

(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  
2015 年 12 月 23 日(23.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/194012 A1

- (51) 国際特許分類:  
H02M 5/297 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/066331
- (22) 国際出願日: 2014 年 6 月 19 日(19.06.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 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: 森原 貴征(MORIHARA Takayuki); 〒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). 内野 貴裕(UCHINO Takahiro); 〒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). 鶴田 将紘(TSURUTA Masahiro); 〒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). 永友 茂勝(NAGATOMO Shigekatsu); 〒

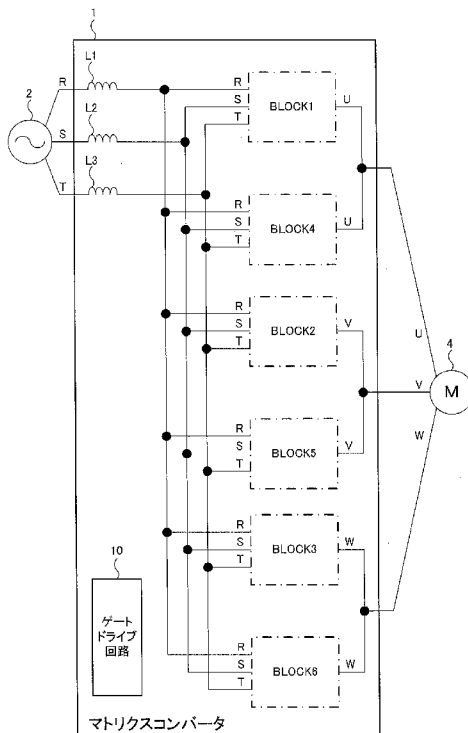
8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP). 久保 雄斗(KUBO Yuto); 〒8060004 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号 株式会社安川電機内 Fukuoka (JP).

- (74) 代理人: 益田 博文, 外(MASUDA Hirofumi et al.); 〒1100015 東京都台東区東上野 1-7-1 3 東上野上村ビル 2 階 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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

[続葉有]

(54) Title: MATRIX CONVERTER

(54) 発明の名称: マトリクスコンバータ



(57) Abstract: [Problem] To increase the capacity of a matrix converter. [Solution] Matrix converter (1) has: a plurality of first bidirectional switches (Q1) each connected to each input phase of an AC power supply (2) and each output phase of a load (4); and a plurality of second bidirectional switches (Q2) connected to the same input phases and output phases as the input phases and output phases to which the first bidirectional switches (Q1) are connected, electrically in parallel with said first bidirectional switches (Q1). The same number of the second bidirectional switches (Q2) as the number of the first bidirectional switches (Q1) form one or more groups.

(57) 要約: 【課題】マトリクスコンバータを大容量化する。【解決手段】マトリクスコンバータ 1 は、交流電源 2 の各入力相及び負荷 4 の各出力相と各々接続される複数の第 1 双方向スイッチ Q1 と、第 1 双方向スイッチ Q1 が接続される入力相及び出力相と同一の入力相及び出力相に当該第 1 双方向スイッチ Q1 と電気的に並列に接続される複数の第 2 双方向スイッチ Q2 とを有する。また、複数の第 2 双方向スイッチ Q2 は、第 1 双方向スイッチ Q1 と同数のグループを 1 以上有する。

1 Matrix converter  
10 Gate drive circuit



(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, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：マトリクスコンバータ

### 技術分野

[0001] 開示の実施形態は、マトリクスコンバータに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、半導体双方向スイッチがそれぞれ設けられた複数の半導体スイッチモジュールと、半導体双方向スイッチのスイッチングにより発生するサージ電圧を抑制するための複数のコンデンサ及び複数のダイオードがそれぞれ設けられた複数のスナバモジュールと、を備えたマトリクスコンバータが記載されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-29373号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] マトリクスコンバータの大容量化を図る上では、装置構成のさらなる最適化が要望される。

[0005] 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、大容量化することができるマトリクスコンバータ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

[0006] 上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、マトリクスコンバータであって、交流電源の各入力相及び負荷の各出力相と各々接続される複数の第1双方向スイッチと、前記第1双方向スイッチが接続される前記入力相及び前記出力相と同一の前記入力相及び前記出力相に当該第1双方向スイッチと電氣的に並列に接続される複数の第2双方向スイッチと、を有するマトリクスコンバータが適用される。

## 発明の効果

[0007] 本発明によれば、マトリクスコンバータを大容量化することができる。

## 図面の簡単な説明

[0008] [図1]第1実施形態のマトリクスコンバータの回路構成を表す回路構成図である。

[図2]図1中の「BLOCK1」に対応する回路上の位置の回路構成を表す回路構成図である。

[図3]図1中の「BLOCK4」に対応する回路上の位置の回路構成を表す回路構成図である。

[図4]スイッチモジュールの配置構成の概要を表す概念図である。

[図5]本体ケースを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す斜視図である。

[図6]図5に示す状態からコンデンサモジュール及び一部のバスバーを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す分解斜視図である。

[図7]図5に示す状態からコンデンサモジュール及び一部のバスバーを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す分解斜視図である。

[図8]図5に示す状態から一部のバスバーを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す分解斜視図である。

[図9A]コンデンサモジュールの構成を表す斜視図である。

[図9B]コンデンサモジュールの構成を表す斜視図である。

[図9C]コンデンサモジュールの構成を表す斜視図である。

[図10]コンデンサモジュールの自立状態を表す模式図である。

[図11]スイッチモジュールの配置構成の別の例を表す概念図である。

[図12]第2実施形態のマトリクスコンバータの回路構成を表す回路構成図である。

[図13]スイッチモジュールの配置構成の概要を表す概念図である。

[図14]本体ケースを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す斜視図である。

[図15]本体ケースを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す分解斜視図である。

[図16]図5に示す状態からコンデンサ部、一部のバスバー、ケーブルを省略した状態においてマトリクスコンバータの具体的構成を表す分解斜視図である。

### 発明を実施するための形態

[0009] 以下、実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、図面中に注記された「前」「後」「左」「右」「上」「下」の方向は、本明細書中の説明において「前」「後」「左」「右」「上」「下」と記述される方向にそれぞれ対応する。但し、実施形態のマトリクスコンバータの各構成の位置関係は、「前」「後」「左」「右」「上」「下」の概念に限定されるものではない。

[0010] <第1実施形態>

まず、第1実施形態について説明する。

[0011] (マトリクスコンバータの回路構成)

まず、図1、図2、及び図3を参照しつつ、本実施形態のマトリクスコンバータの回路構成について説明する。

[0012] 図1～図3に示すように、マトリクスコンバータ1は、交流電源2から入力される交流電力を任意の電圧・周波数の交流電力に直接変換して負荷4（この例では交流モータ）に出力する電力変換装置である。

[0013] なお、マトリクスコンバータ1における交流電源2の入力相数は、特に限定されるものではないが、本実施形態では、当該入力相数が3相（R相、S相、T相）である場合について説明する。つまり、交流電源2は、3相交流電源である。また、マトリクスコンバータ1における負荷4の出力相数は、特に限定されるものではないが、本実施形態では、当該出力相数が3相（U相、V相、W相）である場合について説明する。つまり、負荷4は、3相交

流負荷（この例では3相交流モータ）である。さらに、負荷4としては、交流モータに限定されるものではなく、マトリクスコンバータ1から入力される交流電力に基づいて作動することが可能な電子機器であれば、特に限定されるものではない。

[0014] このマトリクスコンバータ1は、3個のACリアクトルL1、L2、L3と、複数の第1双方向スイッチQ1と、複数の第2双方向スイッチQ2と、複数のACコンデンサ部ACと、複数のスナバコンデンサSCと、ゲートドライブ回路10とを有する。

[0015] 本実施形態では、第1双方向スイッチQ1は、9個設けられ、第2双方向スイッチQ2は、第1双方向スイッチQ1と同数、つまり9個を1グループとして、1グループ設けられる。以下適宜、第1双方向スイッチQ1及び第2双方向スイッチQ2を区別なく示す場合には、単に「双方向スイッチQ」という。また、ACコンデンサ部AC及びスナバコンデンサSCは、それぞれ、双方向スイッチQと同数、つまり18個設けられる。なお、図1中では、図示の煩雑化を防止するため、双方向スイッチQ、ACコンデンサ部AC、スナバコンデンサSCの図示を省略し、これらに対応する回路上の位置を「BLOCK」として、概念的に図示している。

[0016] ACリアクトルL1、L2、L3は、それぞれ、交流電源2のR相、S相、T相に接続される。以下適宜、ACリアクトルL1、L2、L3を区別なく示す場合には、単に「ACリアクトルL」という。これらACリアクトルL1～L3の出力側では、それぞれ、電源線が6本に分岐する。以下適宜、ACリアクトルLの出力側で分岐した各電源線を「分岐後電源線」という。

[0017] 9個の第1双方向スイッチQ1は、それぞれ、電氣的に並列でかつ逆方向に接続される2つのスイッチ部SW1、SW2（この例ではIGBT）を備える（図2中の部分拡大図参照）。なお、スイッチ部SW1、SW2としては、IGBTに限定されるものではなく、例えばMOSFETやGTO等の、ゲートドライブ回路10によりスイッチング制御（オン・オフ制御）可能な装置を含む構成であれば、特に限定されるものではない。また、各第1双

方向スイッチQ 1の構成は、2つのスイッチ部SW 1, SW 2を備える構成に限定されるものではなく、他の構成であってもよい。これら9個の第1双方向スイッチQ 1は、それぞれ、ACリアクトルL 1～L 3のいずれかの出力側においてR相、S相、T相のいずれかに接続されると共に、負荷4のU相、V相、W相のいずれかと接続される。すなわち、9個の第1双方向スイッチQ 1は、3個を1組として、3組に区分される。そして、各組に係る3個の第1双方向スイッチQ 1は、ACリアクトルL 1～L 3の各々の出力側においてR相、S相、T相の各々に接続されると共に、負荷4の同一の出力相に電氣的に並列に接続される。この際、各組では、第1双方向スイッチQ 1の接続対象とする出力相が異なる。

[0018] つまり、第1双方向スイッチQ 1に係る3組は、それぞれ、「BLOCK 1」「BLOCK 2」「BLOCK 3」に示す回路上の位置に配置される。図2に示すように、「BLOCK 1」では、第1スイッチモジュールQM 1 a, QM 1 b, QM 1 cとして各々モジュール化された3個の第1双方向スイッチQ 1が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、U相に電氣的に並列に接続される。また、特に図示はしないが、「BLOCK 2」では、第1スイッチモジュールQM 1 d, QM 1 e, QM 1 f（後述の図4参照）として各々モジュール化された3個の第1双方向スイッチQ 1が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、V相に電氣的に並列に接続される。また、特に図示はしないが、「BLOCK 3」では、第1スイッチモジュールQM 1 g, QM 1 h, QM 1 i（後述の図4参照）として各々モジュール化された3個の第1双方向スイッチQ 1が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、W相に電氣的に並列に接続される。以下適宜、第1スイッチモジュールQM 1 a～QM 1 iを区別なく示す場合には、単に「第1スイッチモジュールQM 1」という。

[0019] 9個の第2双方向スイッチQ 2は、それぞれ、上記第1双方向スイッチQ 1と同様に構成される。これら9個の第2双方向スイッチQ 2は、それぞれ、ACリアクトルL 1～L 3のいずれかの出力側においてR相、S相、T相

のいずれかに接続されると共に、負荷4のU相、V相、W相のいずれかと接続される。この際、9個の第2双方向スイッチQ2は、それぞれ、第1双方向スイッチQ1が接続される入力相と同一の入力相に対し、当該第1双方向スイッチQ1と電氣的に並列に接続されると共に、第1双方向スイッチQ1が接続される出力相と同一の出力相に対し、当該第1双方向スイッチQ1と電氣的に並列に接続される。すなわち、9個の第2双方向スイッチQ2は、3個を1組として、3組に区分される。そして、各組に係る3個の第2双方向スイッチQ2は、ACリアクトルL1～L3の各々の出力側においてR相、S相、T相の各々に接続されると共に、負荷4の同一の出力相に電氣的に並列に接続される。この際、各組では、第2双方向スイッチQ2の接続対象とする出力相が異なる。

[0020] つまり、第2双方向スイッチQ2に係る3組は、それぞれ、「BLOCK4」「BLOCK5」「BLOCK6」に示す回路上の位置に配置される。図3に示すように、「BLOCK4」では、第2スイッチモジュールQM2a, QM2b, QM2cとして各々モジュール化された3個の第2双方向スイッチQ2が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、U相に電氣的に並列に接続される。また、特に図示はしないが、「BLOCK5」では、第2スイッチモジュールQM2d, QM2e, QM2f（後述の図4参照）として各々モジュール化された3個の第2双方向スイッチQ2が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、V相に電氣的に並列に接続される。また、特に図示はしないが、「BLOCK6」では、第2スイッチモジュールQM2g, QM2h, QM2i（後述の図4参照）として各々モジュール化された3個の第2双方向スイッチQ2が、R相、S相、T相の各々に接続されると共に、W相に電氣的に並列に接続される。以下適宜、第2スイッチモジュールQM2a～QM2iを区別なく示す場合には、単に「第2スイッチモジュールQM2」という。また、以下適宜、第1スイッチモジュールQM1及び第2スイッチモジュールQM2を区別なく示す場合には、単に「スイッチモジュールQM」という。

- [0021] 18個のACコンデンサ部ACは、それぞれ、電氣的に並列に接続される複数のACコンデンサ（図示せず）を備える。これら18個のACコンデンサ部ACは、3個を1組として、6組に区分される。そして、各組に係る3個のACコンデンサ部ACは、ACリアクトルL1～L3の各々の出力側で分岐し、かつ同一の組に係る3個の双方向スイッチQの各々が接続される3本の分岐後電源線において、R相、S相、T相と結線（例えばスター結線）される。
- [0022] 18個のスナバコンデンサSCは、3個を1組として、6組に区分される。そして、各組に係る3個のスナバコンデンサSCは、ACリアクトルL1～L3の各々の出力側で分岐し、かつ同一の組に係る3個の双方向スイッチQの各々が接続される3本の分岐後電源線において、R相、S相、T相と結線される。
- [0023] つまり、ACコンデンサ部ACに係る6組及びスナバコンデンサSCに係る6組は、それぞれ、「BLOCK1」～「BLOCK6」に示す回路上の位置に配置される。
- [0024] 「BLOCK1」～「BLOCK3」では、当該「BLOCK」に示す回路上の位置に配置される3個の第1双方向スイッチQ1の各々が接続される3本の分岐後電源線において、3個のACコンデンサ部ACがR相、S相、T相と結線されると共に、3個のスナバコンデンサSCがR相、S相、T相と結線される（図2参照）。この際、図2に示すように、「BLOCK1」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM1（後述の図5も参照）としてモジュール化される。また、特に図示はしないが、「BLOCK2」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM2（後述の図5参照）としてモジュール化される。また、特に図示はしないが、「BLOCK3」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM3（後述の図5参照）としてモジュール化される。

[0025] 「BLOCK 4」～「BLOCK 6」では、当該「BLOCK」に示す回路上の位置に配置される3個の第2双方向スイッチQ2の各々が接続される3本の分岐後電源線において、3個のACコンデンサ部ACがR相、S相、T相と結線されると共に、3個のスナバコンデンサSCがR相、S相、T相と結線される（図3参照）。この際、図3に示すように、「BLOCK 4」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM4（後述の図5も参照）としてモジュール化される。また、特に図示はしないが、「BLOCK 5」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM5（後述の図5参照）としてモジュール化される。また、特に図示はしないが、「BLOCK 6」における3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、コンデンサモジュールCM6（後述の図5参照）としてモジュール化される。以下適宜、コンデンサモジュールCM1～CM6を区別なく示す場合には、単に「コンデンサモジュールCM」という。

[0026] ゲートドライブ回路10は、9個の第1双方向スイッチQ1（言い換えれば第1スイッチモジュールQM1a～QM1i）の各々と、9本の第1信号配線W1（図2参照）の各々により接続されると共に、9個の第2双方向スイッチQ2（言い換えれば第2スイッチモジュールQM2a～QM2i）の各々と、9本の第2信号配線W2（図3参照）の各々により接続される。このゲートドライブ回路10は、9個の第1双方向スイッチQ1及び9個の第2双方向スイッチQ2をスイッチング制御することで、これら18個の双方向スイッチQに対しスイッチング動作を実行させる。この際、同一の入力相及び出力相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1、QM2の信号配線W1、W2は、長さが等しく構成される。

[0027] つまり、図2及び図3に示す、R相及びU相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1a、QM2aの信号配線W1、W2は、長さが等しく形成される。S相及びU相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1b、QM2bの信号配線W1、W2は、長さが等しく形

