

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2006年10月26日 (26.10.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/112275 A1

- (51) 国際特許分類:
H02M 5/293 (2006.01) H02M 7/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/307436
- (22) 国際出願日: 2006年4月7日 (07.04.2006)
- (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2005-117995 2005年4月15日 (15.04.2005) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社
安川電機 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI)
[JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石
2番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 原 英則 (HARA,

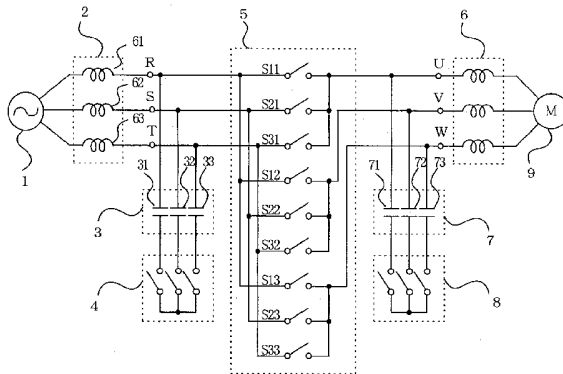
Hidenori) [JP/JP]; 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区
黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).
山本 栄治 (YAMAMOTO, Eiji) [JP/JP]; 〒8060004 福
岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社
安川電機内 Fukuoka (JP).

- (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: MATRIX CONVERTER APPARATUS

(54) 発明の名称: マトリクスコンバータ装置



(57) Abstract: A matrix converter apparatus having both a step-up voltage output function and a step-down voltage output function. A matrix converter apparatus wherein the phases of a three-phase AC power supply (1) are directly connected to the phases of an output side by use of the bidirectional switches comprising an anti-parallel connection of IGBT transistors or the like and wherein the AC power supply voltages are subjected to a PWM voltage output control based on an output voltage instruction, thereby outputting any desired cross-flow voltages. Reactors (61,62,63) are inserted and connected between the respective phases of the three-phase AC power supply (1) and the bidirectional switches. The bidirectional switches are ON/OFF controlled such that the terminals of at least two of the reactors on the side of the bidirectional switches are short-circuited and thereafter opened, thereby boosting the output voltages of the matrix converter apparatus. At the time of switching from the short-circuit to the opening, the conduction paths of the currents having flowed in the short-circuited reactors are secured by the ON/OFF control of the group of bidirectional switches (5) and by a group of capacitors (7).

(57) 要約: 昇圧電圧出力と降圧電圧出力の双方の機能を兼ね備えたマトリクスコンバータ装置を提供する。3相交流電源(1)の各相と出力側の各々の相を、逆並列に接続したIGBTトランジスタ等で構成した双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM電圧出力制御し、任意の直交流電圧を出力するマトリクスコンバータ

[続葉有]

WO 2006/112275 A1



(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

装置において、3相交流電源1の各相と前記双方向スイッチとの間に挿入接続された各リアクトル(61)、(62)、(63)と、前記双方向スイッチをオンオフ制御して前記2以上のリアクトルの双方向スイッチ側端子間を短絡し、その後に開放してマトリクスコンバータ装置の出力電圧を昇圧する。また前記短絡から開放に切り替わった際に、短絡していた各リアクトルを流れている電流の導通経路は、双方スイッチ群(5)のオンオフ制御およびコンデンサ群(7)とによって確保する。

明 細 書

マトリクスコンバータ装置

技術分野

- [0001] 本発明は、多相交流電源を入力として任意の多相交流または直流の電圧出力を行うマトリクスコンバータ装置において、出力電圧の昇降圧機能を備えたマトリクスコンバータ装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 電力変換装置とは、一般的に固定電圧・固定周波数である交流電源電圧を任意の大きさの電圧・周波数に変換する装置を意味する。現在最も一般的に使われているのが、電圧源形のPWMインバータである。PWMインバータは、交流電源電圧を変換して得た直流電圧を、IGBT等の高速半導体スイッチング素子を用いてPWMスイッチングを行い、任意の電圧・周波数への交流電圧変換出力を行うものである。

しかしながら、PWMインバータの基本的な特性として、交流電源側への電源回生ができず、入力電流高調波が多いといったデメリットが挙げられる。これらの対策としては、PWMインバータのスイッチング部と同様の回路を入力側コンバータ部にも設けた(PWMコンバータ+PWMインバータ)による方式がある。しかしながら、この場合にはIGBT等の素子数が倍増し、かつ、PWMコンバータ部の制御装置も必要になるという問題がある。

そこで、これらの課題を解決する電力変換装置として近年注目されているのが、マトリクスコンバータ装置である。マトリクスコンバータ装置とは、三相交流電源を直接的に任意の電圧・周波数に変換できるAC-AC直接電力変換装置である。その主な特徴として、電動・回生の両運転が可能であり、電源高調波を抑制でき、直流電圧への変換部がないので、装置全体の小形化・低価格化を実現できる利点が挙げられる。これらの特徴から、特に、省エネ・低ノイズなどの使用環境が厳しい分野において、近年注目されている新しいドライブ装置である。

ところで、マトリクスコンバータ装置は交流電源電圧を直接高速スイッチングすることから、入力電流を平滑化するためのLCフィルタを、入力部に備える構成をとるのが一

般的である。このようなマトリクスコンバータ装置においては、交流電源相を任意選択して当該相をPWM制御し、その導通比率を制御することで当該相の入力電圧値（正確に言うならば、フィルタ部コンデンサCの端子電圧）よりも小さな任意電圧出力を実現する。従って、原理的に降圧動作が前提となるため、出力電圧を昇圧することはできない。しかし、用途に応じては、入力電源電圧よりも高い出力電圧を負荷側に供給することも必要となるが、一般的なマトリクスコンバータ装置では、このような昇圧用途への対応はできない。

しかしながら、このような課題を解決しマトリクスコンバータ装置の構成をとりながら昇圧動作を実現しているものもある（例えば、特許文献1参照。）。これを従来例として具体的に示したものが図9である。

図9において、例えばスイッチS101およびS104をともにオンしてトランス構成のリアクトル102に磁気エネルギーを蓄え、スイッチS104をオフして前記磁気エネルギーを放電し、この放電された磁気エネルギーをコンデンサ106に充電する等を行うことで出力電圧の昇圧を実現し、同時にモータ109への3相交流電圧出力を実現している。このように1つの装置で、昇圧形DC/DCコンバータ装置とインバータ装置とを兼ね備えている。

