとは限らないので、ある時間 T_{err} を経過しても二つのフォトカプラがオンしていないか、三つ以上のフォトカプラがオンしている場合に故障と判断して故障検出信号を出力する。

30

切替手段13は、この故障検出信号が入力されたときに大小判別手段3による判別信号に切り替え、その判別信号を転流パターン生成手段4に出力する。

【0035】

次いで、図7は、本発明の第4実施形態を示している。

マトリクスコンバータでは、負荷端開放が発生すると交流スイッチに多大なサージ電圧が発生するため、この実施形態では、図7に示す素子保護手段30（スナバ回路）を設けている。このスナバ回路の構成は公知であるため詳細は省略するが、図7の実施形態では、ダイオード31とアームオン検出回路32との並列回路を三相ブリッジ接続し、その交流入力側を三相交流電源側の入力フィルタ40の各相出力側に接続すると共に、上記三相ブリッジの直流側に放電抵抗やコンデンサ等からなるエネルギー処理手段34を接続して構成されている。なお、前述した各実施形態においても、図示されていないが同様に入力フィルタが設けられている。

40

また、33は、負荷側の各相に交流側が接続され、直流側がエネルギー処理手段34の両端に接続されたダイオードブリッジである。

【0036】

本実施形態においては、入力フィルタ40の出力側に、図6と同様に位相検出手段2、大小判別手段3、切替手段13が順次接続され、この切替手段13の出力がPWMパルス

50

生成手段 5 からの PWM パルスと共に転流パターン生成手段 4 に入力されている。そして、素子保護手段 30 の出力が切替手段 13 に入力されており、切替手段 13 では大小判別手段 3 からの判別信号と素子保護手段 30 の出力（判別信号）とを切り替えて転流パターン生成手段 4 に出力可能となっている。

【0037】

マトリクスコンバータ 1 の負荷がモータ等の電流源負荷であった場合、その故障時に交流スイッチ $S_1 \sim S_9$ が全ゲートオフすると、電流源負荷に蓄えられたエネルギーがダイオードブリッジ 33 を経由してエネルギー処理手段 34 によって消費される。このとき、入力フィルタ 40 に蓄えられているエネルギーも素子保護手段 30 内のダイオード 31 を経由し、同様にエネルギー処理手段 34 によって消費される。

10

【0038】

ここで、素子保護手段 30 内の 6 個のダイオード 31 にそれぞれアームオン検出回路 32 を接続することにより、前述した各実施形態における最大最小判別手段 10 と同様の機能を果たすことができ、これらのアームオン検出回路 32 の出力信号によって最大相、最小相の判別が可能になる。

すなわち、素子保護手段 30 は第 2 の大小判別手段としての機能を持つ。この場合、図 7 におけるエネルギー処理手段 34 は、図 6 における負荷（抵抗）12 と動作上、等価になる。

【0039】

なお、前述した最大最小判別手段 10 を構成するフォトカブラの許容電流は微小であるから、素子保護手段 30 を第 2 の大小判別手段として兼用する場合には、大電流でも検出可能なアームオン検出回路 32 を構成することが望ましい。

20

この種のアームオン検出回路 32 については、例えば特開 2001 - 25265 号公報に開示されていて公知であるため、ここでは説明を省略する。

【0040】

また、最大最小判別手段の負荷は、図 6 に示した負荷（抵抗）12 等の電流源負荷である必要があるため、エネルギー処理手段 34 にコンデンサを有する場合は、通常動作時にエネルギー処理手段 34 のコンデンサへ電流が流れないようにしなければならない。

図 8 はこの点を考慮した第 4 実施形態の変形例であり、エネルギー処理手段 34 の両端の電圧 V_{s_n} を素子保護手段 30 の負荷 12 の両端電圧 $V_{s_{n2}}$ より大きくするために、負荷電圧（マトリクスコンバータ 1 の負荷電圧）を昇圧してエネルギー処理手段 34 の両端に充電しておく充電手段 36 を設けている。