成される。T相及びU相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1c, QM2cの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。また、特に図示はしないが、R相及びV相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1d, QM2dの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。S相及びV相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1e, QM2eの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。T相及びV相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1f, QM2fの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。また、特に図示はしないが、R相及びW相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1g, QM2gの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。また、S相及びW相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1h, QM2hの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。また、T相及びW相に対し電氣的に並列に接続されるスイッチモジュールQM1i, QM2iの信号配線W1, W2は、長さが等しく形成される。

[0028] (スイッチモジュールの配置構成の概要)

次に、図4を参照しつつ、スイッチモジュールQMの配置構成の概要について説明する。

[0029] 図4に示すように、マトリクスコンバータ1においては、第1スイッチモジュールQM1a～QM1iは、1つにまとまって配置される。具体的には、第1スイッチモジュールQM1a～QM1iは、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第1スイッチモジュールQM1同士が近接して配置される。より具体的には、第1スイッチモジュールQM1a～QM1iは、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第1スイッチモジュールQM1同士が近接してマトリクスコンバータ1の筐体110（後述の図5参照）の長さ方向である上下方向に沿って一列に配置される。

[0030] つまり、R相、S相、T相の各々に接続されると共にU相に電氣的に並列

に接続される第1スイッチモジュールQM1 a, QM1 b, QM1 cは、互いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。また、R相、S相、T相の各々に接続されると共にV相に電氣的に並列に接続される第1スイッチモジュールQM1 d, QM1 e, QM1 fは、互いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。また、R相、S相、T相の各々に接続されると共にW相に電氣的に並列に接続される第1スイッチモジュールQM1 g, QM1 h, QM1 iは、互いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。この際、U相に接続される第1スイッチモジュールQM1 a, QM1 b, QM1 cの列と、V相に接続される第1スイッチモジュールQM1 d, QM1 e, QM1 fの列と、W相に接続される第1スイッチモジュールQM1 g, QM1 h, QM1 iの列とは、左右方向に沿って配置される（後述の図6等も参照）。したがって、9個の第1スイッチモジュールQM1 a～QM1 iは、上下方向及び左右方向に沿って3×3のマトリクス状に配置される。

[0031] なお、複数の第1スイッチモジュールQM1の配置は、上記のような配置に限定されるものではなく、他の配置であってもよい。

[0032] また、第2スイッチモジュールQM2 a～QM2 iは、グループごとにまとまって配置される。なお、本実施形態では、第2スイッチモジュールQM2 a～QM2 iは、1グループとして設けられる。したがって、1グループに係る第2スイッチモジュールQM2 a～QM2 iは、1つにまとまって配置される。具体的には、第2スイッチモジュールQM2 a～QM2 iは、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第2スイッチモジュールQM2同士が近接して配置される。より具体的には、第2スイッチモジュールQM2 a～QM2 iは、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第2スイッチモジュールQM2同士が近接して上下方向に沿って一列に配置される。

[0033] つまり、R相、S相、T相の各々に接続されると共にU相に電氣的に並列に接続される第2スイッチモジュールQM2 a, QM2 b, QM2 cは、互

いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。また、R相、S相、T相の各々に接続されると共にV相に電氣的に並列に接続される第2スイッチモジュールQM2d, QM2e, QM2fは、互いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。また、R相、S相、T相の各々に接続されると共にW相に電氣的に並列に接続される第2スイッチモジュールQM2g, QM2h, QM2iは、互いに近接して上下方向に沿って一列に配置される（後述の図6等も参照）。この際、U相に接続される第2スイッチモジュールQM2a, QM2b, QM2cの列と、V相に接続される第2スイッチモジュールQM2d, QM2e, QM2fの列と、W相に接続される第2スイッチモジュールQM2g, QM2h, QM2iの列とは、左右方向に沿って配置される（後述の図6等も参照）。したがって、9個の第2スイッチモジュールQM2a~QM2iは、上下方向及び左右方向に沿って3×3のマトリクス状に配置される。

[0034] なお、複数の第2スイッチモジュールQM2の配置は、上記のような配置に限定されるものではなく、他の配置であってもよい。

[0035] そして、一の出力相に接続される3個の第1スイッチモジュールQM1と3個の第2スイッチモジュールQM2とは、上下方向に沿った一列のスイッチ列として配置される。

[0036] つまり、U相に接続される第1スイッチモジュールQM1a, QM1b, QM1cと第2スイッチモジュールQM2a, QM2b, QM2cとは、上下方向に沿った一列のU相出力スイッチ列として配置される（後述の図6等も参照）。また、V相に接続される第1スイッチモジュールQM1d, QM1e, QM1fと第2スイッチモジュールQM2d, QM2e, QM2fとは、上下方向に沿った一列のV相出力スイッチ列として配置される（後述の図6等も参照）。また、W相に接続される第1スイッチモジュールQM1g, QM1h, QM1iと第2スイッチモジュールQM2g, QM2h, QM2iとは、上下方向に沿った一列のW相出力スイッチ列として配置される（後述の図6等も参照）。

[0037] (マトリクスコンバータの具体的構成)

次に、図5、図6、図7、及び図8を参照しつつ、マトリクスコンバータ1の具体的構成について説明する。なお、図6～図8中では、図示の煩雑化を防止するため、マトリックスコンバータ1の部品同士の接続線を一部省略して図示している。

[0038] 図5～図8に示すように、マトリクスコンバータ1は、筐体110と、風洞部120と、本体部130と、本体部130を収納する本体ケース（図示せず）とを有する。本体部130は、上記ACリアクトルL1～L3と、上記第1スイッチモジュールQM1a～QM1iと、上記第2スイッチモジュールQM2a～QM2iと、上記コンデンサモジュールCM1～CM6と、上記ゲートドライブ回路10を備えた基板（図示せず）とを有する。なお、図5～図8中では、説明の便宜上、マトリクスコンバータ1を、筐体110の長さ方向、当該長さ方向に垂直な幅方向、当該長さ方向及び幅方向に垂直な奥行き方向が、それぞれ、上下方向、左右方向、前後方向となるように、図示している。この場合、上下方向は、第1方向に相当する。

[0039] 筐体110のベース（図示せず）には、3個のヒートシンク190a, 190b, 190cが左右方向に沿って隣接して取り付けられる。なお、筐体110のベースに取り付けられるヒートシンクの個数は、3個に限定されるものではなく、他の個数であってもよい。例えば、もっと幅広のヒートシンクが筐体110のベースに1個又は2個取り付けられたり、もっと幅狭のヒートシンクが筐体110のベースに4個以上取り付けられてもよい。各ヒートシンク190a～190cは、アルミニウムや銅等の熱が伝導しやすい材料で構成される。これら各ヒートシンク190a～190cは、略板状のベース191と、ベース191に立設された複数のフィン192とを備え、フィン192が風洞部120に収納されるように、筐体110のベースに取り付けられる。

[0040] 左側のヒートシンク190aのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールQM1a, QM1b, QM1cが互いに近接して上下方向に沿

って一列に載置されると共に、上記第2スイッチモジュールQM2 a, QM2 b, QM2 cが互いに近接して上下方向に沿って一列に載置される。これにより、左側のヒートシンク190 aのベース191の前面には、上記U相出力スイッチ列が構成される。

[0041] 中央のヒートシンク190 bのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールQM1 d, QM1 e, QM1 fが互いに近接して上下方向に沿って一列に載置されると共に、上記第2スイッチモジュールQM2 d, QM2 e, QM2 fが互いに近接して上下方向に沿って一列に載置される。これにより、中央のヒートシンク190 bのベース191の前面には、上記V相出力スイッチ列が構成される。

[0042] 右側のヒートシンク190 cのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールQM1 g, QM1 h, QM1 iが互いに近接して上下方向に沿って一列に載置されると共に、上記第2スイッチモジュールQM2 g, QM2 h, QM2 iが互いに近接して上下方向に沿って一列に載置される。これにより、右側のヒートシンク190 cのベース191の前面には、上記W相出力スイッチ列が構成される。

[0043] 風洞部120は、筐体110の内部に形成された、冷媒（例えば空気）を流すための空間であり、上記U相出力スイッチ列、V相出力スイッチ列、及びW相出力スイッチ列に沿った方向と平行な向き、つまり上下方向に冷媒を流すように構成される。すなわち、筐体110の下壁部には、（この例では3個の）開口部112が形成され、筐体110の上端部には、（この例では2個の）ファン150が取り付けられる。そして、ファン150が開口部112から吸気して筐体110の上端部で排気することで、風洞部120に、上下方向（具体的には下方から上方）に冷媒が流れる。なお、ファン150が筐体110の上端部から吸気して開口部112で排気することで、風洞部120に、上下方向（具体的には上方から下方）に冷媒が流れてもよい。また、風洞部120での冷媒の流れる向きは、上下方向に限定されるものではなく、他の向き（例えば左右方向）であってもよい。

- [0044] ACリアクトルL1～L3は、風洞部120のヒートシンク190a～190cよりも上側（冷媒の流れる向きの下流側）に左右方向に沿って設置される。これらACリアクトルL1, L2, L3は、それぞれ、バスバー（図示せず）により、交流電源2のR相、S相、T相に接続される。すなわち、各ACリアクトルL1～L3は、風洞部120からその前方（本体ケースに収納される部分）に突出した2つの端子LT1, LT2を備える。ACリアクトルL1, L2, L3の各々の端子LT1には、それぞれ、交流電源2のR相に接続されるバスバーの端子、S相に接続されるバスバーの端子、及びT相に接続されるバスバーの端子が、ねじにより締結されて接続される。なお、各ACリアクトルL1～L3は、ケーブルにより、交流電源2の各出力相に接続されてもよい。
- [0045] 第1スイッチモジュールQM1a～QM1i及び第2スイッチモジュールQM2a～QM2iは、それぞれ、左端部に2つの端子QT11, QT12を備えると共に、右端部に2つの端子QT13, QT14を備える。
- [0046] コンデンサモジュールCM1～CM6は、それぞれ、樹脂製のモジュールカバーMCを備える。なお、モジュールカバーMCは、必ず樹脂製である必要はなく、樹脂以外の材料で構成されたものであってもよい。各コンデンサモジュールCM1～CM6のモジュールカバーMCには、対応する3個のスイッチモジュールQMに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。なお、この例では、3個のスイッチモジュールQMに対応する3個のACコンデンサAC及び3個のスナバコンデンサSCは、モジュールカバーMCにより収容されてコンデンサモジュールCMとしてモジュール化された状態で設置されるが、これに限定されるものではない。例えば、3個のACコンデンサACは、モジュールカバーにより収容されてコンデンサモジュールとしてモジュール化された状態で設置されるが、3個のスナバコンデンサSCは、当該コンデンサモジュールとは別体として設置されてもよい。
- [0047] つまり、コンデンサモジュールCM1のモジュールカバーMCには、第1

スイッチモジュールQM1 a, QM1 b, QM1 cに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。コンデンサモジュールCM2のモジュールカバーMCには、第1スイッチモジュールQM1 d, QM1 e, QM1 fに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。コンデンサモジュールCM3のモジュールカバーMCには、第1スイッチモジュールQM1 g, QM1 h, QM1 iに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。コンデンサモジュールCM4のモジュールカバーMCには、第2スイッチモジュールQM2 a, QM2 b, QM2 cに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。コンデンサモジュールCM5のモジュールカバーMCには、第2スイッチモジュールQM2 d, QM2 e, QM2 fに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。コンデンサモジュールCM6のモジュールカバーMCには、第2スイッチモジュールQM2 g, QM2 h, QM2 iに対応する3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCが収容される。

[0048] 各コンデンサモジュールCM1～CM6のモジュールカバーMCは、対応する3個のスイッチモジュールQMに対応する長さ（当該3個のスイッチモジュールQMの列とほぼ同じ長さ）を有する。なお、各コンデンサモジュールCM1～CM6のモジュールカバーMCは、必ず対応する3個のスイッチモジュールQMに対応する長さを有する必要はなく、当該長さよりも長くてもよいし又は短くてもよい。

[0049] （コンデンサモジュールの構成）

以下、図9A、図9B、図9C、及び図10を参照しつつ、コンデンサモジュールCM1～CM6の構成について説明する。

[0050] 図9A、図9B、図9C、及び図10に示すように、各コンデンサモジュールCM1～CM6のモジュールカバーMCは、3個のACコンデンサ部ACを収容する略直方体状の第1収容部MC1と、3個のスナバコンデンサS

Cを収容する略直方体状の第2収容部MC 2とを有する。なお、3個のACコンデンサ部AC及び3個のスナバコンデンサSCは、共通の収容部により収容されてもよい。

[0051] 第1収容部MC 1は、収容する3個のACコンデンサ部ACの各々の入出力端子T 1, T 2, T 3と、当該3個のACコンデンサ部ACの結線の中性点N (図2及び図3参照)に接続された中性点端子TNとを備える。

[0052] 各入出力端子T 1, T 2, T 3は、モジュールカバーMCの幅方向一方側 (この例では右側)において、第1収容部MC 1の底面bs 1から突出して設けられる。各入出力端子T 1, T 2, T 3は、その先端部の面方向が底面bs 1と平行となるように曲がって形成される。中性点端子TNは、第1収容部MC 1の側面 (この例では左側面ls)に配置され、その先端部の面方向が底面bs 1と平行となるように形成される。

[0053] 第2収容部MC 2は、モジュールカバーMCの幅方向他方側 (この例では左側)で、かつ第1収容部MC 1の後方に配置される。これにより、モジュールカバーMCでは、3個のACコンデンサ部ACよりも第2収容部MC 2の底面bs 2側 (この例では後側)に3個のスナバコンデンサSCが収容される。この第2収容部MC 2は、収容する3個のスナバコンデンサSCの各々の入出力端子を備える。

[0054] つまり、第2収容部MC 2は、モジュールカバーMCの幅方向に垂直な奥行き方向一方側 (この例では上側)のスナバコンデンサSCの入出力端子T 4 a, T 4 b, T 4 c, T 4 dと、モジュールカバーMCの奥行き方向他方側 (この例では下側)のスナバコンデンサSCの入出力端子T 5 a, T 5 b, T 5 c, T 5 dと、中央のスナバコンデンサSCの入出力端子T 6 a, T 6 bとを備える。

[0055] 各入出力端子T 4 a, T 4 b, T 5 a, T 5 b, T 6 a, T 6 bは、モジュールカバーMCの左側において、底面bs 2から突出して設けられる。各入出力端子T 4 c, T 4 dは、モジュールカバーMCの上側において、底面bs 2から突出して設けられる。各入出力端子T 5 c, T 5 dは、モジュール

ルカバーMCの下側において、底面bs2から突出して設けられる。各入出力端子T4a, T4b, T4c, T4d, T5a, T5b, T5c, T5d, T6a, T6bは、その先端部の面方向が底面bs2と平行となるように曲がって形成される。

[0056] この際、各入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bの先端部の、モジュールカバーMCの幅方向及び奥行き方向に垂直な深さ方向（この例では前後方向）位置は、他の各入出力端子T4c, T4d, T5c, T5dの先端部の前後方向位置よりも後側に位置する。そして、入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bの各々の先端部の前後方向位置は、互いに一致する。なお、入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bの各々の先端部の前後方向位置は、必ず互いに一致する必要はない。

[0057] このような構成の各コンデンサモジュールCM1～CM6は、その左右両側に配置された入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bにより、対応する3個のスイッチコンデンサQM上に自立（底面bs1, bs2が接地しないように立つことが可能）可能である（図10参照）。つまり、モジュールカバーMCの左右両側に配置された入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bにより、複数の端子が構成される。

[0058] なお、入出力端子T4c, T4d, T5c, T5dの各々の先端部の前後方向位置を、入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bの各々の先端部の前後方向位置と、互いに一致させてもよい。この場合、各コンデンサモジュールCM1～CM6を、これら入出力端子T1, T2, T3, T4a, T4b, T5a, T5b, T6a, T6bと入出力端子T4c, T4d, T5c, T5dとにより、対応する3個のスイッチコンデンサQM上に自立可能である。このようにする場合、モジュールカバーMCの、左右両側に配置された入出力端子T1, T2, T3, T4

a, T 4 b, T 5 a, T 5 b, T 6 a, T 6 bと、上下両側に配置された入出力端子T 4 c, T 4 d, T 5 c, T 5 dとにより、複数の端子が構成される。また、各コンデンサモジュールCM 1～CM 6は、必ず、モジュールカバーMCの底面から突出した複数の端子により、対応する3個のスイッチコンデンサQM上に自立可能である必要はなく、固定部材（板金等）により支持されることで設置可能であってもよい。

[0059]       （各バスバーの構成）

図5～図8に示すように、ACリアクトルL 1, L 2, L 3と、対応するスイッチモジュールQMとは、ラミネートバスバー1 1と、3個のラミネートバスバー1 2により接続される。なお、ラミネートバスバー1 1及びラミネートバスバー1 2は、第2バスバーに相当する。また、ACリアクトルL 1, L 2, L 3と、対応するスイッチモジュールQMとは、他の構成のバスバーやケーブルにより接続されてもよい。