[0003] 特許文献1:特開2000-69754号公報(第1図)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 昇圧のためリアクトルに蓄えられた磁気エネルギーを放電する際は、放電中も当該リアクトルを流れる電流の導通経路を確保しておく必要がある。もし導通経路が確保されずにリアクトルを流れる電流が遮断された場合には、遮断時に大きなサージ電圧（大きな発生ノイズにもなるが）が発生し、双方向スイッチを構成する半導体スイッチング素子を破損してしまう恐れがある。

図9に示す従来例は、対策としてトランス構造のリアクトル102を用い、例えば、巻線N1を流れる電流の導通経路はスイッチS101とコンデンサ106で確保し、巻線N2を流れる電流は遮断されてゼロにはなるが、トランス構造を利用して相当分の磁束量を瞬時に巻線N1に移し、これによって前記弊害の発生を防止している。

[0005] しかし、リアクトルには特殊なトランス構造品を採用する必要があり、瞬時移転してきた磁束量を受け入れる巻線側の双方向スイッチでは、瞬時に電流が増加するため、半導体スイッチング素子の電流容量を大きくしておく必要があり、交流電源側から供給される電流についていえば、その電流変動が激しすぎるという問題もある。また、各リアクトルの巻線を通る電流が相互に干渉し合う構成のため、各リアクトルの巻線を通る電流を別個独立に制御することはできないという問題がある。

更に、交流電源相をPWM制御し、その導通比率を制御することで当該相の入力電圧値よりも小さな任意電圧出力を実現するという、いわゆる降圧動作がこの構成ではできないという問題もある。

[0006] 本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、標準的なリアクトルを用いて出力電圧の昇圧を実現し、しかも双方向スイッチを通る各リアクトルの電流の急変を抑制し、各リアクトルを通る電流を個別に制御することができ、降圧動作も同時に実現できるマトリクスコンバータ装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するため請求項1記載の発明は、交流電源の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直交流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、前記交流電源の各相と前記双方向スイッチとの間に挿入接続された各リアクトルと、前記双方向スイッチをオンオフ制御して前記2以上の各リアクトルの双方向スイッチ側端子間を短絡し、その後開放してマトリクスコンバータ装置の出力電圧を昇圧する回路と、前記短絡から開放に切り替わった際に短絡していた各リアクトルを通る電流の各導通経路を確保する回路を備えたことを特徴としている。

まず該双方向スイッチをオンすることでリアクトルを介して交流電源を短絡し、これによって該リアクトル内に磁気エネルギーを増加蓄積し、その後の該双方向スイッチのオフに伴って前記磁気エネルギーを放電し、このエネルギー放電によりマトリクスコンバータ装置の昇圧電圧出力を実現している。また導通経路を確保する回路が、放電中においても短絡していた各リアクトルを通る電流の導通経路を確保するので、各

リアクトルを流れる電流の連続性を確保でき、サージ電圧等を生じることのない昇圧動作を実現できる。

請求項2記載の発明は、前記導通経路を確保する回路は、マトリクスコンバータ装置の出力側各相間を接続する第1のコンデンサ群と前記双方向スイッチに基づいて、構成されることを特徴としている。

第1のコンデンサ群を構成する各コンデンサへの電流充放電と前記双方向スイッチのスイッチシーケンスとの協調動作によって、短絡していた各リアクトルを流れていた電流の導通経路を確保している。

[0008] 請求項3記載の発明は、交流電源の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直交流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、前記交流電源の各相と前記双方向スイッチとの間に挿入接続された各リアクトルと、マトリクスコンバータ装置の出力側各相間を接続する第1のコンデンサ群と、前記第1のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を接断可能な第1の接断手段と、マトリクスコンバータ装置の出力電圧昇圧時には第1の接断手段を接状態にし、出力電圧降圧時には第1の接断手段を断状態にする第1の切替装置を備えたことを特徴としている。

昇圧時には第1の接断手段を接状態にし、第1のコンデンサ群への充放電を可能として昇圧出力を実現し、降圧時には第1の接断手段を断状態にして第1のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を切断し、通常の一般的なマトリクスコンバータ装置の接続状態を実現する。

なお、出力電圧降圧時とは、交流電源相をPWM制御し、その導通比率を制御することで当該相の入力電圧値よりも小さな任意電圧出力を実現するときの動作を意味している。

請求項4記載の発明は、前記第1の接断回路は全波整流回路構成に接続された第1の整流ダイオード群と、前記第1の整流ダイオード群の正負出力端子間に接続された第1の半導体スイッチング素子を備え、前記第1のコンデンサ群を構成する各コンデンサは一方の端子を前記各リアクトルの双方向スイッチ側各端子に接続され、他

方の端子は前記第1の整流ダイオード群の各直列接続部に接続されたことを特徴としている。

第1の接断回路を電子式の接断回路にしたことで、実動作中での昇圧から降圧動作への瞬時切り替え、あるいは降圧から昇圧動作への瞬時切り替えも可能となる。

[0009] 請求項5記載の発明は、交流電源側の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直交流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、前記各リアクトルの双方向スイッチ側各端子間を接続する第2のコンデンサ群と、前記第2のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を接断可能な第2の接断回路と、マトリクスコンバータ装置の出力電圧昇圧時には第2の接断回路を断状態にし、出力電圧降圧時には第2の接断回路を接状態にする第2の切替装置を備えたことを特徴としている。

降圧時には第2の接断回路を接状態にして第2のコンデンサ群への充放電を可能として、交流電源電流の連続性を確保しつつ降圧出力を実現し、昇圧時には第2の接断回路を断状態にして、第2のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を切断する。このコンデンサ相互間の接続の切断により、双方向スイッチの短絡動作が防止される。

請求項6記載の発明は、前記第2の接断回路は全波整流回路構成に接続された第2の整流ダイオード群と、前記第2の整流ダイオード群の正負出力端子間に接続された第2の半導体スイッチング素子を備え、前記第2のコンデンサ群を構成する各コンデンサは一方の端子をマトリクスコンバータ装置の出力側各相端子に接続され、他方の端子は前記第2の整流ダイオード群の各直列接続部に接続されたことを特徴としている。

第2の接断回路を電子式の接断回路にしたことで、実動作中での昇圧から降圧動作への瞬時切り替え、あるいは降圧から昇圧動作への瞬時切り替えも可能となる。

[0010] 請求項7記載の発明は、前記交流電源を直流電源に置き換えたことを特徴としている。本発明の有する作用効果は交流電源だけの場合に限られるものでなく、直流電源の場合であっても交流電源の場合と同様の作用効果を奏するからである。

請求項8記載の発明は、前記交流電源を直流電源に置き換え、前記各リアクトルを前記直流電源の正極側と負極側のうちいずれか一方と前記双方向スイッチとの間に挿入接続されるリアクトルに置き換えたことを特徴としている。