30

【0041】

この充電手段 36 としては、例えば昇圧チョッパを用いることができ、 V_{s_n} と $V_{s_{n2}}$ とを比較して V_{s_n} が $V_{s_{n2}}$ より小さい場合には昇圧動作を行い、エネルギー処理手段 34 のコンデンサを充電する。また、このコンデンサへ電流が流れないようにするために、ダイオード 35 の代わりにスイッチ（図示せず）を取り付けて通常動作時はこのスイッチをオフしておき、マトリクスコンバータ 1 の故障により全ゲートオフが発生する際に、入力フィルタ 40 に蓄えられているエネルギーを放出するべく上記コンデンサへ電流を流すようにスイッチをオンしてもよい。

40

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】本発明の第 1 実施形態を示す構成図である。

【図 2】図 1 における位相検出手段及び大小判別手段の説明図である。

【図 3】三相交流電源電圧の波形図である。

【図 4】図 1、図 2 における大小判別手段をソフトウェアで実現する場合のフローチャートである。

【図 5】本発明の第 2 実施形態を示す構成図である。

【図 6】本発明の第 3 実施形態を示す構成図である。

【図 7】本発明の第 4 実施形態を示す構成図である。

50

【図 8】第 4 実施形態の変形例を示す図である。

【図 9】従来技術を示す回路図である。

【図 10】転流動作を説明するための回路構成図である。

【符号の説明】

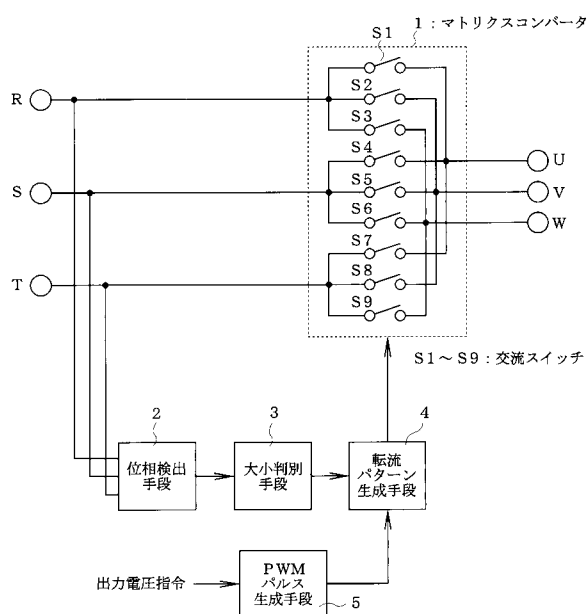
【 0 0 4 3 】

- 1 : マトリクスコンバータ
- 2 : 位相検出手段
- 3 : 大小判別手段 (第 1 の大小判別手段)
- 4 : 転流パターン生成手段
- 5 : PWM パルス生成手段
- 10 : 最大最小判別手段 (第 2 の大小判別手段)
- 11 : ダイオード
- 12 : 負荷 (抵抗)
- 13 : 切替手段
- 14 : 故障検出手段
- 30 : 素子保護手段 (第 2 の大小判別手段)
- 31, 35 : ダイオード
- 32 : アームオン検出回路
- 33 : ダイオードブリッジ
- 34 : エネルギー処理手段
- 36 : 充電手段
- 40 : 入力フィルタ
- S1 ~ S9 : 交流スイッチ