[0060]       ラミネートバスバー1 1は、その厚み方向一方側（この例では後側）から他方側（この例では前側）に向けて、平板状の第1のバスバー1 1 A、第1の絶縁シート（図示せず）、平板状の第2のバスバー1 1 B、第2の絶縁シート（図示せず）、及び平板状の第3のバスバー1 1 Cをこの順序で積層して構成される。なお、第1のバスバー1 1 A、第2のバスバー1 1 B、及び第3のバスバー1 1 Cは、導体に相当する。上記第1の絶縁シートにより、第1のバスバー1 1 Aと第2のバスバー1 1 Bとの短絡を抑制することが可能であり、上記第2の絶縁シートにより、第2のバスバー1 1 Bと第3のバスバー1 1 Cとの短絡を抑制することが可能である。

[0061]       第1のバスバー1 1 Aは、左右方向に延びる第1平板部の左端部に端子1 1 A 1を備えると共に、当該第1平板部の左端部、中間部、右端部の各々から下方に延びる3個の第2平板部の各々の先端部に3個の端子（図示せず。以下適宜「第1の端子」という。）を備える。第2のバスバー1 1 Bは、左右方向に延びる第1平板部の左端部に端子1 1 B 1を備えると共に、当該第1平板部の左端部、中間部、右端部の各々から下方に延びる3個の第2平板

部の各々の先端部に３個の端子（図示せず。以下適宜「第２の端子」という。）を備える。第３のバスバー１１Ｃは、左右方向に延びる第１平板部の左端部に端子１１Ｃ１を備えると共に、当該第１平板部の左端部、中間部、右端部の各々から下方に延びる３個の第２平板部の各々の先端部に３個の端子（図示せず。以下適宜「第３の端子」という。）を備える。

[0062] 端子１１Ａ１，１１Ｂ１，１１Ｃ１は、ラミネートバスバー１１のほぼ同一の上下方向位置において、左方から右方に向けてこの順序で配置される。バスバー１１Ａ，１１Ｂ，１１Ｃの各々の左端側の第１の端子、第２の端子、第３の端子は、ラミネートバスバー１１のほぼ同一の左右方向位置において、上方から下方に向けてこの順序で配置される。バスバー１１Ａ，１１Ｂ，１１Ｃの各々の中央及び右端側の第１の端子、第２の端子、第３の端子についても同様である。

[0063] 各ラミネートバスバー１２は、その厚み方向一方側（この例では左側）から他方側（この例では右側）に向けて、平板状の第１のバスバー１２Ａ、第１の絶縁シート１２Ｄ、平板状の第２のバスバー１２Ｂ、第２の絶縁シート１２Ｅ、及び平板状の第３のバスバー１２Ｃをこの順序で積層して構成される。なお、第１のバスバー１２Ａ、第２のバスバー１２Ｂ、及び第３のバスバー１２Ｃは、導体に相当する。絶縁シート１２Ｄにより、第１のバスバー１２Ａと第２のバスバー１２Ｂとの短絡を抑制することが可能であり、第２の絶縁シート１２Ｅにより、第２のバスバー１２Ｂと第３のバスバー１２Ｃとの短絡を抑制することが可能である。

[0064] 第１のバスバー１２Ａは、上端側に、前方に突出した端子１２Ａ１と、後方に突出した端子１２Ａ２とを備えると共に、下端側に、後方に突出した端子１２Ａ３を備える。各端子１２Ａ１，１２Ａ２，１２Ａ３は、その先端部の面方向がラミネートバスバー１２の厚み方向と平行となるように曲がって形成される。第２のバスバー１２Ｂは、上端側に、前方に突出した端子１２Ｂ１と、後方に突出した端子１２Ｂ２とを備えると共に、下端側に、後方に突出した端子１２Ｂ３を備える。各端子１２Ｂ１，１２Ｂ２，１２Ｂ３は、

その先端部の面方向がラミネートバスバー 12 の厚み方向と平行となるように曲がって形成される。第 3 のバスバー 12 C は、上端側に、前方に突出した端子 12 C 1 と、後方に突出した端子 12 C 2 とを備えると共に、下端側に、後方に突出した端子 12 C 3 を備える。各端子 12 C 1, 12 C 2, 12 C 3 は、その先端部の面方向がラミネートバスバー 12 の厚み方向と平行となるように曲がって形成される。

[0065] 端子 12 A 1, 12 B 1, 12 C 1 は、ラミネートバスバー 12 のほぼ同一の左右方向位置において、上方から下方に向けてこの順序で配置される。端子 12 A 2, 12 B 2, 12 C 2, 12 A 3, 12 B 3, 12 C 3 は、ラミネートバスバー 12 のほぼ同一の左右方向位置において、上方から下方に向けてこの順序で配置される。

[0066] また、負荷 4 の U 相、V 相、W 相と、対応するスイッチモジュール QM とは、3 個のバスバー 13 と、バスバー 14 とにより接続される。なお、負荷 4 の U 相、V 相、W 相と、対応するスイッチモジュール QM とは、他の構成のバスバーやケーブルにより接続されてもよい。

[0067] 各バスバー 13 は、その長さ方向一端部（この例では上端部）から他端部（この例では下端部）に亘る 6 箇所、後方に突出した端子 13 1, 13 2, 13 3, 13 4, 13 5, 13 6 を備えると共に、下端部に、前方に突出した端子 13 7 を備える。各端子 13 1 ~ 13 7 は、その先端部の面方向がバスバー 13 の厚み方向（この例では左右方向）と平行となるように曲がって形成される。

[0068] （マトリクスコンバータの各構成の接続関係）

スイッチモジュール QM 1 a, QM 1 b, QM 1 c, QM 2 a, QM 2 b, QM 2 c の各々の端子 Q T 1 3 には、それぞれ、ラミネートバスバー 12 の端子 12 A 2, 12 B 2, 12 C 2, 12 A 3, 12 B 3, 12 D 3 が接続される。また、第 1 スwitchモジュール QM 1 a, QM 1 b, QM 1 c の各々の端子 Q T 1 3 には、それぞれ、コンデンサモジュール CM 1 の入出力端子 T 1, T 2, T 3（図 9 B 等参照）も接続され、上記ラミネートバスバ

ー 1 2 の端子 1 2 A 2, 1 2 B 2, 1 2 C 2 と共に、ねじにより締結されて固定される。また、第 2 スイッチモジュール Q M 2 a, Q M 2 b, Q M 2 c の各々の端子 Q T 1 3 には、それぞれ、コンデンサモジュール C M 4 の入出力端子 T 1, T 2, T 3 (図 9 B 等参照) も接続され、上記ラミネートバスバー 1 2 の端子 1 2 A 3, 1 2 B 3, 1 2 D 3 と共に、ねじにより締結されて固定される。また、スイッチモジュール Q M 1 d, Q M 1 e, Q M 1 f, Q M 2 d, Q M 2 e, Q M 2 f の各々の端子 Q T 1 3 についても同様に、ラミネートバスバー 1 2 とコンデンサモジュール C M 2, C M 5 とが接続される。さらに、スイッチモジュール Q M 1 g, Q M 1 h, Q M 1 i, Q M 2 g, Q M 2 h, Q M 2 i の各々の端子 Q T 1 3 についても同様に、ラミネートバスバー 1 2 とコンデンサモジュール C M 3, C M 6 とが接続される。

[0069] そして、スイッチモジュール Q M 1 a, Q M 1 b, Q M 1 c, Q M 2 a, Q M 2 b, Q M 2 c に接続されるラミネートバスバー 1 2 の端子 1 2 A 1, 1 2 B 1, 1 2 C 1 には、それぞれ、ラミネートバスバー 1 1 の左端側の第 1 の端子、第 2 の端子、第 3 の端子が、ねじにより締結されて接続される。スイッチモジュール Q M 1 d, Q M 1 e, Q M 1 f, Q M 2 d, Q M 2 e, Q M 2 f に接続されるラミネートバスバー 1 2 の端子 1 2 A 1, 1 2 B 1, 1 2 C 1 には、それぞれ、ラミネートバスバー 1 1 の中央の第 1 の端子、第 2 の端子、第 3 の端子が、ねじにより締結されて接続される。スイッチモジュール Q M 1 g, Q M 1 h, Q M 1 i, Q M 2 g, Q M 2 h, Q M 2 i に接続されるラミネートバスバー 1 2 の端子 1 2 A 1, 1 2 B 1, 1 2 C 1 には、それぞれ、ラミネートバスバー 1 1 の右端側の第 1 の端子、第 2 の端子、第 3 の端子が、ねじにより締結されて接続される。

[0070] そして、ラミネートバスバー 1 1 の端子 1 1 A 1, 1 1 B 1, 1 1 C 1 には、それぞれ、バスバー 1 7 を介して、A C リアクトル L 1, L 2, L 3 の各々の端子 L T 2 が接続される。

[0071] また、第 1 スイッチモジュール Q M 1 a, Q M 1 b, Q M 1 c の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 には、それぞれ、コンデンサモジュール C M 1 の入出

力端子 4 a, 4 b、入出力端子 6 a, 6 b、入出力端子 5 a, 5 b が、ねじにより締結されて接続される。また、第 1 スイッチモジュール Q M 1 d, Q M 1 e, Q M 1 f の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 についても同様に、コンデンサモジュール C M 2 が接続される。さらに、第 1 スイッチモジュール Q M 1 g, Q M 1 h, Q M 1 i の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 についても同様に、コンデンサモジュール C M 3 が接続される。第 2 スイッチモジュール Q M 2 a, Q M 2 b, Q M 2 c の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 には、それぞれ、コンデンサモジュール C M 4 の入出力端子 4 a, 4 b、入出力端子 6 a, 6 b、入出力端子 5 a, 5 b が、ねじにより締結されて接続される。また、第 2 スイッチモジュール Q M 2 d, Q M 2 e, Q M 2 f の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 についても同様に、コンデンサモジュール C M 5 が接続される。さらに、第 2 スイッチモジュール Q M 2 g, Q M 2 h, Q M 2 i の各々の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 についても同様に、コンデンサモジュール C M 6 が接続される。

[0072] つまり、各コンデンサモジュール C M 1 ~ C M 6 は、入出力端子 T 1 ~ T 3 が 3 個のスイッチモジュール Q M の端子 Q T 1 3 に接続されると共に、入出力端子 4 a, 4 b, 6 a, 6 b, 5 a, 5 b が 3 個のスイッチモジュール Q M の端子 Q T 1 1, Q T 1 2 に接続されることで、当該 3 個のスイッチモジュール Q M 上に自立して設置される。

[0073] また、コンデンサモジュール C M 1 ~ C M 3 の各々の端子 T 5 c, T 5 d と、コンデンサモジュール C M 4 ~ C M 6 の各々の端子 T 4 c, T 4 d (図 9 B 等参照) とが、ねじにより締結されて接続される。この際、コンデンサモジュール C M 1 ~ C M 6 間では、それらの中性点端子 T N がバスバー 1 5 (第 1 バスバーに相当) により接続される。

[0074] バスバー 1 5 は、左右方向に延びる直線部 1 5 A と、直線部 1 5 A の左端部に連結された上下方向に延びる直線部 1 5 B と、直線部 1 5 A の略中央部に連結された上下方向に延びる直線部 1 5 C と、直線部 1 5 A の右端部に連結された上下方向に延びる直線部 1 5 D とを備える。直線部 1 5 B の両端部

には、端子 1 5 B 1, 1 5 B 2 が設けられ、直線部 1 5 C の両端部には、端子 1 5 C 1, 1 5 C 2 が設けられ、直線部 1 5 D の両端部には、端子 1 5 D 1, 1 5 D 2 が設けられる。

[0075] そして、コンデンサモジュール CM 1, CM 2, CM 3, CM 4, CM 5, CM 6 の各々の中性点端子 T N に、それぞれ、バスバー 1 5 の端子 1 5 B 1, 1 5 C 1, 1 5 D 1, 1 5 B 2, 1 5 C 2, 1 5 D 2 が、ねじにより締結されて接続される。

[0076] また、コンデンサモジュール CM 1 ~ CM 3 の各々の端子 T 4 c, T 4 d (図 9 B 等参照) には、放電回路 (図示せず) に接続されるバスバー 1 6 の適宜の位置に設けられた各々の端子 1 6 1, 1 6 2 が、ねじにより締結されて接続される。これにより、各コンデンサモジュール CM 1 ~ CM 6 のスナバコンデンサ S C と放電回路とが接続される。

[0077] また、スイッチモジュール QM 1 a, QM 1 b, QM 1 c, QM 2 a, QM 2 b, QM 2 c の各々の端子 Q T 1 4 には、それぞれ、バスバー 1 3 の端子 1 3 1, 1 3 2, 1 3 3, 1 3 4, 1 3 5, 1 3 6 が、ねじにより締結されて接続される。また、スイッチモジュール QM 1 d, QM 1 e, QM 1 f, QM 2 d, QM 2 e, QM 2 f の各々の端子 Q T 1 4 についても同様に、バスバー 1 3 が接続される。さらに、スイッチモジュール QM 1 g, QM 1 h, QM 1 i, QM 2 g, QM 2 h, QM 2 i の各々の端子 Q T 1 3 についても同様に、バスバー 1 3 が接続される。

[0078] そして、スイッチモジュール QM 1 a, QM 1 b, QM 1 c, QM 2 a, QM 2 b, QM 2 c に接続されるバスバー 1 3 の端子 1 3 7 には、バスバー 1 4 の端子 1 4 1 が、ねじにより締結されて接続される。スイッチモジュール QM 1 d, QM 1 e, QM 1 f, QM 2 d, QM 2 e, QM 2 f に接続されるバスバー 1 3 の端子 1 3 7 には、バスバー 1 4 の端子 1 4 2 が、ねじにより締結されて接続される。スイッチモジュール QM 1 g, QM 1 h, QM 1 i, QM 2 g, QM 2 h, QM 2 i に接続されるバスバー 1 3 の端子 1 4 3 には、バスバー 1 4 の端子 1 4 2 が、ねじにより締結されて接続される。

[0079] そして、バスバー 14 の端子 144, 145, 146 には、それぞれ、適宜の接続部材（バスバーやケーブル等）を介して、負荷 4 の U 相、V 相、W 相が接続される。

[0080] （本実施形態による効果）

以上説明したように、本実施形態のマトリクスコンバータ 1 は、交流電源 2 の各入力相及び負荷 4 の各出力相と各々接続される複数の第 1 双方向スイッチ Q1 と、第 1 双方向スイッチ Q1 が接続される入力相及び出力相と同一の入力相及び出力相に当該第 1 双方向スイッチ Q1 と電氣的に並列に接続される複数の第 2 双方向スイッチ Q2 とを有する。このマトリクスコンバータ 1 は、第 1 双方向スイッチ Q1 及び第 2 双方向スイッチ Q2 をスイッチングすることにより、交流電源 2 の交流電力を任意の電圧・周波数の交流電力に変換し、負荷 4 に出力する。

[0081] ここで、個々の双方向スイッチ Q には、対応可能な定格電流が定められている。双方向スイッチ Q の定格電流を超えてマトリクスコンバータ 1 の定格電流を増大することはできないので、マトリクスコンバータ 1 の大容量化が制限されることになる。

[0082] 本実施形態では、交流電源 2 の各入力相及び負荷 4 の各出力相に対し、複数の双方向スイッチ Q が並列に接続される。これにより、個々の双方向スイッチ Q に流れる電流を減少させることができる（例えば 2 個並列の場合、片方の双方向スイッチ Q に流れる電流を半減できる）ので、双方向スイッチ Q の電流を定格電流内に抑えつつ、マトリクスコンバータ 1 の定格電流を大幅に増大することができる。したがって、大容量のマトリクスコンバータ 1 を実現することができる。

[0083] また、本実施形態では特に、第 2 双方向スイッチ Q2 は、第 1 双方向スイッチ Q1 と同数のグループを 1 以上（本実施形態では 1 つ）有する。これにより、第 2 双方向スイッチ Q2 のグループを増やすことにより、マトリクスコンバータ 1 の容量を増やすことができるので、大容量化が容易となる。

[0084] また、本実施形態では特に、複数の第 1 双方向スイッチ Q1 は、一つにま

とまって配置され、複数の第2双方向スイッチQ2は、グループごとにまとめて配置される。これにより、マトリクスコンバータ1の容量を増やす際には、第2双方向スイッチQ2のグループを増やしていけばよいこととなり、既設のスイッチの配置構成を変更する必要がない。したがって、大容量化が容易となる。