直流電源を入力電源とするため入力電流を平滑化する必要性はなく、昇圧のための電源短絡も直流電源の正負極間短絡のみに限られることを考慮し、交流電源の各相ごとに配置していた各リアクトルを直流電源の正極側と負極側のうち、いずれか一方のラインのみに配置したものである。

[0011] 請求項9記載の発明は、昇圧電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置の出力側電圧を検出対象とし、降圧電圧出力時には交流電源側電圧を検出対象とする検出電圧切替装置を備えたことを特徴としている。

昇圧動作時は、マトリクスコンバータ装置の出力電圧が直接の制御対象となることから、出力電圧の検出が必要である。マトリクスコンバータ装置の出力電圧はパルス幅変調電圧のため、降圧動作時は出力側電圧を直接検出するよりも、入力側電圧を検出してパルス幅制御情報と合わせて間接的に検出する方が容易となる。

請求項10記載の発明は、昇圧電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置への入力電流を検出対象とし、降圧電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置からの出力電流を検出対象とする検出電流切替装置を備えたことを特徴としている。

降圧動作時はマトリクスコンバータ装置の出力電流を直接制御するベクトル制御にも適し、昇圧動作時は昇圧出力電圧を制御するために入力電流を制御することが必要となる。

[0012] 請求項11記載の発明は、出力電圧指令に基づいてゲート信号を出力するゲート信号出力部と、双方向スイッチおよびゲート信号間の各々の対応関係を降圧電圧出力時と昇圧電圧出力時とで変更切替えるゲート信号切替装置を備えたことを特徴としている。

昇降圧モード切り替えに際しては、双方向スイッチへの信号切り替えを要するが、ゲート信号切替装置を設けることで特別な制御切り替えが不要になる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、標準的なリアクトルを用いて出力電圧の昇圧を実現した任意電圧

・任意周波数の交流電圧出力が可能なマトリクスコンバータ装置を実現でき、しかも昇圧出力機能と降圧出力機能をともに兼ね備え、1台のマトリクスコンバータ装置で降圧電圧出力、昇圧電圧出力、電源側への回生動作の全てに対応でき、実動作中においても瞬時に昇降圧動作切り替えのできるマトリクスコンバータ装置を実現できるという効果がある。

更には昇圧動作に際し、双方向スイッチを流れるリアクトル電流の急変を抑制でき、サージ電圧の発生を抑制できるので、双方向スイッチを構成するIGBTトランジスタ等の半導体スイッチング素子の電流容量を小さくでき、半導体スイッチング素子の破損を防止できる効果がある。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の第1の実施例を示したマトリクスコンバータ装置の構成図
[図2]第1、第2の接断手段に適用される機械式スイッチの構成図
[図3]本発明の第2の実施例として第1、第2の接断手段に適用される電子式スイッチの構成図
[図4]本発明の第3の実施例を示したマトリクスコンバータ装置の構成図
[図5]本発明の第4の実施例を示したマトリクスコンバータ装置の構成図
[図6]本発明の第5の実施例を示したマトリクスコンバータ装置の構成図
[図7]降圧制御モードと昇圧制御モードにおける回路構成の対比図
[図8]制御モードを切り替える際の具体的なゲート信号の配分方法図
[図9]昇圧機能を有する従来のマトリクスコンバータ装置の構成図

符号の説明

- [0015] 1 3相交流電源
2 入力側のリアクトル
3 第2のコンデンサ群
4 第2の接断手段
5 双方向スイッチ群
6 出力側のリアクトル
7 第1のコンデンサ群

- 8 第1の接断手段
- 9 モータ
- 10 直流電源
- 11 マトリクスコンバータ装置の主要部
- 12 機械式スイッチ
- 13 電子式スイッチ
- 14-1 電流検出信号1
- 14-2 電流検出信号2
- 14-3 電流検出信号3
- 15-1 電圧検出信号1
- 15-2 電圧検出信号2
- 15-3 電圧検出信号3
- 16 切り替えスイッチ
- 17 ゲート信号群
- 18 切り替えスイッチ
- 31, 32, 33 コンデンサ
- 61, 62, 63 入力側の各相リアクトル
- 71, 72, 73 コンデンサ
- 101 単相交流電源
- 102 トランス構造のリアクトル
- 105 双方向スイッチ群
- 106, 107, 108 コンデンサ
- 109 モータ

発明を実施するための最良の形態

[0016] 以下、本発明の各実施形態について図を用いて説明する。

実施例 1

[0017] 図1は本発明の第1の実施例として、3相交流電源1とIGBTトランジスタ等で構成される双方向スイッチ群5との間に挿入接続された入力側の各リアクトル2、出力側の各

相間を接続する第1のコンデンサ群7、第1のコンデンサ群7を構成する各コンデンサ相互間の接続を接断可能な第1の接断手段8、第2のコンデンサ群3を構成する各コンデンサ相互間の接続を接断可能な第2の接断手段4、出力側の各相とモータ9との間に挿入接続された出力側の各リアクトル6を備えたマトリクスコンバータ装置の構成を示したものである。

なお、図1の実施例においてはリアクトル6を挿入接続したが、リアクトル6を削除してモータの有する巻線インダクタンスでこれに代用することも可能である。

[0018] まず、図1において第1の接断手段を開とし、かつ、第2の接断手段を閉とすると、これは従来一般的なマトリクスコンバータ装置の構成となる。各リアクトル2と第2のコンデンサ群3とで入力側にLCフィルタを構成し、交流電源側から供給される連続的で滑らかな入力電流波形を実現している。また、第2のコンデンサ群3の端子間電圧を双方向スイッチ群5で直接的にPWM制御する構成のため、マトリクスコンバータ装置の出力電圧は、必然的に第2のコンデンサ群3の端子間電圧以下となる。この意味で、従来一般的なマトリクスコンバータ装置での構成による動作を、以下においては、降圧動作または降圧制御モードということにする。

[0019] 次にマトリクスコンバータ装置の出力電圧の昇圧について説明する。

図1において、まず第1の接断手段を閉とし、かつ、第2の接断手段を開にしておく。次にリアクトル2の双方向スイッチ側端子を、双方向スイッチにより短絡する。例えば、双方向スイッチS11とS21とをともにオンさせる。S11とS21とのオンにより、リアクトル61、62にはこの短絡による電流が流れ、磁気エネルギーが各リアクトルには増加蓄積される。次に双方向スイッチS21をオフにし、この蓄積されたエネルギーを放電し、この放電された磁気エネルギーを第1のコンデンサ群に充電し、これによってマトリクスコンバータ装置の出力電圧の昇圧を実現する。なお、ここで使用される各リアクトルは、LCフィルタを構成する一般的なリアクトルで差し支えない。