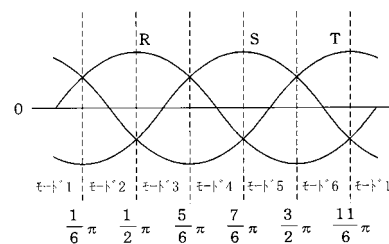
10

20

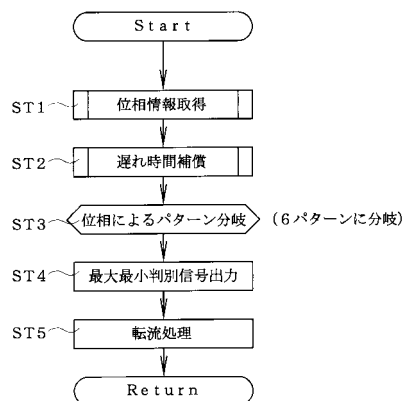
【図 1】



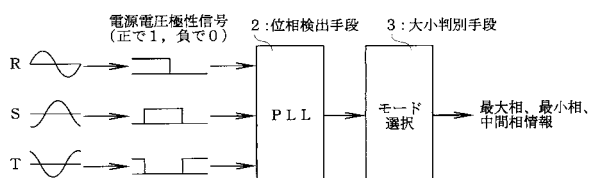
【図 3】



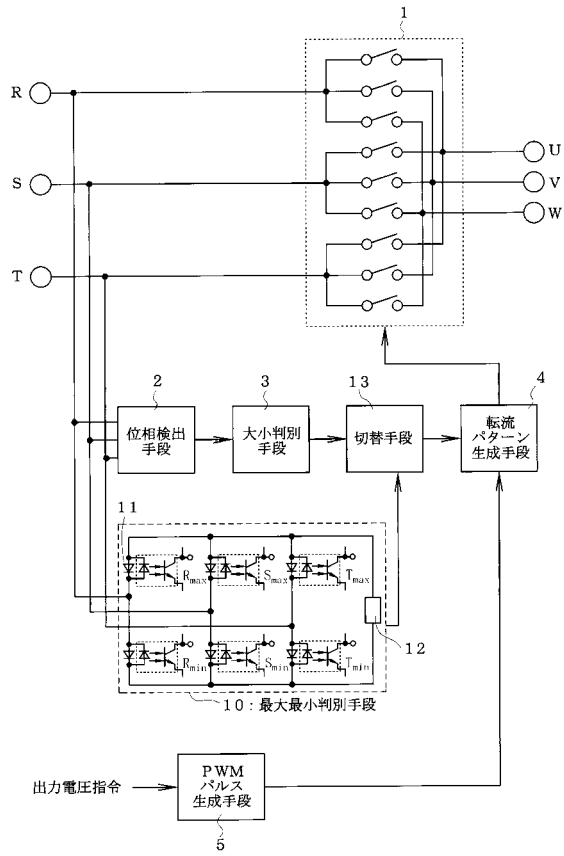
【図 4】



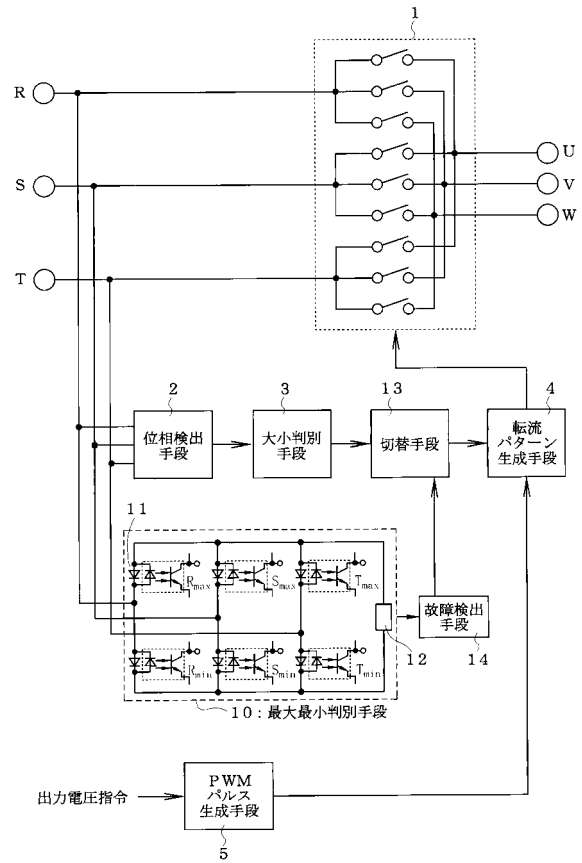
【図 2】



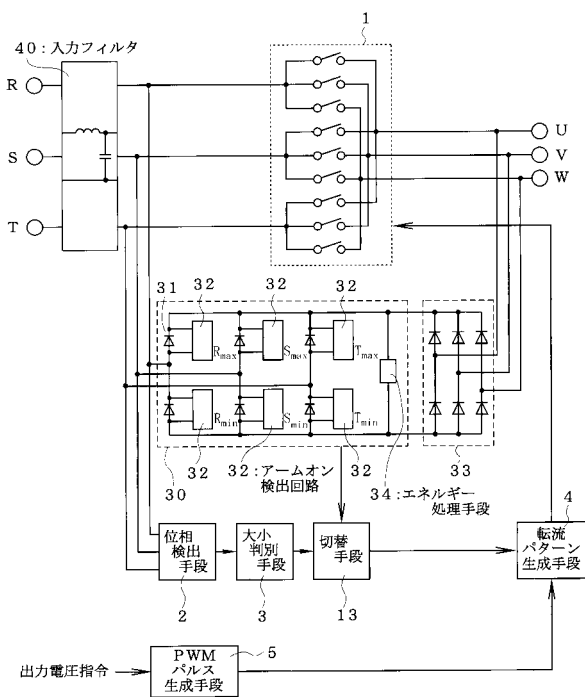
【図 5】



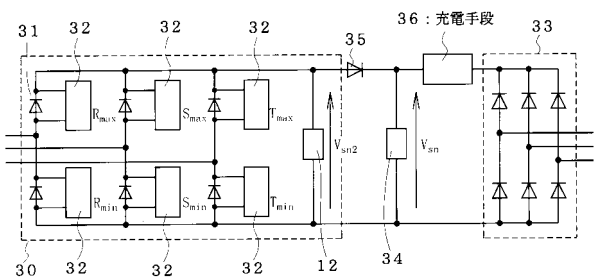