[0085] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわち、マトリクスコンバータ1においては、各入力相に接続された双方向スイッチQ間でACコンデンサを介して電流が流れる。つまり、本実施形態のように、交流電源2の入力相が3相（R相、S相、T相）である場合、R相とS相、S相とT相、R相とT相の双方向スイッチQ間で電流が流れる。このとき、各双方向スイッチQ間の配線インダクタンスが大きいとサージ電圧も増大するので、大容量化が難しくなる。本実施形態では、各入力相に接続された双方向スイッチQ同士が近接して配置されるので、各双方向スイッチQ間の配線インダクタンスを低減できる。これにより、サージ電圧の増大を抑制しつつ電流を増大できるので、マトリクスコンバータ1の大容量化が容易となる。

[0086] また、本実施形態では特に、一の出力相に接続される複数の第1双方向スイッチQ1と複数の第2双方向スイッチQ2とが、上下方向に沿った一列のスイッチ列として配置される。これにより、マトリクスコンバータ1の幅方向の寸法を低減することが可能となる。

[0087] また、本実施形態では特に、風胴部120が、上下方向に冷媒を流すように構成される。これにより、風胴部120では、一の入力相（R相又はS相又はT相）に接続される複数の第1双方向スイッチQ1及び複数の第2双方向スイッチQ2が並ぶ方向である左右方向に対しては、垂直な方向に冷媒が流れることになる。その結果、各双方向スイッチQの熱が冷媒の流れる向きに対してヒートシンク190a～190cにより均一に伝わるので、冷却効率を向上することができる。

[0088] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわ

ち、上述のように、マトリクスコンバータ 1 においては、各入力相に接続された双方向スイッチ Q 間で AC コンデンサを介して電流が流れる。このとき、各 AC コンデンサ間の配線インダクタンスが大きいとサージ電圧も増大するので、大容量化が難しくなる。本実施形態では、各入力相に接続された双方向スイッチ Q に対応する複数の AC コンデンサを単一のモジュールカバー MC に收容するので、それらの AC コンデンサ同士を近接して配置できる。これにより、各 AC コンデンサ間の配線インダクタンスを低減できるので、サージ電圧の増大を抑制しつつ電流を増大できるので、マトリクスコンバータ 1 の大容量化が容易となる。また、1 組の入力相（R 相、S 相、T 相）単位で AC コンデンサをモジュール化することにより、マトリクスコンバータ 1 の容量を増やす際には、増加した第 2 双方向スイッチ Q 2 のグループに対し各出力相（U 相、V 相、W 相）ごとにコンデンサモジュール CM を追加すればよい。したがって、大容量化がより一層容易となる。

[0089] また、本実施形態では特に、コンデンサモジュール CM が、近接して配置された複数の双方向スイッチ Q 上に、モジュールカバー MC の底面  $b s 1$  ,  $b s 2$  から突出した端子 T 1 , T 2 , T 3 , T 4 a , T 4 b , T 5 a , T 5 b , T 6 a , T 6 b により自立して設置される。これにより、双方向スイッチ Q と AC コンデンサとを近接して配置できるので、この間の配線インダクタンスを低減できる。これにより、サージ電圧の増大を抑制しつつ電流を増大できるので、マトリクスコンバータ 1 の大容量化が容易となる。また、コンデンサモジュール CM を固定するための固定部材が不要となるので、部品点数やコストの低減が可能となる。また、固定部材と各部品との絶縁距離を確保する必要もなくなるので、小型化も可能となる。

[0090] また、本実施形態では特に、モジュールカバー MC は、複数の AC コンデンサよりも後側に、近接して配置された複数の双方向スイッチ Q に対応する複数のスナバコンデンサ SC を收容する。これにより、マトリクスコンバータ 1 の容量を増やす際には、増加した第 2 双方向スイッチ Q 2 のグループに対し各出力相（U 相、V 相、W 相）ごとにコンデンサモジュール CM を追加

することで、ACコンデンサ及びスナバコンデンサSCを容易に追加することができる。したがって、大容量化がより一層容易となる。また、スナバコンデンサSCをACコンデンサよりも双方向スイッチQにより近接して配置することができるので、サージ電圧の抑制効果を高めることができる。

[0091] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわち、バスバー等の配線構成の相違等により、同じ出力相における各コンデンサモジュールCM間に電位差が生じる場合がある。本実施形態では、コンデンサモジュールCM1～CM6間で中性点端子TNを接続したバスバー15に電流が流れることにより上記電位差を低減できるので、マトリクスコンバータ1の動作の安定性、信頼性を向上できる。

[0092] また、本実施形態では特に、モジュールカバーMCが樹脂製である。これにより、コンデンサモジュールCMと他の部品との絶縁距離を短縮できる。その結果、コンデンサモジュールCMの近傍にバスバーを配置することが可能となる等、部品の配置の自由度を高めることができる。

[0093] また、本実施形態では特に、次のような効果を得ることができる。すなわち、前述のように、マトリクスコンバータ1においては、R相とS相、S相とT相、R相とT相の双方向スイッチQ間で電流が流れる。本実施形態では、上記電流の経路に含まれるラミネートバスバー11, 12を、入力相の各々に接続された板状のバスバー12A, 12B, 12Cを積層した構成とする。これにより、上記電流が流れた際に積層された2つのバスバーで生じる磁界の向きが互いに反対となり打ち消しあうので、配線インダクタンスの低減効果を高めることができる。したがって、マトリクスコンバータ1の大容量化をより一層容易とすることができる。

[0094] また、本実施形態では特に、同一の入力相及び出力相に対し電氣的に並列に接続される、第1双方向スイッチQ1の第1信号配線W1の長さ、第2双方向スイッチQ2の第2信号配線W2の長さとが、等しい。これにより、同一の入力相及び出力相に対し電氣的に並列に接続される第1双方向スイッチQ1と第2双方向スイッチQ2とを高精度に同期してスイッチング動作さ

せることができるので、マトリクスコンバータ 1 の動作の安定性、信頼性を向上できる。

[0095] また、本実施形態では特に、複数の端子 T 1, T 2, T 3, T 4 a, T 4 b, T 5 a, T 5 b, T 6 a, T 6 b が、モジュールカバー MC を左右両側で支持するので、コンデンサモジュール CM を安定して自立させ、設置強度を高めることができる。

[0096] また、本実施形態では特に、コンデンサモジュール CM が、モジュールカバー MC の右側に配置された AC コンデンサ部 AC の入出力端子 T 1, T 2, T 3 と、モジュールカバー MC の左側に配置されたスナバコンデンサ SC の入出力端子 T 4 a, T 4 b, T 5 a, T 5 b, T 6 a, T 6 b とを有する。これにより、右側に AC コンデンサの入出力端子である端子 Q T 1 3, Q T 1 4 を、左側にスナバコンデンサ SC の入出力端子である端子 Q T 1 1, Q T 1 2 を備えた双方向スイッチ Q 上に、複数の端子 T 1, T 2, T 3, T 4 a, T 4 b, T 5 a, T 5 b, T 6 a, T 6 b を支持部材としつつコンデンサモジュール CM を自立して設置することができる。

[0097] また、本実施形態では特に、コンデンサモジュール CM が、モジュールカバー CM の上下両側に配置されたスナバコンデンサ SC の入出力端子 T 4 c, T 4 d, T 5 c, T 5 d を有する。これにより、これら入出力端子 T 4 c, T 4 d, T 5 c, T 5 d を、各コンデンサモジュール CM 間でスナバコンデンサ SC 同士を接続する端子や、スナバコンデンサ SC と放電回路とを接続する端子として使用することができる。また、モジュールカバー MC の四方に端子が配置されるので、本実施形態において、入出力端子 T 4 c, T 4 d, T 5 c, T 5 d をコンデンサモジュール CM の自立用に使用可能に構成した場合には、コンデンサモジュール CM の自立安定性及び設置強度をさらに高めることができる。

[0098] また、本実施形態では特に、モジュールカバー MC が、一列に配置された複数の双方向スイッチ Q に対応する長さを有する。これにより、AC コンデンサやスナバコンデンサ SC を対応する双方向スイッチ Q の直上に設置する

ことが可能となるので、双方向スイッチQとACコンデンサ又はスナバコンデンサSC間の配線インダクタンスをより一層低減できる。また、コンデンサモジュールCMと双方向スイッチQとの対応関係が視認し易くなる。

[0099] <変形例等>

なお、第1実施形態は、上記内容に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。上記実施形態では、第2スイッチモジュールQM2（第2双方向スイッチQ2）が、第1スイッチモジュールQM1（第1双方向スイッチQ1）と同数である9個を1グループとして、1グループ設けられていた。しかし、第2スイッチモジュールQ2のグループ数は、1に限定されるものではなく、2以上であってもよい。

[0100] 例えば、図11に示す例では、第2スイッチモジュールQM2が、9個を1グループとして、3グループ設けられる。すなわち、本変形例は、第2スイッチモジュールQM2のグループを上記実施形態から2グループ増やしたものに对应する。つまり、本変形例では、第2スイッチモジュールQM2a～QM2iのグループと、第2スイッチモジュールQM2a'～QM2i'のグループと、第2スイッチモジュールQM2a''～QM2i''のグループとが設けられる。

[0101] この際、第2スイッチモジュールQM2a～QM2i、QM2a'～QM2i'、QM2a''～QM2i''は、グループごとにまとまって配置される。具体的には、第2スイッチモジュールQM2a～QM2i、QM2a'～QM2i'、QM2a''～QM2i''は、各グループにおいて、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第2スイッチモジュールQM2同士が近接して配置される。より具体的には、第2スイッチモジュールQM2a～QM2i、QM2a'～QM2i'、QM2a''～QM2i''は、各グループにおいて、U相、V相、W相ごとに、R相、S相、T相の各々に接続される3個の第2スイッチモジュールQM2同士が近接して上下方向に沿って一列に配置される。

[0102] そして、一の出力相に接続される、3個の第1スイッチモジュールQM1と、各グループにおける3個の第2スイッチモジュールQM2とは、上下方向に沿った一列のスイッチ列として配置される。つまり、U相に接続される、第1スイッチモジュールQM1a, QM1b, QM1cと、1グループにおける第2スイッチモジュールQM2a, QM2b, QM2cと、別の1グループにおける第2スイッチモジュールQM2a', QM2b', QM2c'と、さらに別の1グループにおける第2スイッチモジュールQM2a'', QM2b'', QM2c''とは、上下方向に沿った一列のU相出力スイッチ列として配置される。また、V相に接続される、第1スイッチモジュールQM1d, QM1e, QM1fと、1グループにおける第2スイッチモジュールQM2d, QM2e, QM2fと、別の1グループにおける第2スイッチモジュールQM2d', QM2e', QM2f'と、さらに別のグループにおける第2スイッチモジュールQM2d'', QM2e'', QM2f''とは、上下方向に沿った一列のV相出力スイッチ列として配置される。また、W相に接続される、第1スイッチモジュールQM1g, QM1h, QM1iと、1グループにおける第2スイッチモジュールQM2g, QM2h, QM2iと、別の1グループにおける第2スイッチモジュールQM2g', QM2h', QM2i'と、さらに別のグループにおける第2スイッチモジュールQM2g'', QM2h'', QM2i''とは、上下方向に沿った一列のW相出力スイッチ列として配置される。

[0103] 本変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0104] <第2実施形態>

次に、第2実施形態について説明する。なお、以下で説明する第2実施形態において、上記第1実施形態と同等の部分には同一の符号を付し、その説明を適宜省略又は簡素化する。

[0105] (マトリクスコンバータの回路構成)

まず、図12を参照しつつ、本実施形態のマトリクスコンバータの回路構成について説明する。

- [0106] 図1に示すように、マトリクスコンバータ1'は、フィルタ回路Fと、9個の第1双方向スイッチq1と、9個の第2双方向スイッチq2とを有する。以下適宜、第1双方向スイッチq1及び第2双方向スイッチq2を区別なく示す場合には、単に「双方向スイッチq」という。
- [0107] フィルタ回路Fは、前述の交流電源2と双方向スイッチqとの間に設けられている。フィルタ回路Fは、前述の3個のACリアクトルL1, L2, L3と、3個のコンデンサ部20a, 20b, 20cとによる、いわゆるLCフィルタ（「LC回路」ともいう。）として、実装されている。以下適宜、コンデンサ部20a, 20b, 20cを区別なく示す場合には、単に「コンデンサ部20」という。
- [0108] コンデンサ部20a, 20b, 20cは、それぞれ、電氣的に並列に接続される5個のコンデンサ21（後述の図14参照）を備える。なお、コンデンサ部20が備えるコンデンサ21の個数は、5個に限定されるものではなく、他の個数であってもよい。これらコンデンサ部20a, 20b, 20cは、ACリアクトルL1, L2, L3の出力側において、R相、S相、T相と結線（例えばスター結線）される。
- [0109] なお、フィルタ回路Fの構成は、上記構成に限定されるものではなく、他の構成であってもよい。
- [0110] 9個の第1双方向スイッチq1は、それぞれ、上記第1実施形態の第1双方向スイッチQ1と同様に構成される。これら9個の第1双方向スイッチq1は、それぞれ、フィルタ回路Fの出力側においてR相、S相、T相のいずれかに接続されると共に、前述の負荷4のU相、V相、W相のいずれかと接続される。
- [0111] つまり、第1スイッチモジュールqm1aとしてモジュール化された第1双方向スイッチq1が、R相及びU相と接続される。また、第1スイッチモジュールqm1bとしてモジュール化された第1双方向スイッチq1が、S相及びU相と接続される。また、第1スイッチモジュールqm1cとしてモジュール化された第1双方向スイッチq1が、T相及びU相と接続される。

そして、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ d$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、R相及びV相と接続される。また、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ e$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、S相及びV相と接続される。また、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ f$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、T相及びV相と接続される。そして、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ g$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、R相及びW相と接続される。また、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ h$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、S相及びW相と接続される。また、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ i$ としてモジュール化された第1双方向スイッチ $q\ 1$ が、T相及びW相と接続される。以下適宜、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ a\sim q\ m\ 1\ i$ を区別なく示す場合には、単に「第1スイッチモジュール $q\ m\ 1$ 」という。

[0112] 9個の第2双方向スイッチ $q\ 2$ は、それぞれ、上記第1実施形態の第1双方向スイッチ $Q\ 1$ と同様に構成される。これら9個の第2双方向スイッチ $q\ 2$ は、それぞれ、フィルタ回路Fの出力側においてR相、S相、T相のいずれかに接続されると共に、負荷4のU相、V相、W相のいずれかと接続される。この際、9個の第2双方向スイッチ $q\ 2$ は、それぞれ、第1双方向スイッチ $q\ 1$ が接続される入力相と同一の入力相に対し、当該第1双方向スイッチ $q\ 1$ と電氣的に並列に接続されると共に、第1双方向スイッチ $q\ 1$ が接続される出力相と同一の出力相に対し、当該第1双方向スイッチ $q\ 1$ と電氣的に並列に接続される。

[0113] つまり、第2スイッチモジュール $q\ m\ 2\ a$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q\ 2$ が、R相及びU相に対し、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ a$ に係る第1双方向スイッチ $q\ 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q\ m\ 2\ b$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q\ 2$ が、S相及びU相に対し、第1スイッチモジュール $q\ m\ 1\ b$ に係る第1双方向スイッチ $q\ 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q\ m\ 2\ c$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q\ 2$ が、T

相及びU相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 c$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。そして、第2スイッチモジュール $q m 2 d$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、R相及びV相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 d$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q m 2 e$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、S相及びV相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 e$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q m 2 f$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、T相及びV相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 f$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。そして、第2スイッチモジュール $q m 2 g$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、R相及びW相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 g$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q m 2 h$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、S相及びW相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 h$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。また、第2スイッチモジュール $q m 2 i$ としてモジュール化された第2双方向スイッチ $q 2$ が、T相及びW相に対し、第1スイッチモジュール $q m 1 i$ に係る第1双方向スイッチ $q 1$ と電氣的に並列に接続される。以下適宜、第2スイッチモジュール $q m 2 a \sim q m 2 i$ を区別なく示す場合には、単に「第2スイッチモジュール $q m 2$ 」という。また、以下適宜、第1スイッチモジュール $q m 1$ 及び第2スイッチモジュール $q m 2$ を区別なく示す場合には、単に「スイッチモジュール $q m$ 」という。

[0114] このようなマトリクスコンバータ $1'$ では、ゲートドライブ回路（図示せず）が、9個の第1双方向スイッチ $q 1$ 及び9個の第2双方向スイッチ $q 2$ をスイッチング制御することで、これら18個の双方向スイッチ $q$ に対しスイッチング動作を実行させる。

[0115] （スイッチモジュールの配置構成の概要）

次に、図 1 3 を参照しつつ、スイッチモジュール q m の配置構成の概要について説明する。

[0116] 図 1 3 に示すように、マトリクスコンバータ 1' においては、同一の入力相及び出力相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 と第 2 スイッチモジュール q m 2 とは、近接して配置される。この例では、同一の入力相及び出力相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 と第 2 スイッチモジュール q m 2 とは、マトリクスコンバータ 1' の筐体 1 1 0（後述の図 1 4 参照）の長さ方向である上下方向に隣接して配置される。