ここで第2の接断手段を開にしたのは、双方向スイッチ群5のオンオフ動作に伴い、例えば、第2の接断手段、コンデンサ31、双方向スイッチS11、双方向スイッチS21、コンデンサ32、第2の接断手段の順に流れる短絡電流(この短絡電流が流れる経路中には電流限流要素がない)の発生を防止し、あるいは、例えば、第2の接断手段、

コンデンサ31、双方向スイッチS11、コンデンサ71、第1の接断手段、コンデンサ72、双方向スイッチS22、コンデンサ32、第2の接断手段の順に流れる短絡電流(この経路中にも電流限流要素はない)の発生を防止するためである。

双方向スイッチS21がオフ(S11はオンのまま)した時、リアクトル61を流れる電流はコンデンサ71への充放電電流となって導通経路が確保され、リアクトル62を流れる電流は、双方向スイッチS22またはS23を予めオンしておくことで、コンデンサ72への充放電電流またはコンデンサ73への充放電電流となって導通経路が確保され、急激な電流変動は抑制される。すなわち、短絡状態による磁気エネルギーの蓄積状態から、双方向スイッチをオフにして磁気エネルギーの放電状態へと移行する際に、前記オフになる双方向スイッチ(上記の場合にはS21が該当)に接続されているリアクトル(上記の場合にはリアクトル62が該当)に接続された他の双方向スイッチ(上記の場合にはS22またはS23が該当)を、予めオンにしておけばよいことになる。

以上のような動作を、以下においては昇圧動作または昇圧制御モードということにする。昇圧制御モードにおいては、双方向スイッチへのオンオフ制御信号を出力するオンオフ制御手段(図示は省略)が、以上のようなスイッチ動作シーケンスに従って、双方向スイッチの短絡と開放による昇圧動作を行い、導通経路を確保しつつ、マトリクスコンバータ装置を駆動することになる。

- [0020] 第1、第2の接断手段によって昇圧動作および降圧動作相互間の制御モード切り替えも可能となるので、1台のマトリクスコンバータ装置が、降圧電圧出力、昇圧電圧出力、および電源側への回生動作の全てに対応することも可能となる。
- ところで、降圧制御モードから昇圧制御モードへの切り替え、あるいは昇圧制御モードから降圧制御モードへの切り替えにおいて、第1、第2の接断手段が図2に示すリレー、コンタクタ等の機械式スイッチ12である場合には、安価かつ低損失で動作可能という利点はあるが、機械寿命への影響を考慮してスイッチのオンオフ時の導通電流を低減しておく必要があり、また、オンオフ動作が鈍く、動作時にチャタリングなどを発生する恐れもある。そこで機械式スイッチの場合には、第1、第2の接断手段を流れる電流がなくなるのを待って切り替えを行うのが一般的である。例えば、モータ9を停止してから切り替える、接断手段としてのスイッチを流れる交流電流が零クロスする時に

切り替える、あるいは、モータ9の回転の有無に関わらず全ての双方向スイッチをオフにし、電流を零にしてから切り替える等の切り替え処理を行うことになる。

実施例 2

[0021] 第1、第2の接断手段を電子式スイッチ13で構成し、上記のような制約を無くしたものが図3に示す本発明の第2の実施例である。

図3は、6つのダイオードを全波整流回路構成に接続し、前記全波整流回路の正・負両端子間にIGBTトランジスタを並列接続したものである。第1、第2のコンデンサ群にどのような電流が流れていようとも、必ずIGBTトランジスタのコレクタ側からエミッタ側に電流が流れることになるので、このIGBTトランジスタをオンオフすることで、第1、第2の接断手段を接、または断状態にすることが可能となる。

電子式のため瞬時に制御モードの切り替えができ、例えば、全ての双方向スイッチをオフした直後の即切り替えができ、あるいは、IGBTトランジスタのコレクタ・エミッタ間にスナバ回路を接続すれば、電流の存否とは無関係に運転中にいつでも瞬時に制御モード切り替えが可能となる。

実施例 3

[0022] 図4は本発明の第3の実施例を示したものである。3相交流電源の代わりに直流電源10を用いたものである。

第1の実施例と同様に、双方向スイッチによって入力側の各リアクトル間を短絡することで磁気エネルギーをリアクトルに増加蓄積し、そのあとで、短絡に関わった双方向スイッチをオフにして磁気エネルギーを放電し、放電される前記磁気エネルギーを第1のコンデンサ群に充電して昇圧電圧出力を実現している。降圧制御モードにおいては、モータ9側から電力が流入してくる回生動作状態にあるときは、マトリクスコンバータ装置から直流電源10側への電源回生が可能となる。モータ9の実動作中に電動モード、回生モードの両動作モードが存する場合には、単独装置による全対応が可能となり、簡易、小形、高効率、省エネ等による貢献が存分に期待できる。

なお、本実施例では直流電源の正極側と負極側の双方にリアクトルを配置しているが、これを正極側と負極側のうちいずれか一方のみに配置したとしても同様の効果を奏するのはもとよりである。この場合にはリアクトルを1つに削減できることに加え、リア

クトルを流れる電流の連続性確保について、一方のリアクトルのみを考慮すれば済むので、制御が簡便になるという効果も奏することとなる。

実施例 4

[0023] 図5は本発明の第4の実施例を示したものである。

降圧制御モードと昇圧制御モード相互間の切り替えに伴って、検出対象となる電流、電圧の位置(検出位置)も切り替えるというものである。

検出電圧については、昇圧電圧出力時はマトリクスコンバータ装置の出力側電圧を検出対象とし、降圧電圧出力時は交流電源側電圧を検出対象とする。

昇圧動作時はマトリクスコンバータ装置の出力側電圧が直接の制御対象となるので出力側電圧の検出が必要となり、降圧動作時はマトリクスコンバータ装置の出力側電圧がパルス幅変調電圧となり、出力側電圧を直接検出するよりも入力側電圧を検出し、パルス幅制御情報と合わせて間接的に検出する方が容易となる。

[0024] また検出電流については、昇圧電圧出力時はマトリクスコンバータ装置への入力電流を検出対象とし、降圧電圧出力時はマトリクスコンバータ装置からの出力電流を検出対象としている。

降圧動作時に出力電流を検出対象とすることは、ベクトル制御など出力電流を直接の制御対象とする場合に有用であり、それ以外にも出力電流の転流制御のための情報としても必要となる。昇圧動作時に入力電流を検出対象とすることは、昇圧出力電圧を制御するために入力電流の制御が必要とされるからである。