【図 6】



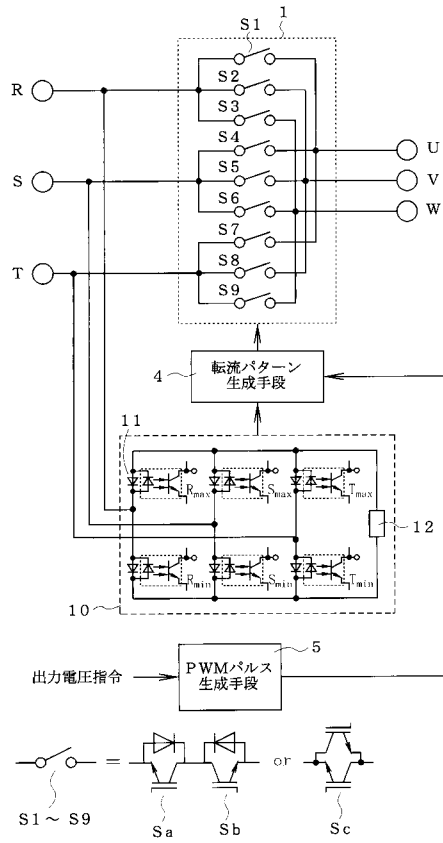
【図 7】



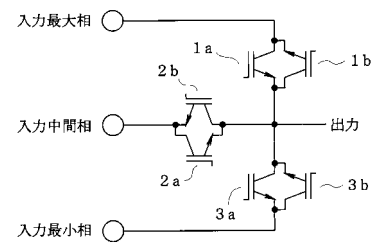
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-139076(JP,A)
特開2001-086751(JP,A)
特開2003-333851(JP,A)
特開2003-309974(JP,A)
特開平10-257782(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 5/00-5/48