[0117] つまり、R 相及び U 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 a と第 2 スイッチモジュール q m 2 a とは、上下方向に隣接して配置される。また、S 相及び U 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 b と第 2 スイッチモジュール q m 2 b とは、上下方向に隣接して配置される。また、T 相及び U 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 c と第 2 スイッチモジュール q m 2 c とは、上下方向に隣接して配置される。そして、R 相及び V 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 d と第 2 スイッチモジュール q m 2 d とは、上下方向に隣接して配置される。また、S 相及び V 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 e と第 2 スイッチモジュール q m 2 e とは、上下方向に隣接して配置される。また、T 相及び V 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 f と第 2 スイッチモジュール q m 2 f とは、上下方向に隣接して配置される。そして、R 相及び W 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 g と第 2 スイッチモジュール q m 2 g とは、上下方向に隣接して配置される。また、S 相及び W 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 h と第 2 スイッチモジュール q m 2 h とは、上下方向に隣接して配置される。また、T 相及び W 相に接続される第 1 スイッチモジュール q m 1 i と第 2 スイッチモジュール q m 2 i とは、上下方向に隣接して配置される。

[0118] そして、一の出力相に接続される 3 個の第 1 スイッチモジュール q m 1 と 3 個の第 2 スイッチモジュール q m 2 とは、上下方向に沿った一列のスイッ

チ列として配置される。この例では、同一の入力相及び出力相に接続される第1スイッチモジュールq m 1と第2スイッチモジュールq m 2との3ペアが、上下方向に沿って配置される。これにより、これら3ペアに係る、一の出力相に接続される3個の第1スイッチモジュールq m 1と3個の第2スイッチモジュールq m 2とが、上下方向に沿った一列のスイッチ列として配置される。

[0119] つまり、R相及びU相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 aと第2スイッチモジュールq m 2 aとのペアと、S相及びU相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 bと第2スイッチモジュールq m 2 bとのペアと、T相及びU相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 cと第2スイッチモジュールq m 2 cとのペアとが、上下方向に沿って配置される。これにより、U相に接続される、第1スイッチモジュールq m 1 a、第2スイッチモジュールq m 2 a、第1スイッチモジュールq m 1 b、第2スイッチモジュールq m 2 b、第1スイッチモジュールq m 1 c、及び第2スイッチモジュールq m 2 cが、上下方向に沿った一列のU相出力スイッチ列として配置される（後述の図15等も参照）。また、R相及びV相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 dと第2スイッチモジュールq m 2 dとのペアと、S相及びV相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 eと第2スイッチモジュールq m 2 eとのペアと、T相及びV相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 fと第2スイッチモジュールq m 2 fとのペアとが、上下方向に沿って配置される。これにより、V相に接続される、第1スイッチモジュールq m 1 d、第2スイッチモジュールq m 2 d、第1スイッチモジュールq m 1 e、第2スイッチモジュールq m 2 e、第1スイッチモジュールq m 1 f、及び第2スイッチモジュールq m 2 fが、上下方向に沿った一列のV相出力スイッチ列として配置される（後述の図15等も参照）。また、R相及びW相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 gと第2スイッチモジュールq m 2 gとのペアと、S相及びW相に接続される第1スイッチモジュールq m 1 hと第2スイッチモジュールq m 2 hとのペアと、T相及びW

相に接続される第1スイッチモジュール $q m 1 i$ と第2スイッチモジュール $q m 2 i$ のペアとが、上下方向に沿って配置される。これにより、W相に接続される、第1スイッチモジュール $q m 1 g$ 、第2スイッチモジュール $q m 2 g$ 、第1スイッチモジュール $q m 1 h$ 、第2スイッチモジュール $q m 2 h$ 、第1スイッチモジュール $q m 1 i$ 、及び第2スイッチモジュール $q m 2 i$ が、上下方向に沿った一列のW相出力スイッチ列として配置される（後述の図15等も参照）。

[0120]       （マトリクスコンバータの具体的構成）

次に、図14、図15、及び図16を参照しつつ、マトリクスコンバータ1'の具体的構成について説明する。なお、図14～図16中では、図示の煩雑化を防止するため、マトリクスコンバータ1'の部品同士の接続線を一部省略して図示している。

[0121]   図14～図16に示すように、マトリクスコンバータ1'は、前述の筐体110と、前述の風洞部120と、本体部130'と、前述の本体ケースとを有する。本体部130'は、上記ACリアクトル $L 1 \sim L 3$ と、上記コンデンサ部 $20 a \sim 20 c$ と、上記第1スイッチモジュール $q m 1 a \sim q m 1 i$ と、上記第2スイッチモジュール $q m 2 a \sim q m 2 i$ と、18個のスナバモジュール $s m$ とを有する。なお、図14～図16中では、説明の便宜上、マトリクスコンバータ1'を、筐体110の長さ方向、当該長さ方向に垂直な幅方向、当該長さ方向及び幅方向に垂直な奥行き方向が、それぞれ、上下方向、左右方向、前後方向となるように、図示している。この場合、上下方向は、第1方向に相当し、左右方向は、第2方向に相当し、前後方向は、第3方向に相当する。

[0122]   筐体110のベースには、ベース191及び複数のフィン192を備えた前述の3個のヒートシンク $190 a, 190 b, 190 c$ が、フィン192が風洞部120に収納されるように、左右方向に沿って隣接して取り付けられる。なお、筐体110のベースに取り付けられるヒートシンクの個数は、3個に限定されるものではなく、他の個数であってもよい。

- [0123] 左側のヒートシンク190aのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールqm1aと第2スイッチモジュールqm2aとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1bと第2スイッチモジュールqm2bとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1cと第2スイッチモジュールqm2cとのペアとが、上下方向に沿って載置される。これにより、左側のヒートシンク190aのベース191の前面には、上記U相出力スイッチ列が構成される。
- [0124] 中央のヒートシンク190bのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールqm1dと第2スイッチモジュールqm2dとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1eと第2スイッチモジュールqm2eとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1fと第2スイッチモジュールqm2fとのペアとが、上下方向に沿って載置される。これにより、中央のヒートシンク190bのベース191の前面には、上記V相出力スイッチ列が構成される。
- [0125] 右側のヒートシンク190cのベース191の前面には、上記第1スイッチモジュールqm1gと第2スイッチモジュールqm2gとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1hと第2スイッチモジュールqm2hとのペアと、上記第1スイッチモジュールqm1iと第2スイッチモジュールqm2iのペアとが、上下方向に沿って載置される。これにより、右側のヒートシンク190cのベース191の前面には、上記W相出力スイッチ列が構成される。
- [0126] 風洞部120は、上下方向に冷媒を流すように構成される。すなわち、前述のファン150が前述の開口部112から吸気して筐体110の上端部で排気することで、風洞部120に、上下方向（具体的には下方から上方）に冷媒が流れる。なお、ファン150が筐体110の上端部から吸気して開口部112で排気することで、風洞部120に、上下方向（具体的には上方から下方）に冷媒が流れてもよい。また、風洞部120での冷媒の流れる向きは、上下方向に限定されるものではなく、他の向き（例えば左右方向）であ

ってもよい。

[0127] ACリアクトルL1～L3は、上記実施形態と同様、風洞部120のヒートシンク190a～190cよりも上側に左右方向に沿って設置され、それぞれ、バスバー（図示せず）により、交流電源2のR相、S相、T相に接続される。すなわち、各ACリアクトルL1～L3は、前述の2つの端子LT1，LT2を備える。ACリアクトルL1，L2，L3の各々の端子LT1には、それぞれ、交流電源2のR相に接続されるバスバーの端子、S相に接続されるバスバーの端子、及びT相に接続されるバスバーの端子が、ねじにより締結されて接続される。なお、ACリアクトルL1～L3は、ケーブルにより、交流電源2の各出力相に接続されてもよい。また、ACリアクトルL1，L2，L3の各々の端子LT2には、それぞれ、後述の3個のバスバー34の各々の端子340Aに接続されるケーブル50a，50b，50cの一端が接続される。なお、ACリアクトルL1～L3は、バスバーにより、上記3個のバスバー34の各々の端子340Aに接続されてもよい。

[0128] コンデンサ部20a～20cは、それぞれ、前述したように電氣的に並列に接続された5個のコンデンサ21を備える。コンデンサ部20a～20cの各々の5個のコンデンサ21は、左右方向に延びるコンデンサケース22に収容されて支持される。各コンデンサ21は、この例では円筒状であり、その円筒軸方向一方側（この例では下側）に、入出力端子t1と、コンデンサ部20a～20bの結線の中性点N（図12参照）に接続された中性点端子tnとを備える。そして、コンデンサ部20a～20cの各々の5個のコンデンサ21は、それらの端子t1がバスバー31に対しねじにより締結されて接続されることで、電氣的に並列に接続される。また、各コンデンサ21の中性点端子tnは、バスバー30に対しねじにより締結されて接続される。

[0129] 第1スイッチモジュールqm1a～am1i及び第2スイッチモジュールqm2a～qm2iは、それぞれ、左端部に2つの端子qt11，qt12を備えると共に、右端部に2つの端子qt13，qt14を備える。

[0130] 18個のスナバモジュール $s_m$ は、それぞれ、側面（この例では左面）から突出した2つの入出力端子 $t_{3a}$ 、 $t_{3b}$ を備え、第1スイッチモジュール $q_{m1a} \sim a_{m1i}$ 及び第2スイッチモジュール $q_{m2a} \sim q_{m2i}$ の各々の上に載置される。そして、これら18個のスナバモジュール $s_m$ の各々の入出力端子 $t_{3a}$ 、 $t_{3b}$ は、それぞれ、第1スイッチモジュール $q_{m1a} \sim a_{m1i}$ 及び第2スイッチモジュール $q_{m2a} \sim q_{m2i}$ の各々の端子 $q_{t11}$ 、 $q_{t12}$ に対し接続される。また、第1スイッチモジュール $q_{m1a} \sim a_{m1i}$ 及び第2スイッチモジュール $q_{m2a} \sim q_{m2i}$ の各々の端子 $q_{t11}$ 、 $q_{t12}$ には、それぞれ、放電回路（図示せず）に接続されるバスバー32の適宜の位置に設けられた各々の端子も接続され、上記18個のスナバモジュール $s_m$ の各々の入出力端子 $t_{3a}$ 、 $t_{3b}$ と共に、ねじにより締結されて固定される。これにより、各スイッチモジュール $q_m$ と各スナバモジュール $s_m$ が接続されると共に、各スナバモジュール $s_m$ と放電回路とが接続される。

[0131] （各バスバーの構成）

本実施形態では、第1スイッチモジュール $q_{m1}$ と第2スイッチモジュール $q_{m2}$ とは、3個のバスバー33（第3バスバーに相当）と、3個のバスバー34（第4バスバーに相当）とにより接続される。なお、第1スイッチモジュール $q_{m1}$ と第2スイッチモジュール $q_{m2}$ とは、他の構成のバスバーやケーブルにより接続されてもよい。

[0132] 各バスバー33は、上下方向に沿って配置され、一の出力相に接続される3個の第1スイッチモジュール $q_{m1}$ と3個の第2スイッチモジュール $q_{m2}$ とを接続するために使用される。これら各バスバー33は、上下方向に延びる直線部330と、直線部330の上端側、略中央部、下端側に連結された分岐部331、332、333とを備える。

[0133] 直線部330の一端部（この例では下端部）には、端子330Aが設けられる。

[0134] 分岐部331は、第1スイッチモジュール $q_{m1}$ と第2スイッチモジュール

ル q m 2 とが並ぶ方向、つまり上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子 3 3 1 a を備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子 3 3 1 b を備える。そして、分岐部 3 3 1 は、これら端子 3 3 1 a, 3 3 1 b により、第 1 スイッチモジュール q m 1 と第 2 スイッチモジュール q m 2 とに分岐して接続される。

[0135] 分岐部 3 3 2 は、上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子 3 3 2 a を備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子 3 3 2 b を備える。そして、分岐部 3 3 2 は、これら端子 3 3 2 a, 3 3 2 b により、第 1 スイッチモジュール q m 1 と第 2 スイッチモジュール q m 2 とに分岐して接続される。

[0136] 分岐部 3 3 3 は、上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子 3 3 3 a を備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子 3 3 3 b を備える。そして、分岐部 3 3 3 は、これら端子 3 3 3 a, 3 3 3 b により、第 1 スイッチモジュール q m 1 と第 2 スイッチモジュール q m 2 とに分岐して接続される。

[0137] 本実施形態では、分岐部 3 3 1, 3 3 2, 3 3 3 は、直線部 3 3 0 と一体として構成される。なお、分岐部 3 3 1, 3 3 2, 3 3 3 を、直線部 3 3 0 と別体して、直線部 3 3 0 に着脱不能に固定してもよい。また、分岐部 3 3 1, 3 3 2, 3 3 3 は、上下方向に対称な形状を備える。なお、分岐部 3 3 1, 3 3 2, 3 3 3 は、上下方向に非対称な形状であってもよい。

[0138] 各バスバー 3 4 は、左右方向に沿って配置され、一の入力相に接続される 3 個の第 1 スイッチモジュール q m 1 と 3 個の第 2 スイッチモジュール q m 2 とを接続するために使用される。これら各バスバー 3 4 は、左右方向に延びる直線部 3 4 0 と、直線部 3 4 0 の左端側、略中央部、右端側に連結された分岐部 3 4 1, 3 4 2, 3 4 3 とを備える。

[0139] 直線部 3 4 0 の一端部（この例では右端部）には、端子 3 4 0 A が設けられる。また、直線部 3 4 0 は、その左端側、略中央部、右端側の各々から下方に延びる端子 3 4 4, 3 4 5, 3 4 6 を備える。

[0140] 分岐部341は、上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子341aを備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子341bを備える。そして、分岐部341は、これら端子341a, 341bにより、第1スイッチモジュールqm1と第2スイッチモジュールqm2とに分岐して接続される。

[0141] 分岐部342は、上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子342aを備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子342bを備える。そして、分岐部342は、これら端子342a, 342bにより、第1スイッチモジュールqm1と第2スイッチモジュールqm2とに分岐して接続される。

[0142] 分岐部343は、上下方向に二股分岐し、その一方側（この例では上側）に端子343aを備えると共に、その他方側（この例では下側）に端子343bを備える。そして、分岐部343は、これら端子343a, 343bにより、第1スイッチモジュールqm1と第2スイッチモジュールqm2とに分岐して接続される。

[0143] 本実施形態では、分岐部341, 342, 343は、直線部340と別体であり、直線部340に対しねじにより着脱不能に固定される。一なお、分岐部341, 342, 343を、直線部340と一体して構成してもよい。また、分岐部341, 342, 343は、上下方向に対称な形状を備える。なお、分岐部341, 342, 343は、上下方向に非対称な形状であってもよい。

[0144] （マトリクスコンバータの各構成の接続関係）

第1スイッチモジュールqm1a, qm1d, qm1gの各々の端子qt13には、それぞれ、端子340A及びケーブル50aを介してACリアクトルL1の端子L2に接続されるバスバー34の端子341a, 342a, 343aが、ねじにより締結されて接続され、第2スイッチモジュールqm2a, qm2d, qm2gの各々の端子qt13には、それぞれ、当該バスバー34の端子341b, 342b, 343bが、ねじにより締結されて接

続される。これにより、R相に接続される第1スイッチモジュール $q m 1 a$ 、 $q m 1 d$ 、 $q m 1 g$ と第2スイッチモジュール $q m 2 a$ 、 $q m 2 d$ 、 $q m 2 g$ とが接続される。また、第1スイッチモジュール $q m 1 b$ 、 $q m 1 e$ 、 $q m 1 h$ の各々の端子 $q t 1 3$ についても同様に、端子 $3 4 0 A$ 及びケーブル $5 0 b$ を介してACリアクトル $L 2$ の端子 $L 2$ に接続されるバスバー $3 4$ が接続され、第2スイッチモジュール $q m 2 b$ 、 $q m 2 e$ 、 $q m 2 h$ の各々の端子 $q t 1 3$ についても同様に、当該バスバー $3 4$ が接続される。これにより、S相に接続される第1スイッチモジュール $q m 1 b$ 、 $q m 1 e$ 、 $q m 1 h$ と第2スイッチモジュール $q m 2 b$ 、 $q m 2 e$ 、 $q m 2 h$ とが接続される。さらに、第1スイッチモジュール $q m 1 c$ 、 $q m 1 f$ 、 $q m 1 i$ の各々の端子 $q t 1 3$ についても同様に、端子 $3 4 0 A$ 及びケーブル $5 0 c$ を介してACリアクトル $L 3$ の端子 $L 2$ に接続されるバスバー $3 4$ が接続され、第2スイッチモジュール $q m 2 c$ 、 $q m 2 f$ 、 $q m 2 i$ の各々の端子 $q t 1 3$ についても同様に、当該バスバー $3 4$ が接続される。これにより、T相に接続される第1スイッチモジュール $q m 1 c$ 、 $q m 1 f$ 、 $q m 1 i$ と第2スイッチモジュール $q m 2 c$ 、 $q m 2 f$ 、 $q m 2 i$ とが接続される。