[0025] 図5において、14-1、14-2、14-3はマトリクスコンバータ装置の制御に用いる電流検出信号を示しており、15-1、15-2、15-3も同様に電圧検出信号を示している。

昇圧制御モードの場合には、電流は入力側を検出し電圧は出力側を検出するように設定をするが、これは図5において、切り替えスイッチ16を全て下段側に設定変更すれば実現できる。降圧制御モードの場合には、電流は出力側を検出し電圧は入力側を検出するように設定するが、これは図4において、切り替えスイッチ16を全て上段側に設定変更すれば実現される。

このように、制御モード相互間の切り替えに応じて電流または電圧の検出対象位置

を変更することで、制御モード切り替えに伴った複雑な制御変更を行う必要はなくなる。

実施例 5

[0026] 図6は本発明の第5の実施例を示したものである。

双方向スイッチへのオンオフ制御信号として、オンオフ制御手段(図示せず)から出力されるゲート信号群17と、双方向スイッチ群5との間に信号対応の切り替えスイッチ18を挿入している。

ゲート信号群17は、オンオフ制御手段としてのCPUなどの演算器から得られた9個のゲート信号を意味(3相入力3相出力のマトリクスコンバータ装置を例にした場合)しており、このゲート信号群17に基づいて双方向スイッチ群5はPWM制御されている。

[0027] ところで昇降圧の制御モードが切り替わる際には、各々の制御モードに応じた演算制御への切り替えを行う必要がある。しかし、回路構成が全く逆になる降圧制御モードと昇圧制御モードにおいては、切り替えスイッチ18を用いてゲート信号の割り付け配置を変えることで、特別な制御等の必要なく昇降圧の制御モード切り替えを実現できる。

降圧制御モード(図7(a)の場合)と昇圧制御モード(図7(b)の場合)とは、図7に示すように、コンデンサとリアクトルの位置が、全く逆に入れ替わった回路構成になっており、従ってゲート信号の切り替えは、電源側から見た各双方向スイッチに供給するゲート信号群と、モータ側から見た各双方向スイッチに供給するゲート信号群とを入れ替えればよいことになる。

[0028] 図7は各双方向スイッチが、3相交流電源側のR、S、T相と出力側のU、V、W相との交点に相当するとの観点から、R-U、R-V、R-W、S-U、S-V、…のように表示したものである。

このような考え方に沿って、制御モードを切り替える際の具体的な各ゲート信号の割り付け配分方法を図8((a)欄は降圧制御モードでの割り付けを示し、(b)欄は昇圧制御モードでの割り付けを示している)に示している。

例えば、降圧制御モード時にR相とV相との交点に相当する双方向スイッチR-V(

図1のS12が該当)に供給していたゲート信号を、昇圧制御モードに切り替えた時は、R-Vと双対関係にある双方向スイッチU-S(等価的にS-Uとなり、図1のS21が該当)に出力すればよいことになる。このことは、双方向スイッチR-Vの符号R側をこれに対応する出力側のUに入れ替え、符号V側をこれに対応する入力側のSに入れ替えることで得られることになる。また図8からもわかるとおり、双方向スイッチR-U、S-V、T-Wへのゲート信号については、切り替えは不要である。

このような関係に基づいての信号切り替えを具体的に実現したものが、図6に示す切り替えスイッチ18となる。全てのスイッチを上段側に設定すれば降圧制御モードに対応し、下段側に設定すれば昇圧制御モードに対応することとなる。

産業上の利用可能性

[0029] 本発明は多相交流電源を入力として任意の多相交流または直流の電圧出力を行うマトリクスコンバータ装置に関し、特に出力電圧の昇圧および降圧機能を有するマトリクスコンバータ装置に関するものである。

また、標準的なリアクトルを用いて出力電圧の昇圧を実現した任意電圧・任意周波数の交流電圧出力を実現でき、しかも昇圧電圧出力機能と降圧電圧出力機能をともに兼ね備えることができ、電源側への回生機能を実現でき、実動作中においても昇圧動作および降圧動作間の相互切替も実現できるマトリクスコンバータ装置に関するものである。

更には、昇圧動作に際しての双方向スイッチを流れるリアクトル電流の急変を抑制でき、サージ電圧の発生を抑制できるので、双方向スイッチを構成する半導体スイッチング素子の電流容量を小さくでき、半導体スイッチング素子の破損を防止できる効果を有することも可能となる。

このような特徴に基づいて、入力電源電圧よりも高い電圧出力を要する用途にもマトリクスコンバータ装置を適用でき、更には実動作中に電動モード、回生モードの両動作モードが存する場合にも装置単独での適用が可能となり、簡易、小形、高効率、省エネ等を必要とする用途にも適用可能である。