[0145] そして、3個のバスバー $3 4$ の各々の端子 $3 4 4$ 、 $3 4 5$ 、 $3 4 6$ に対し、5個のコンデンサ $2 1$ が各々接続された3個のバスバー $3 1$ の各々が載置され、ねじにより締結されて接続される。これにより、15個のコンデンサ $2 1$ が、第1スイッチモジュール $q m 1$ 及び第2スイッチモジュール $q m 2$ に対し、前後方向に積み重ねて配置される。つまり、端子 $3 4 4$ 、 $3 4 5$ 、 $3 4 6$ は、載置部に相当する。なお、バスバー $3 4$ に代えて又は加えて、上記バスバー $3 3$ に、コンデンサ $2 1$ を載置する構成を設けてもよい。あるいは、バスバー $3 4$ 、 $3 3$ のいずれにも、コンデンサ $2 1$ を載置する構成を設けず、コンデンサ $2 1$ を支持するための支持部材を別途設けてもよい。

[0146] また、第1スイッチモジュール $q m 1 a$ 、 $q m 1 b$ 、 $q m 1 c$ の各々の端子 $q t 1 4$ には、それぞれ、端子 $3 3 0 A$ を介して負荷4のU相に接続されるバスバー $3 3$ の端子 $3 3 1 a$ がねじにより締結されて接続され、第2ス

ッチモジュール  $q_{m2a}$ ,  $q_{m2b}$ ,  $q_{m2c}$  の各々の端子  $q_{t14}$  には、それぞれ、当該バスバー 33 の端子 331b がねじにより締結されて接続される。これにより、U 相に接続される第 1 スイッチモジュール  $q_{m1a}$ ,  $q_{m1b}$ ,  $q_{m1c}$  と第 2 スイッチモジュール  $q_{m2a}$ ,  $q_{m2b}$ ,  $q_{m2c}$  とが接続される。また、第 1 スイッチモジュール  $q_{m1d}$ ,  $q_{m1e}$ ,  $q_{m1f}$  の各々の端子  $q_{t14}$  についても同様に、端子 330A を介して負荷 4 の V 相に接続されるバスバー 33 が接続され、第 2 スイッチモジュール  $q_{m2d}$ ,  $q_{m2e}$ ,  $q_{m2f}$  の各々の端子  $q_{t14}$  についても同様に、当該バスバー 33 が接続される。これにより、V 相に接続される第 1 スイッチモジュール  $q_{m1d}$ ,  $q_{m1e}$ ,  $q_{m1f}$  と第 2 スイッチモジュール  $q_{m2d}$ ,  $q_{m2e}$ ,  $q_{m2f}$  とが接続される。さらに、第 1 スイッチモジュール  $q_{m1g}$ ,  $q_{m1h}$ ,  $q_{m1i}$  の各々の端子  $q_{t14}$  についても同様に、端子 330A を介して負荷 4 の W 相に接続されるバスバー 33 が接続され、第 2 スイッチモジュール  $q_{m2g}$ ,  $q_{m2h}$ ,  $q_{m2i}$  の各々の端子  $q_{t14}$  についても同様に、当該バスバー 33 が接続される。これにより、W 相に接続される第 1 スイッチモジュール  $q_{m1g}$ ,  $q_{m1h}$ ,  $q_{m1i}$  と第 2 スイッチモジュール  $q_{m2g}$ ,  $q_{m2h}$ ,  $q_{m2i}$  とが接続される。

[0147] (本実施形態による効果)

以上説明したように、本実施形態のマトリクスコンバータ 1' は、交流電源 2 の各入力相及び負荷 4 の各出力相と各々接続される複数の第 1 双方向スイッチ  $q_1$  と、第 1 双方向スイッチ  $q_1$  が接続される入力相及び出力相と同一の入力相及び出力相に当該第 1 双方向スイッチ  $q_1$  と電氣的に並列に接続される複数の第 2 双方向スイッチ  $q_2$  とを有する。このマトリクスコンバータ 1' は、第 1 双方向スイッチ  $q_1$  及び第 2 双方向スイッチ  $q_2$  をスイッチングすることにより、交流電源 2 の交流電力を任意の電圧・周波数の交流電力に変換し、負荷 4 に出力する。

[0148] ここで、個々の双方向スイッチ  $q$  には、対応可能な定格電流が定められている。双方向スイッチ  $q$  の定格電流を超えてマトリクスコンバータ 1' の定

格電流を増大することはできないので、マトリクスコンバータ 1' の大容量化が制限されることになる。

[0149] 本実施形態では、交流電源 2 の各入力相及び負荷 4 の各出力相に対し、複数の双方向スイッチ q が並列に接続される。これにより、個々の双方向スイッチ q に流れる電流を減少させることができる（例えば 2 個並列の場合、片方の双方向スイッチ q に流れる電流を半減できる）ので、双方向スイッチ q の電流を定格電流内に抑えつつ、マトリクスコンバータ 1' の定格電流を大幅に増大することができる。したがって、大容量のマトリクスコンバータ 1' を実現することができる。

[0150] また、本実施形態では特に、同一の入力相及び出力相に接続される第 1 双方向スイッチ q 1 と第 2 双方向スイッチ q 2 とが、近接して配置される。これにより、第 1 双方向スイッチ q 1 と第 2 双方向スイッチ q 2 とを並列に接続する配線（バスバー 33, 34 の各分岐部）を短くすることができ、配線構造を単純化できる。

[0151] また、本実施形態では特に、一の出力相に接続される複数の第 1 双方向スイッチ q 1 と複数の第 2 双方向スイッチ q 2 とが、上下方向に沿った一列のスイッチ列として配置される。これにより、マトリクスコンバータ 1' の幅方向の寸法を低減することが可能となる。

[0152] また、本実施形態では特に、風胴部 120 が、上下方向に冷媒を流すように構成される。これにより、風胴部 120 では、一の入力相（R 相又は S 相又は T 相）に接続される複数の第 1 双方向スイッチ q 1 及び複数の第 2 双方向スイッチ q 2 が並ぶ方向である左右方向に対しては、垂直な方向に冷媒が流れることになる。その結果、各双方向スイッチ q の熱が冷媒の流れる向きに対してヒートシンク 190a ~ 190c により均一に伝わるので、冷却効率を向上することができる。

[0153] また、本実施形態では特に、マトリクスコンバータ 1' が、上下方向に沿って配置されたバスバー 33 と、左右方向に沿って配置されたバスバー 34 とを有する。バスバー 33 は、下端部に負荷 4 側に接続される端子 330A

を備えた直線部 330 と、第 1 双方向スイッチ q1 と第 2 双方向スイッチ q2 とに分岐して接続された複数の分岐部 331, 332, 333 とを有し、一の出力相（U 相又は V 相又は W 相）と複数の第 1 双方向スイッチ q1 及び複数の第 2 双方向スイッチ q2 とを接続する。また、バスバー 34 は、右端部に交流電源 4 側に接続される端子 340A を備えた直線部 340 と、複数の分岐部 341, 342, 343 とを有し、一の入力相（R 相、S 相又は T 相）と複数の第 1 双方向スイッチ q1 及び複数の第 2 双方向スイッチ q2 とを接続する。このように、バスバー 33, 34 を用いた配線構造とすることで、配線の剛性を増大することができる。その結果、振動による配線のブレや損傷等を低減できる。また、バスバー 33, 34 を用いて他の部品を支持する等、支持部材を兼ねることも可能となる。

[0154] また、本実施形態では特に、バスバー 33 の分岐部 331, 332, 333 及びバスバー 34 の分岐部 341, 342, 343 が、第 1 双方向スイッチ q1 と第 2 双方向スイッチ q2 とが並ぶ方向に対称な形状を有する。これにより、分岐部 331, 332, 333 及び分岐部 341, 342, 343 における第 1 双方向スイッチ q1 側と第 2 双方向スイッチ q2 側のインピーダンスをほぼ同一とすることができるので、両スイッチの電流がアンバランスとなるのを防止できる。

[0155] また、本実施形態では特に、バスバー 34 の分岐部 341, 342, 343 が直線部 340 と別体であり、直線部 340 に着脱可能に固定される。直線部 340 と分岐部 341, 342, 343 とを別体とすることで、一体構造とする場合に比べて、バスバー 34 を形成する際の銅板の廃棄部分をより少なくすることができる。また、直線部 340 と分岐部 341, 342, 343 とを着脱可能とすることで、分岐部 341, 342, 343 を双方向スイッチ q に接続させた状態で直線部 340 のみを取り外す等が可能となるので、メンテナンス性を向上できる。

[0156] また、本実施形態では特に、バスバー 34 の端子 344, 345, 346 が、コンデンサ 21 を載置するように構成される。これにより、コンデンサ

21を第1双方向スイッチq1及び第2双方向スイッチq2に対し前後方向に積み重ねて配置できるので、双方向スイッチqとコンデンサ21との配線距離を短くすることが可能となり、配線インダクタンスを低減することができる。また、マトリクスコンバータ1'の上下方向及び左右方向の寸法を低減し、小型化することができる。さらに、バスバー34をコンデンサ21の支持部材として兼用することができるので、部品点数及びコストを低減できる。

[0157] <変形例等>

なお、第2実施形態は、上記内容に限られるものではなく、その趣旨及び技術的思想を逸脱しない範囲内で種々の変形が可能である。

[0158] 以上、第1及び第2実施形態について説明したが、第1双方向スイッチ及び第2双方向スイッチの接続関係は、これら第1及び第2実施形態で説明した接続関係に限定されるものではない。つまり、第1双方向スイッチ及び第2双方向スイッチの接続関係としては、複数の第1双方向スイッチが、交流電源2の各入力相及び負荷4の各出力相と各々接続され、複数の第2双方向スイッチが、第1双方向スイッチが接続される入力相及び出力相と同一の入力相及び出力相に当該第1双方向スイッチと電氣的に並列に接続される関係でありさえすれば、どのような接続関係であってもよい。

[0159] なお、以上の説明において、「垂直」「平行」「平面」等の記載がある場合には、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「垂直」「平行」「平面」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に垂直」「実質的に平行」「実質的に平面」という意味である。

[0160] また、以上の説明において、外観上の寸法や大きさが「同一」「等しい」「異なる」等の記載がある場合は、当該記載は厳密な意味ではない。すなわち、それら「同一」「等しい」「異なる」とは、設計上、製造上の公差、誤差が許容され、「実質的に同一」「実質的に等しい」「実質的に異なる」という意味である。

[0161] また、以上既に述べた以外にも、上記各実施形態や各変形例による手法を

適宜組み合わせ利用してもよい。

[0162] その他、一々例示はしないが、上記各実施形態や各変形例は、その趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の変更が加えられて実施されるものである。

### 符号の説明

|        |        |                   |
|--------|--------|-------------------|
| [0163] | 1      | マトリクスコンバータ        |
|        | 1'     | マトリクスコンバータ        |
|        | 2      | 交流電源              |
|        | 4      | 負荷                |
|        | 10     | ゲートドライブ回路         |
|        | 11     | ラミネートバスバー（第2バスバー） |
|        | 11A～C  | バスバー（導体）          |
|        | 12     | ラミネートバスバー（第2バスバー） |
|        | 12A～C  | バスバー（導体）          |
|        | 12D, E | 絶縁シート             |
|        | 15     | バスバー（第1バスバー）      |
|        | 21     | コンデンサ             |
|        | 33     | バスバー（第3バスバー）      |
|        | 34     | バスバー（第4バスバー）      |
|        | 120    | 風洞部               |
|        | 190a～c | ヒートシンク            |
|        | 192    | フィン               |
|        | 330    | 直線部               |
|        | 330A   | 端子                |
|        | 331    | 分岐部               |
|        | 332    | 分岐部               |
|        | 333    | 分岐部               |
|        | 344    | 端子（載置部）           |

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 3 4 5     | 端子（載置部）              |
| 3 4 6     | 端子（載置部）              |
| 3 4 0     | 直線部                  |
| 3 4 0 A   | 端子                   |
| 3 4 1     | 分岐部                  |
| 3 4 2     | 分岐部                  |
| 3 4 3     | 分岐部                  |
| b s 1, 2  | 底面                   |
| C M 1 ~ 6 | コンデンサモジュール           |
| l s       | 左面（側面）               |
| M C       | モジュールカバー             |
| Q 1       | 第 1 双方向スイッチ（双方向スイッチ） |
| q 1       | 第 1 双方向スイッチ          |
| Q 2       | 第 2 双方向スイッチ（双方向スイッチ） |
| q 2       | 第 2 双方向スイッチ          |
| S C       | スナバコンデンサ             |
| T 1       | 入出力端子（端子）            |
| T 2       | 入出力端子（端子）            |
| T 3       | 入出力端子（端子）            |
| T 4 a, b  | 入出力端子（端子）            |
| T 4 c, d  | 入出力端子                |
| T 5 a, b  | 入出力端子（端子）            |
| T 5 c, d  | 入出力端子                |
| T 6 a, b  | 入出力端子（端子）            |
| T N       | 中性点端子                |
| W 1       | 第 1 信号配線             |
| W 2       | 第 2 信号配線             |

## 請求の範囲

- [請求項1]           マトリクスコンバータであって、  
交流電源の各入力相及び負荷の各出力相と各々接続される複数の第1双方向スイッチと、  
前記第1双方向スイッチが接続される前記入力相及び前記出力相と同一の前記入力相及び前記出力相に当該第1双方向スイッチと電氣的に並列に接続される複数の第2双方向スイッチと、  
を有することを特徴とするマトリクスコンバータ。
- [請求項2]           前記複数の第2双方向スイッチは、  
前記第1双方向スイッチと同数のグループを1以上有することを特徴とする請求項1に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項3]           前記複数の第1双方向スイッチは、  
一つにまとまって配置され、  
前記複数の第2双方向スイッチは、  
前記グループごとにまとまって配置される  
ことを特徴とする請求項2に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項4]           前記複数の第1双方向スイッチは、  
前記出力相ごとに、前記入力相の各々に接続される前記第1双方向スイッチ同士が近接して配置され、  
前記複数の第2双方向スイッチは、  
各前記グループにおいて、前記出力相ごとに、前記入力相の各々に接続される前記第2双方向スイッチ同士が近接して配置される  
ことを特徴とする請求項3に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項5]           一の前記出力相に接続される複数の前記第1双方向スイッチと複数の前記第2双方向スイッチとは、第1方向に沿った一列のスイッチ列として配置される  
ことを特徴とする請求項4に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項6]           前記第1双方向スイッチ及び前記第2双方向スイッチが載置された

ヒートシンクと、

前記ヒートシンクのフィンを収納し、前記第1方向と平行な向きに冷媒を流すように構成された風胴部と、をさらに有することを特徴とする請求項5に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項7] 前記近接して配置された複数の前記第1双方向スイッチ又は複数の前記第2双方向スイッチに対応する複数のACコンデンサを単一のモジュールカバーに收容したコンデンサモジュールをさらに有することを特徴とする請求項4乃至6のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項8] 前記コンデンサモジュールは、  
前記モジュールカバーの底面から突出した複数の端子を有し、  
前記近接して配置された複数の前記第1双方向スイッチ又は複数の前記第2双方向スイッチ上に前記複数の端子により自立して設置されることを特徴とする請求項7に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項9] 前記モジュールカバーは、  
前記複数のACコンデンサよりも前記底面側に、前記近接して配置された複数の前記第1双方向スイッチ又は複数の前記第2双方向スイッチに対応する複数のスナバコンデンサを收容することを特徴とする請求項8に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項10] 前記コンデンサモジュールは、  
前記モジュールカバーの側面に配置され、前記複数のACコンデンサの結線の中性点に接続された中性点端子を有し、  
前記マトリクスコンバータは、  
複数の前記コンデンサモジュール間で前記中性点端子を接続した第1バスバーをさらに有することを特徴とする請求項7乃至9のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ。