請求の範囲

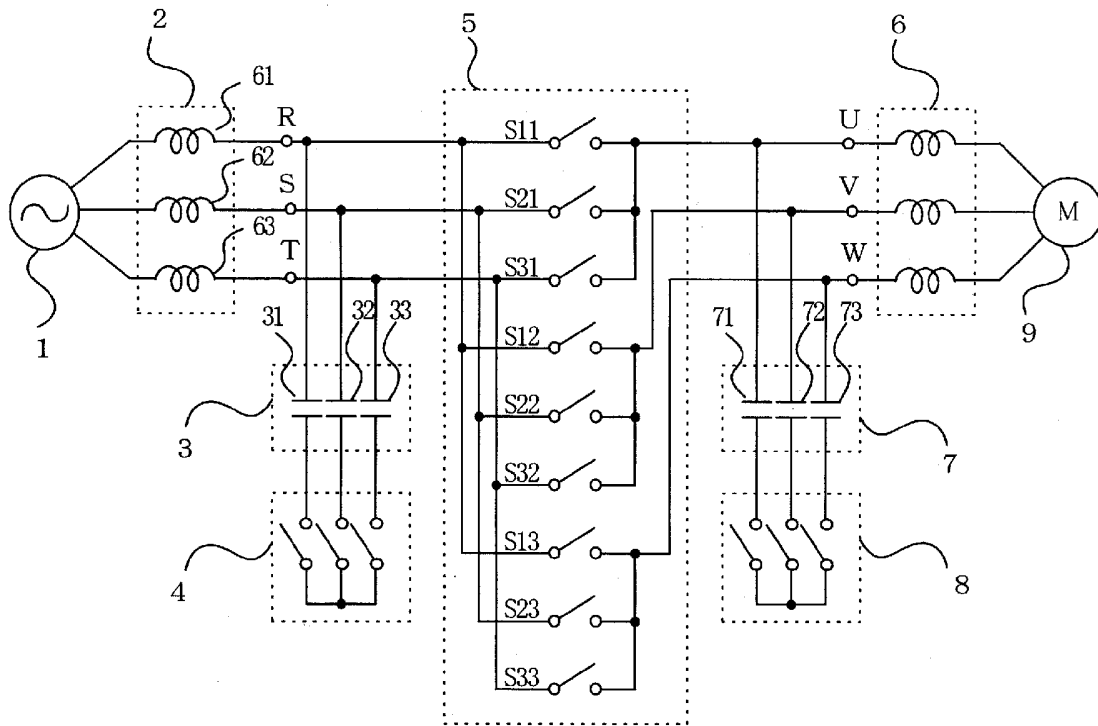
- [1] 交流電源の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、
前記交流電源の各相と前記双方向スイッチとの間に挿入接続された各リアクトルと、
前記双方向スイッチをオンオフ制御して前記2以上のリアクトルの双方向スイッチ側端子間を短絡し、その後開放してマトリクスコンバータ装置の出力電圧を昇圧する回路と、
前記短絡から開放に切り替わった際に短絡していた各リアクトルを流れる電流の各導通経路を確保する回路を備えたことを特徴とするマトリクスコンバータ装置。
- [2] 前記導通経路を確保する回路はマトリクスコンバータ装置の出力側各相間を接続する第1のコンデンサ群と、前記双方向スイッチに基づいて構成されることを特徴とする請求項1記載のマトリクスコンバータ装置。
- [3] 交流電源の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、
前記交流電源の各相と前記双方向スイッチとの間に挿入接続された各リアクトルと、
マトリクスコンバータ装置の出力側各相間を接続する第1のコンデンサ群と、
前記第1のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を接断可能な第1の接断回路と、
マトリクスコンバータ装置の昇圧電圧出力時には第1の接断回路を接状態にし、降圧電圧出力時には第1の接断回路を断状態にする第1の切替装置を備えたことを特徴とするマトリクスコンバータ装置。
- [4] 前記第1の接断回路は全波整流回路構成に接続された第1の整流ダイオード群と、
前記第1の整流ダイオード群の正負出力端子間に接続された第1の半導体スイッチング素子を備え、
前記第1のコンデンサ群を構成する各コンデンサは一方の端子を前記各リアクトルの双方向スイッチ側各端子に接続され、他方の端子は前記第1の整流ダイオード群の

- 各直列接続部に接続されたことを特徴とする請求項3記載のマトリクスコンバータ装置。
- [5] 交流電源の各相と出力側の各々の相とを自己消弧能力を持つ双方向スイッチで直接接続し、出力電圧指令に基づいて交流電源電圧をPWM制御出力し、任意の直流電圧を出力するマトリクスコンバータ装置において、
前記各リアクトルの双方向スイッチ側各端子間を接続する第2のコンデンサ群と、
前記第2のコンデンサ群を構成するコンデンサ相互間の接続を接断可能な第2の接断回路と、
マトリクスコンバータ装置の昇圧電圧出力時には第2の接断回路を断状態にし、降圧電圧出力時には第2の接断回路を接状態にする第2の切替装置を備えたことを特徴とするマトリクスコンバータ装置。
- [6] 前記第2の接断回路は全波整流回路構成に接続された第2の整流ダイオード群と、
前記第2の整流ダイオード群の正負出力端子間に接続された第2の半導体スイッチング素子を備え、
前記第2のコンデンサ群を構成する各コンデンサは一方の端子をマトリクスコンバータ装置の出力側各相端子に接続され、他方の端子は前記第2の整流ダイオード群の各直列接続部に接続されたことを特徴とする請求項5記載のマトリクスコンバータ装置。
- [7] 前記交流電源を直流電源に置き換えたことを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ装置。
- [8] 前記交流電源を直流電源に置き換え、
前記各リアクトルを前記直流電源の正極側と負極側のうちいずれか一方と前記双方向スイッチとの間に挿入接続されるリアクトルに置き換えたことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ装置。
- [9] 昇圧電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置の出力電圧を検出対象とし、降圧電圧出力時には交流電源電圧を検出対象とする検出電圧切替装置を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ装置。
- [10] 昇圧電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置への入力電流を検出対象とし、降圧

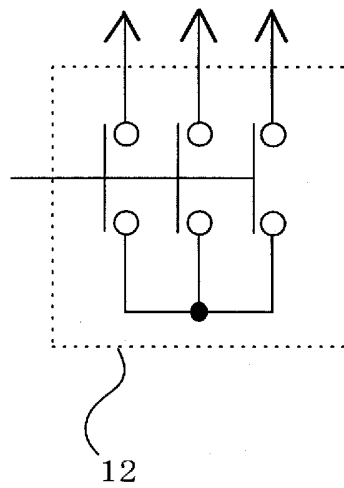
電圧出力時にはマトリクスコンバータ装置からの出力電流を検出対象とする検出電流切替装置を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ装置。

- [11] 出力電圧指令に基づいてゲート信号を出力するゲート信号出力部と、
双方向スイッチおよびゲート信号間の各々の対応関係を降圧電圧出力時と昇圧電圧出力時とで変更切替えるゲート信号切替装置を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ装置。

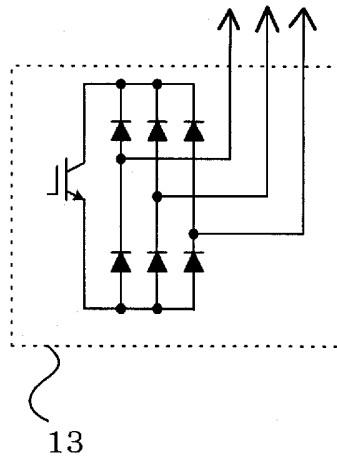
[図1]



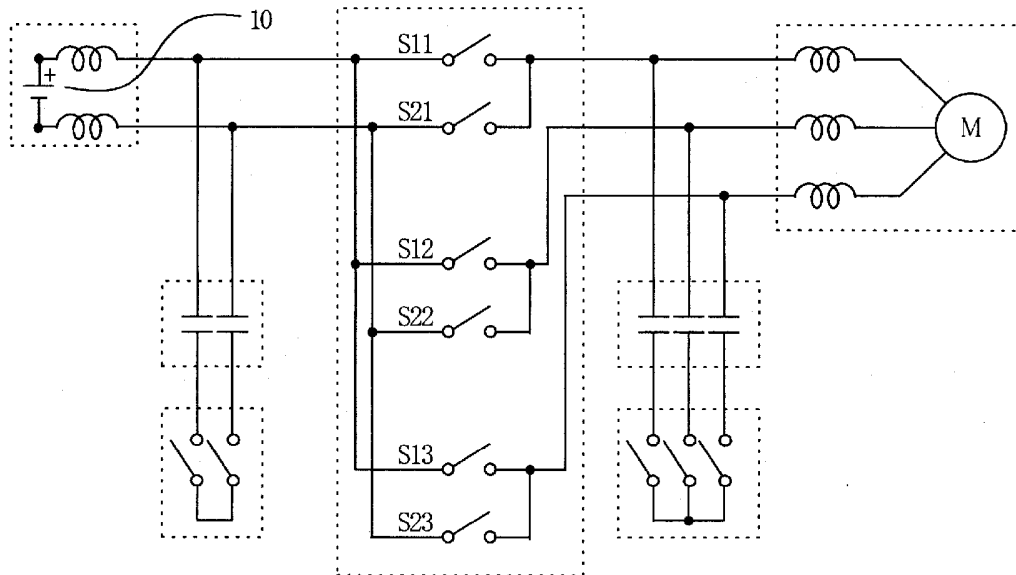
[図2]



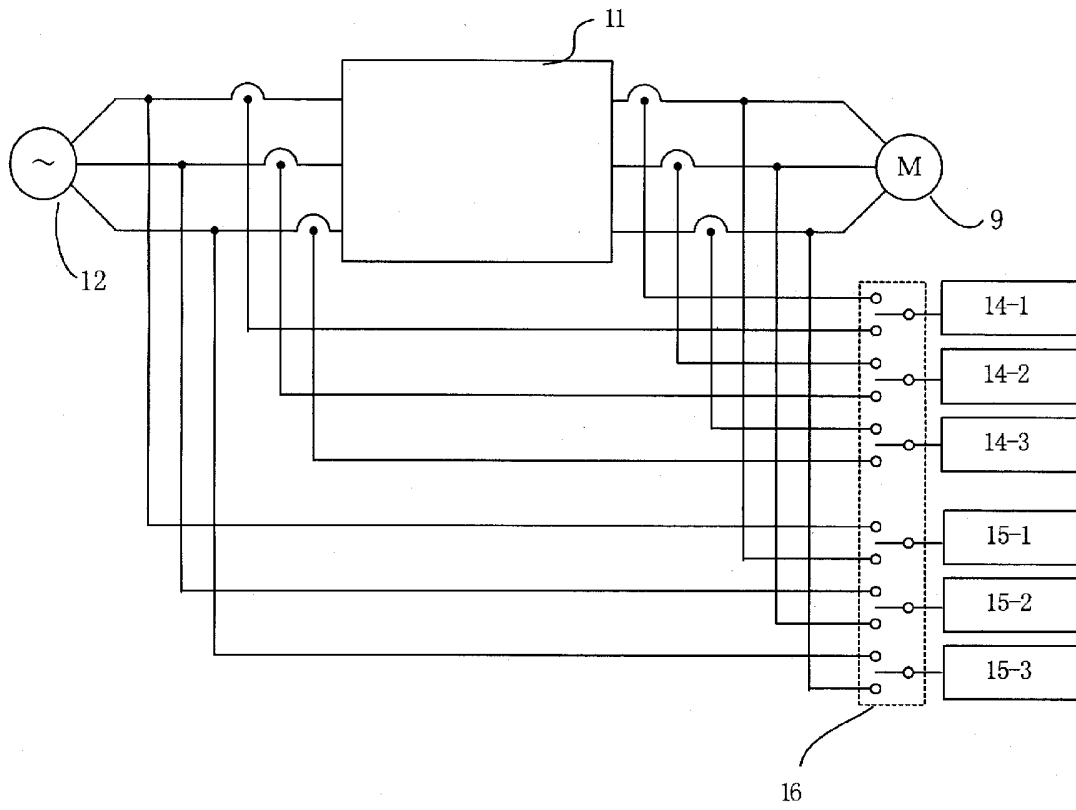
[図3]



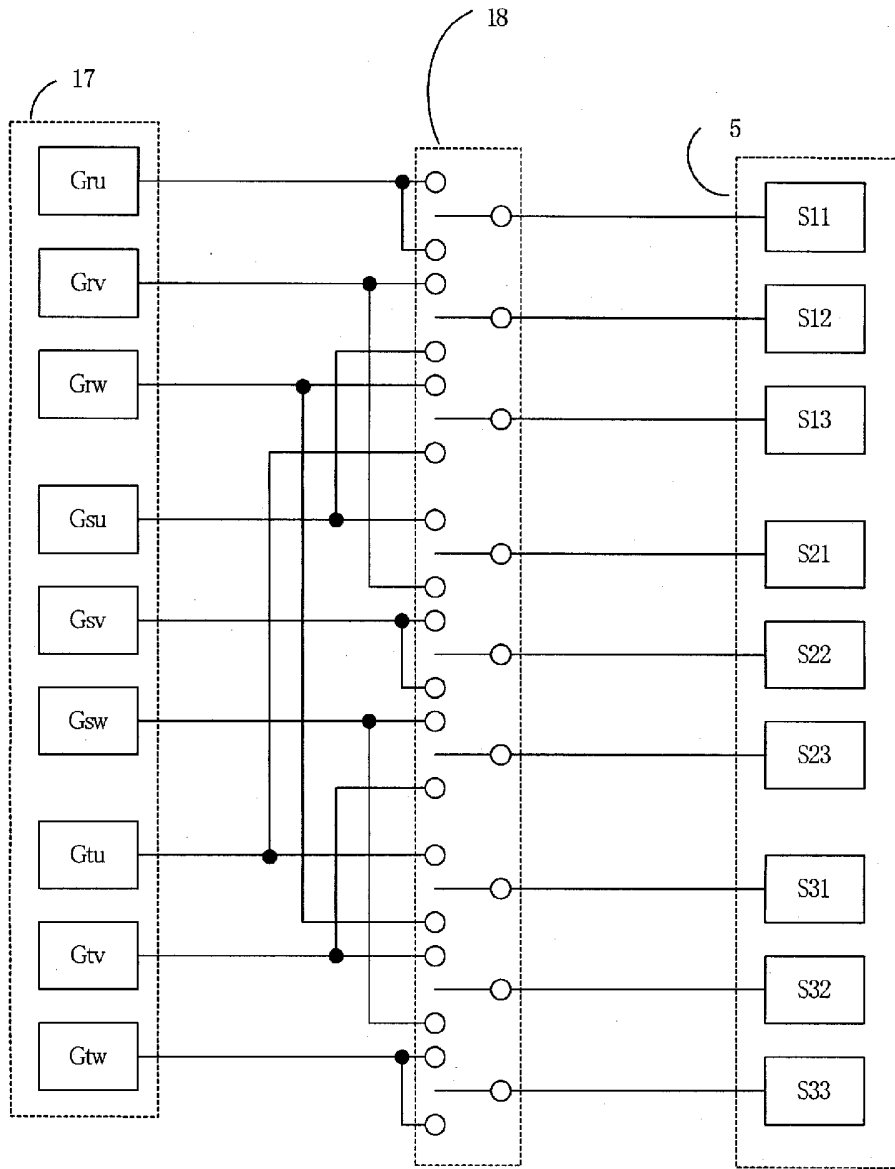
[図4]