- [請求項11] 前記モジュールカバーは、  
樹脂製である  
ことを特徴とする請求項7乃至10のいずれか1項に記載のコンデンサモジュール。
- [請求項12] 前記第1双方向スイッチ及び前記第2双方向スイッチの前記入力相側に接続され、前記入力相の各々に接続された板状の導体と絶縁シートとを積層して構成された第2バスバーをさらに有する  
ことを特徴とする請求項1乃至11のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項13] ゲートドライブ回路と前記複数の第1双方向スイッチの各々とを接続する第1信号配線と、  
前記ゲートドライブ回路と前記複数の第2双方向スイッチの各々とを接続する第2信号配線と、をさらに有し、  
同一の前記入力相及び前記出力相に対し電氣的に並列に接続される前記第1双方向スイッチの前記第1信号配線と前記第2双方向スイッチの前記第2信号配線とは、長さが等しい  
ことを特徴とする請求項1乃至12のいずれか1項に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項14] 同一の前記入力相及び前記出力相に接続される前記第1双方向スイッチと前記第2双方向スイッチとは、近接して配置される  
ことを特徴とする請求項1に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項15] 一の前記出力相に接続される複数の前記第1双方向スイッチと複数の前記第2双方向スイッチとは、第1方向に沿った一列のスイッチ列として配置される  
ことを特徴とする請求項14に記載のマトリクスコンバータ。
- [請求項16] 前記第1双方向スイッチ及び前記第2双方向スイッチが載置されたヒートシンクと、  
前記ヒートシンクのフィンを収納し、前記第1方向と平行な向きに

冷媒を流すように構成された風胴部と、をさらに有する  
ことを特徴とする請求項 15 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項17] 前記第 1 方向に沿って配置され、前記一の出力相に接続される前記  
複数の第 1 双方向スイッチと前記複数の第 2 双方向スイッチとを接続  
した複数の第 3 バスバーと、

前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に沿って配置され、一の前記入力相  
に接続される複数の前記第 1 双方向スイッチと複数の前記第 2 双方向  
スイッチとを接続した複数の第 4 バスバーと、をさらに有し、

前記第 3 バスバー及び前記第 4 バスバーの各々は、

一端部に端子を備えた直線部と、

前記直線部に連結され、前記第 1 双方向スイッチと前記第 2 双方向  
スイッチとに分岐して接続された複数の分岐部と、を有する

ことを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載のマトリクスコンバータ  
。

[請求項18] 前記分岐部は、

前記第 1 双方向スイッチと前記第 2 双方向スイッチとが並ぶ方向に  
対称な形状を有する

ことを特徴とする請求項 17 に記載のマトリクスコンバータ。

[請求項19] 前記分岐部は、

前記直線部と別体であり、前記直線部に着脱可能に固定される

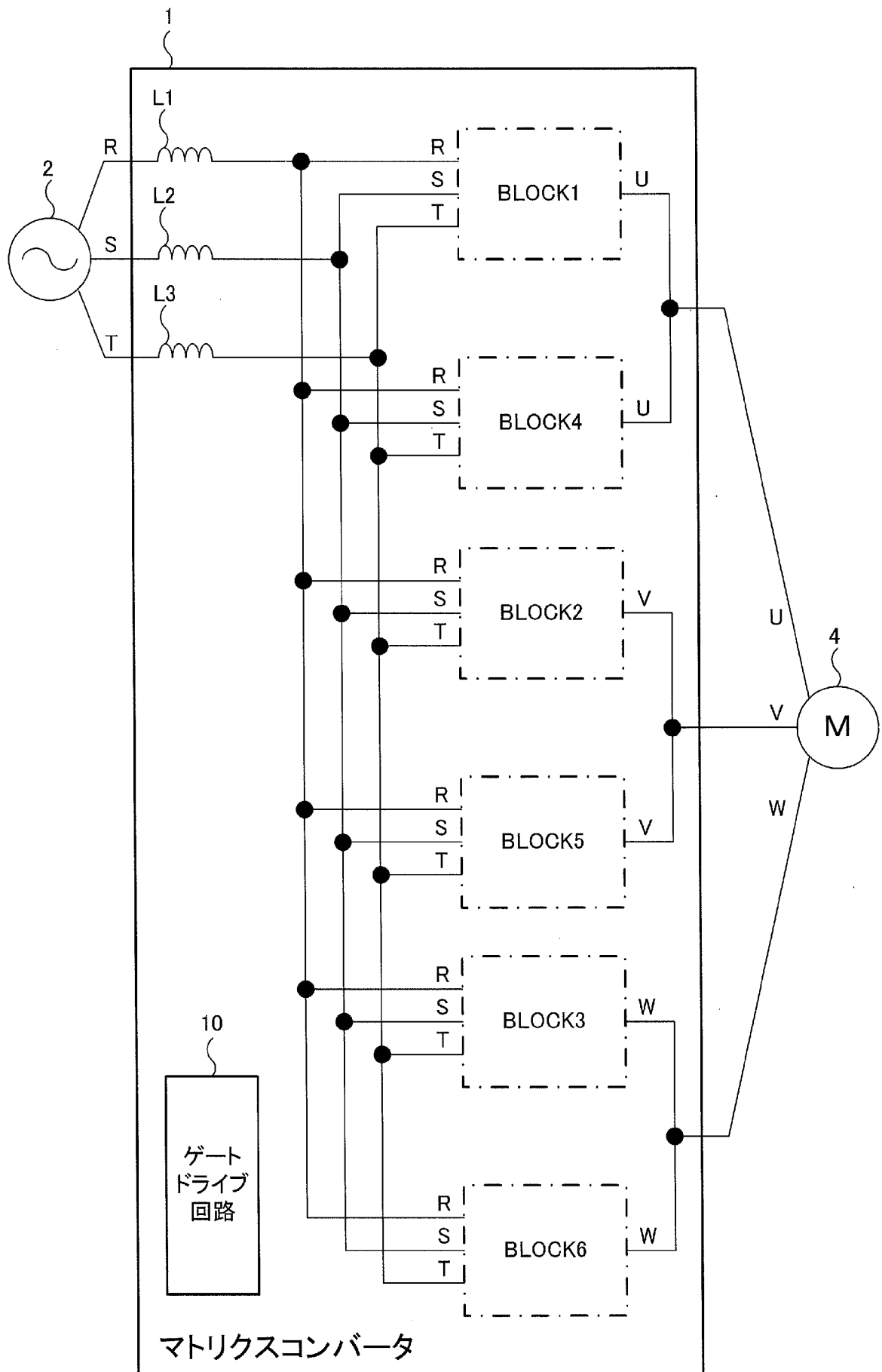
ことを特徴とする請求項 17 又は 18 に記載のマトリクスコンバータ  
。

[請求項20] 前記第 3 バスバー及び前記第 4 バスバーの少なくとも一方は、

前記第 1 双方向スイッチ及び前記第 2 双方向スイッチに対し前記第  
1 方向及び前記第 2 方向に垂直な第 3 方向に配置されるコンデンサを  
載置するように構成された複数の載置部を有する

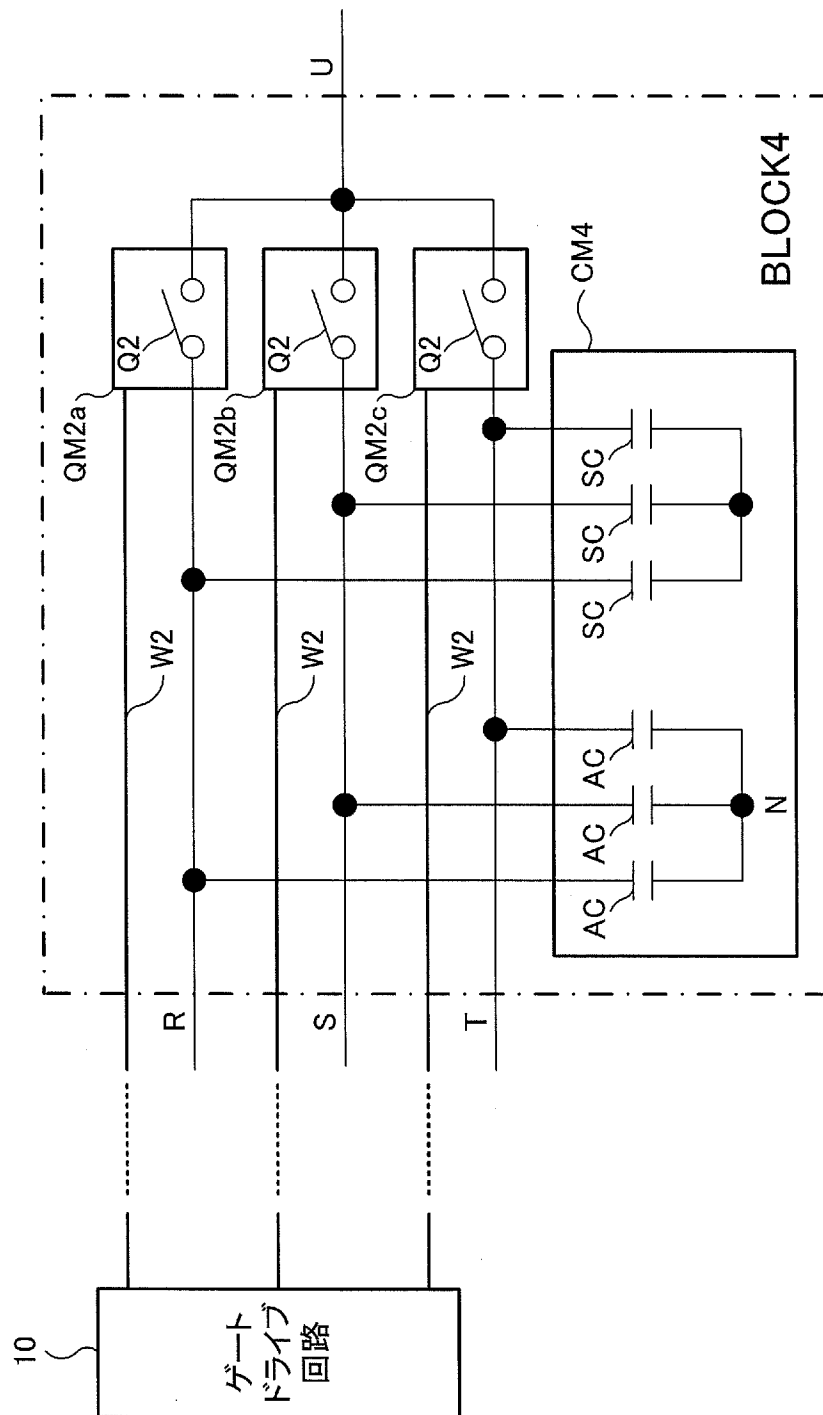
ことを特徴とする請求項 17 乃至 19 のいずれか 1 項に記載のマトリ  
クスコンバータ。

[図1]

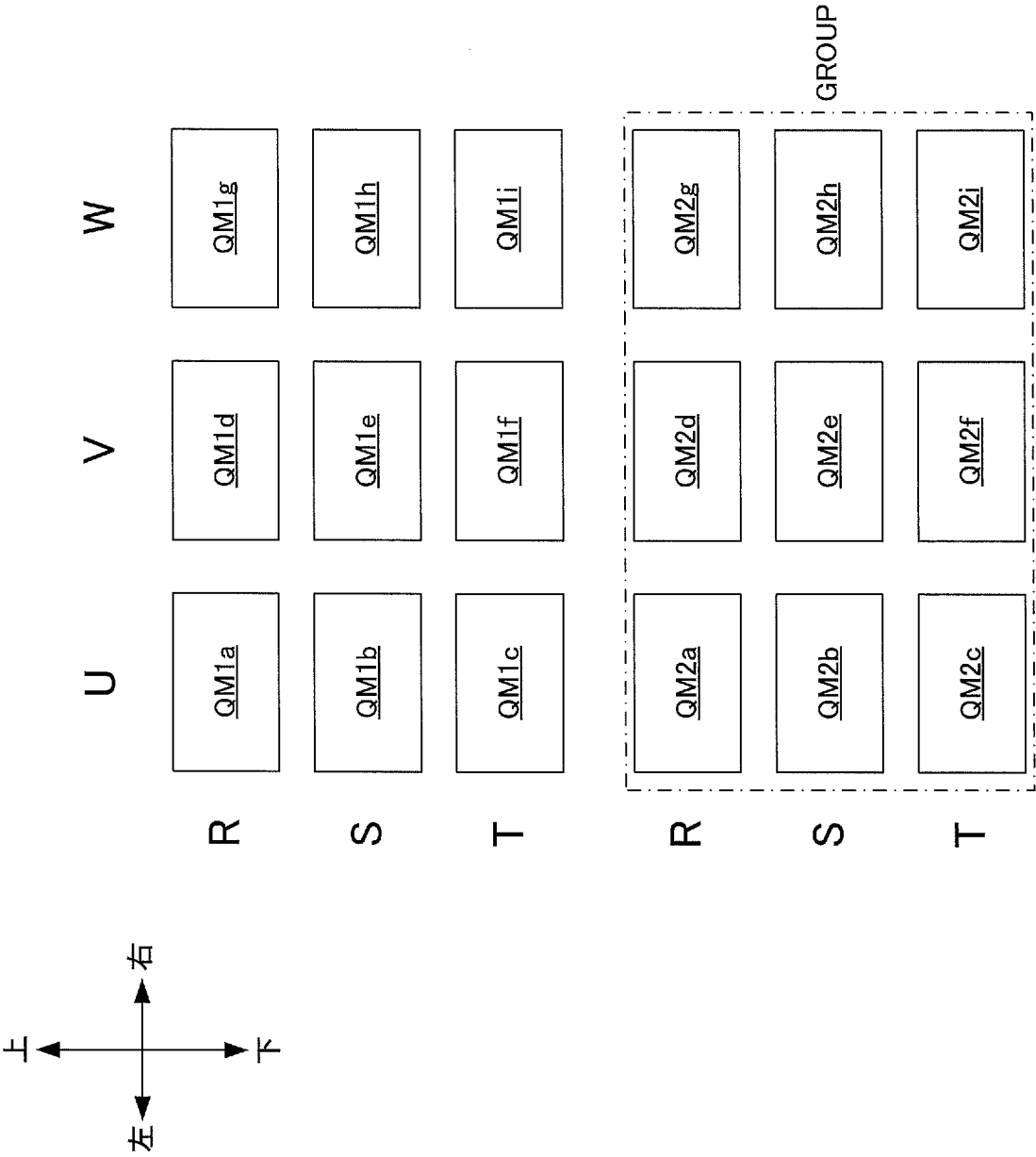




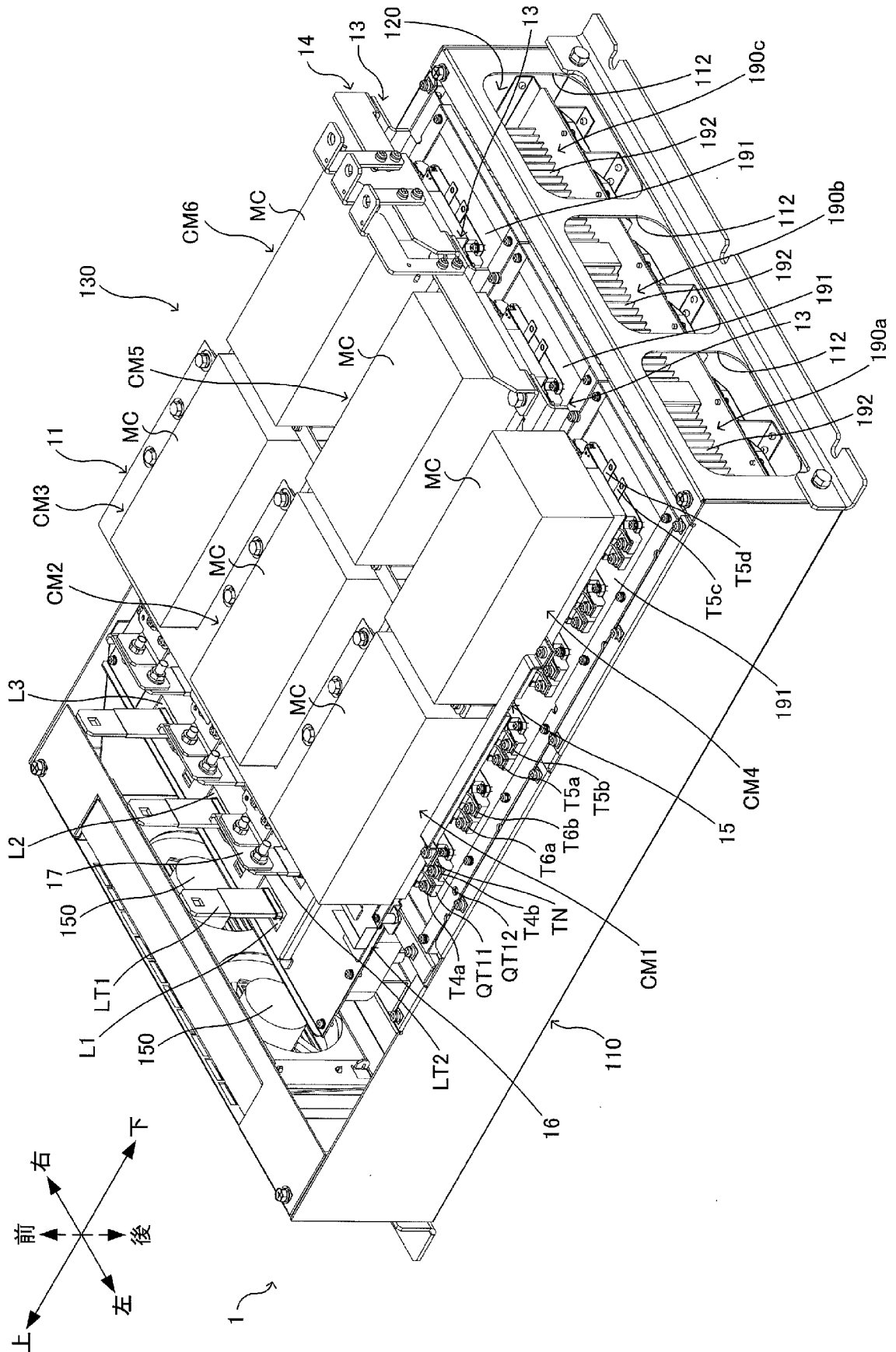
[図3]