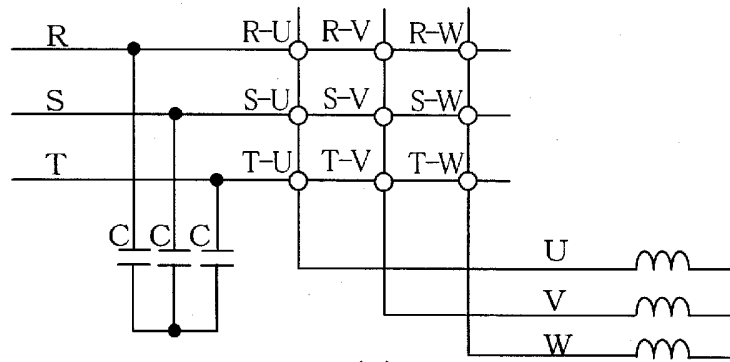
[図5]



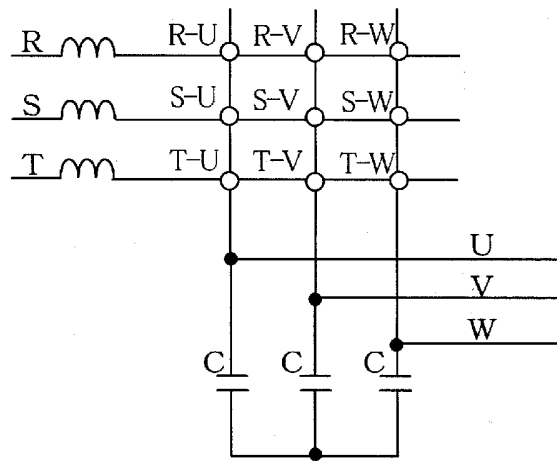
[図6]



[図7]



(a)

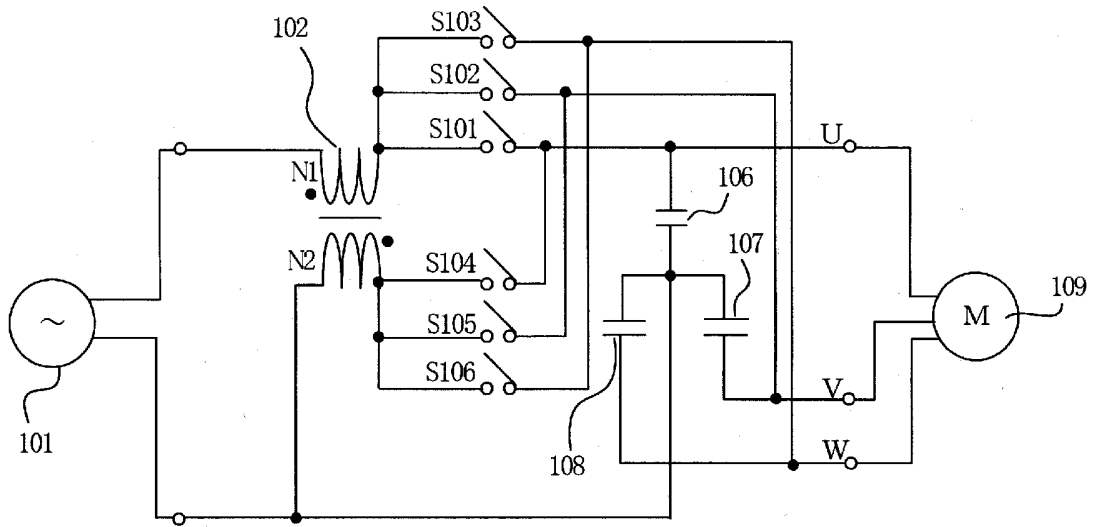


(b)

[図8]

	(a)	(b)
Gru	R-U	U-R=R-U
Grv	R-V	U-S=S-U
Grw	R-W	U-T=T-U
Gsu	S-U	V-R=R-V
Gsv	S-V	V-S=S-V
Gsw	S-W	V-T=T-V
Gtu	T-U	W-R=R-W
Gtv	T-V	W-S=S-W
Gtw	T-W	W-T=T-W

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/307436

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02M5/293(2006.01) , **H02M7/12**(2006.01)

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)
 H02M5/293 , H02M7/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

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.
A	JP 2-206364 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 16 August, 1990 (16.08.90), Page 1, lower right column, line 20 to page 2, lower right column, line 5; Fig. 4 (Family: none)	1-11
A	JP 11-18489 A (Toyo Electric Mfg. Co., Ltd.), 22 January, 1999 (22.01.99), Par. Nos. [0001] to [0008]; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-11
A	JP 2005-65357 A (Hitachi, Ltd.), 10 March, 2005 (10.03.05), Par. Nos. [0002] to [0020]; Figs. 1 to 9 & WO 2005/015726 A1	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" 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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 July, 2006 (03.07.06)	Date of mailing of the international search report 11 July, 2006 (11.07.06)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/307436

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-69754 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 03 March, 2000 (03.03.00), Par. Nos. [0010] to [0014]; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H02M5/293 (2006.01), H02M7/12 (2006.01)

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. H02M 5/293, H02M 7/12

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

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)

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 請求の範囲の番号
A	J P 2-206364 A (東洋電機製造株式会社) 16.08.1990, 第1頁右下欄第20行-第2頁右下欄第5行, 図4 (ファミリーなし)	1-11
A	J P 11-18489 A (東洋電機製造株式会社) 22.01.1999, 【0001】-【0008】, 図1, 4 (ファミリーなし)	1-11

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	の日の後に公表された文献
「A」 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	「T」 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
「E」 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	「X」 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
「L」 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)	「Y」 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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 03.07.2006	国際調査報告の発送日 11.07.2006
--------------------------	--------------------------

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) 櫻田 正紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3357	3V 2917
--	--	---------

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	JP 2005-65357 A (株式会社日立製作所) 10.03.2005, 【0002】 - 【0020】, 図1-9 & WO 2005/015726 A1	1-11
A	JP 2000-69754 A (富士電機株式会社) 03.03.2000, 【0010】 - 【0014】, 図1, 2 (ファミリーなし)	1-11