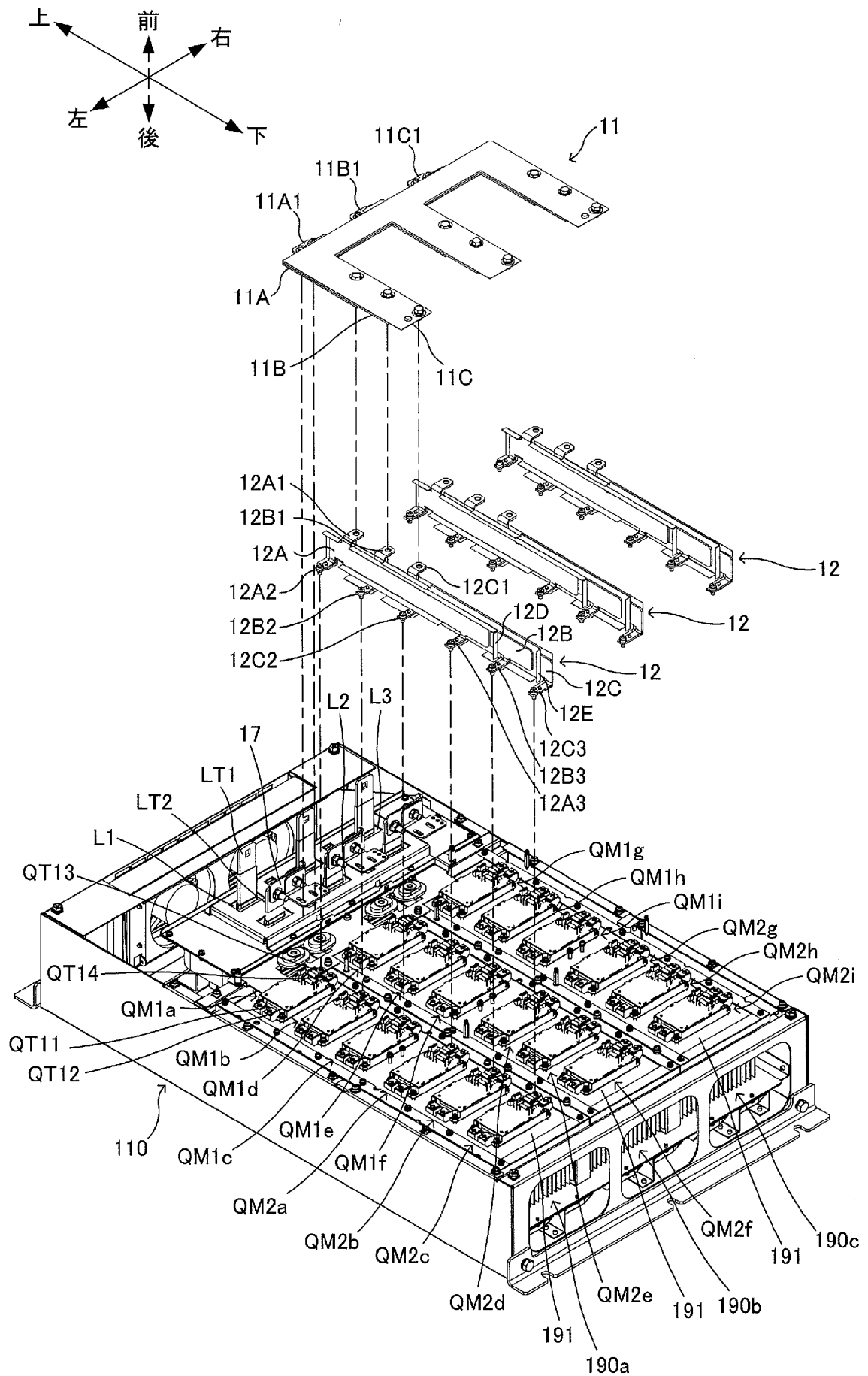
[図4]



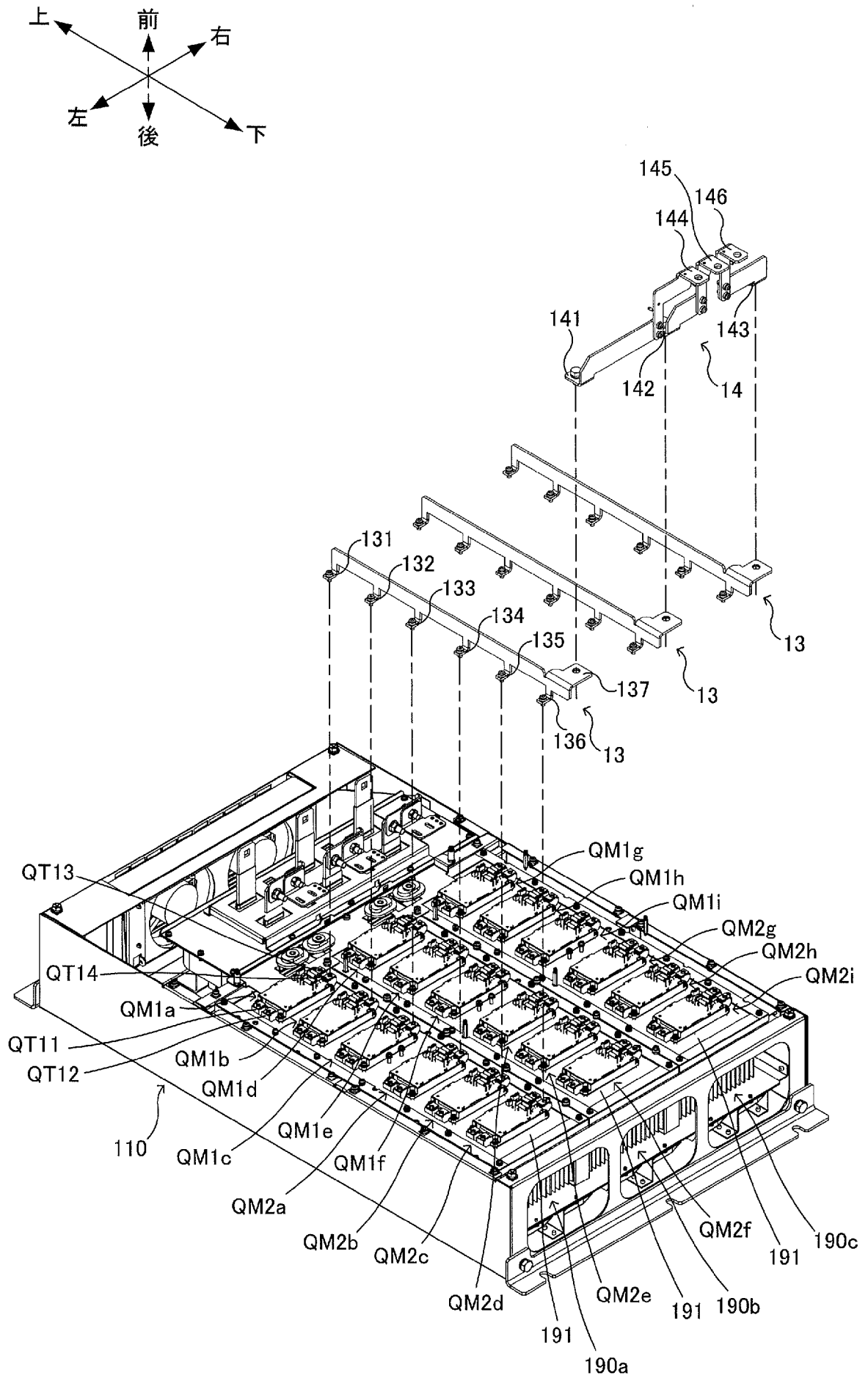
[図5]



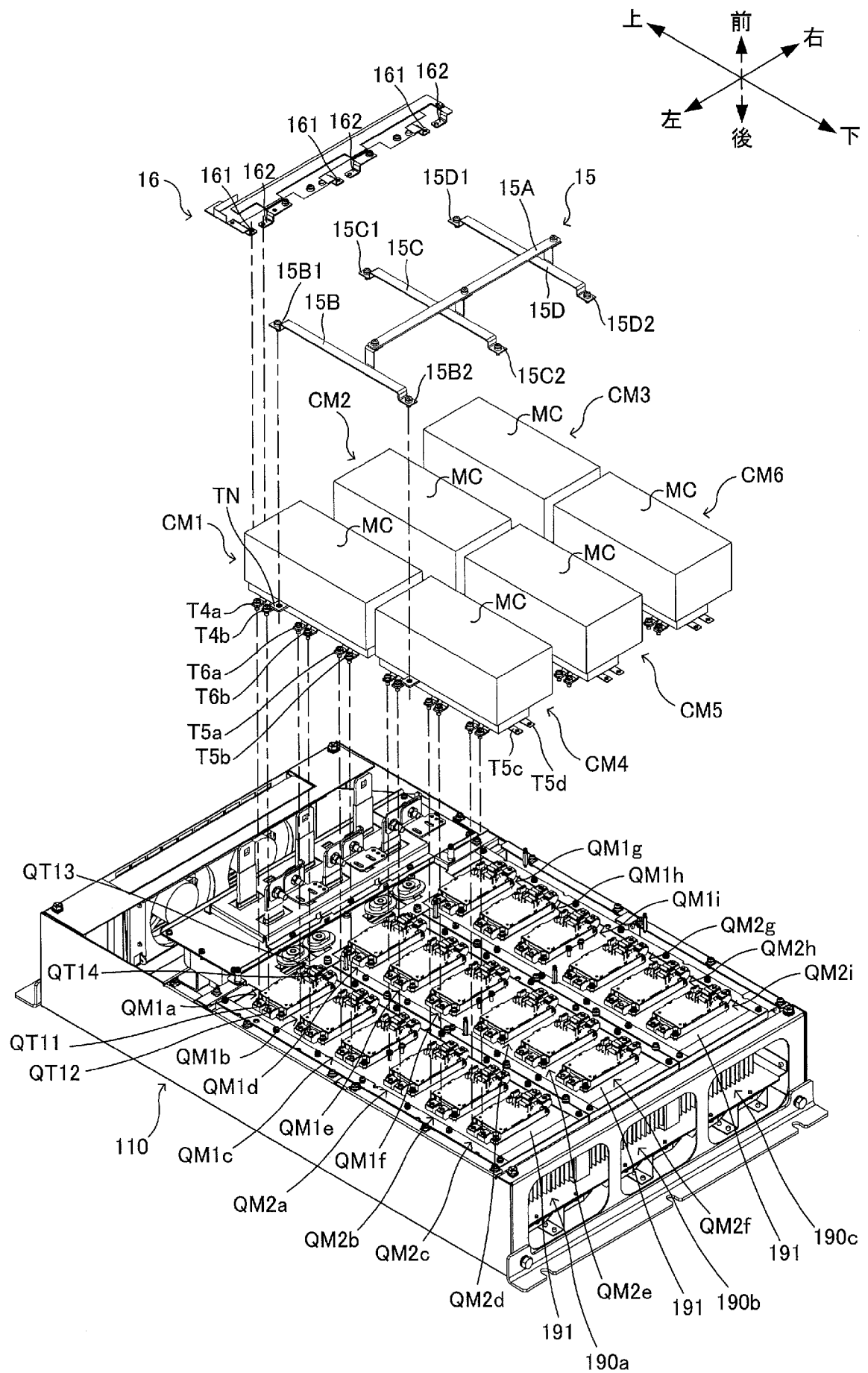
[図6]



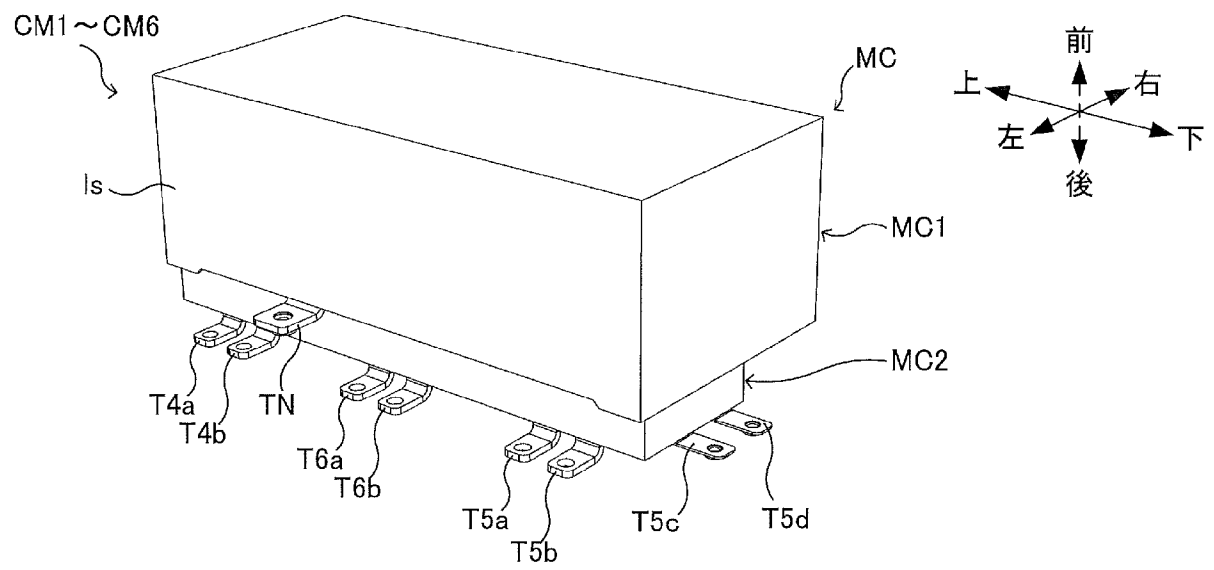
[図7]



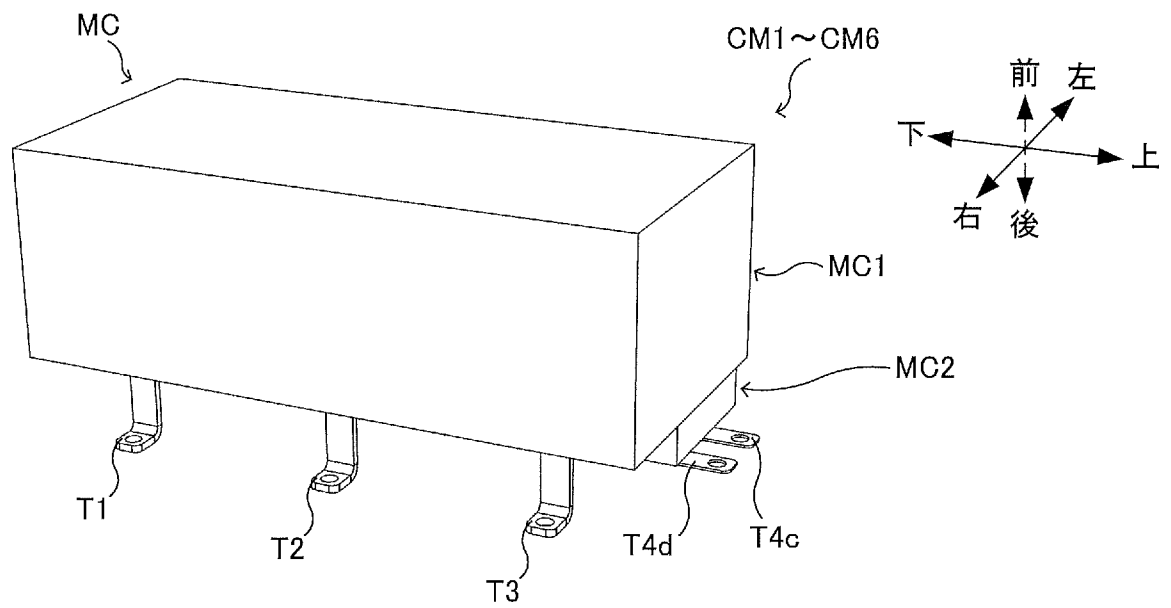
[図8]



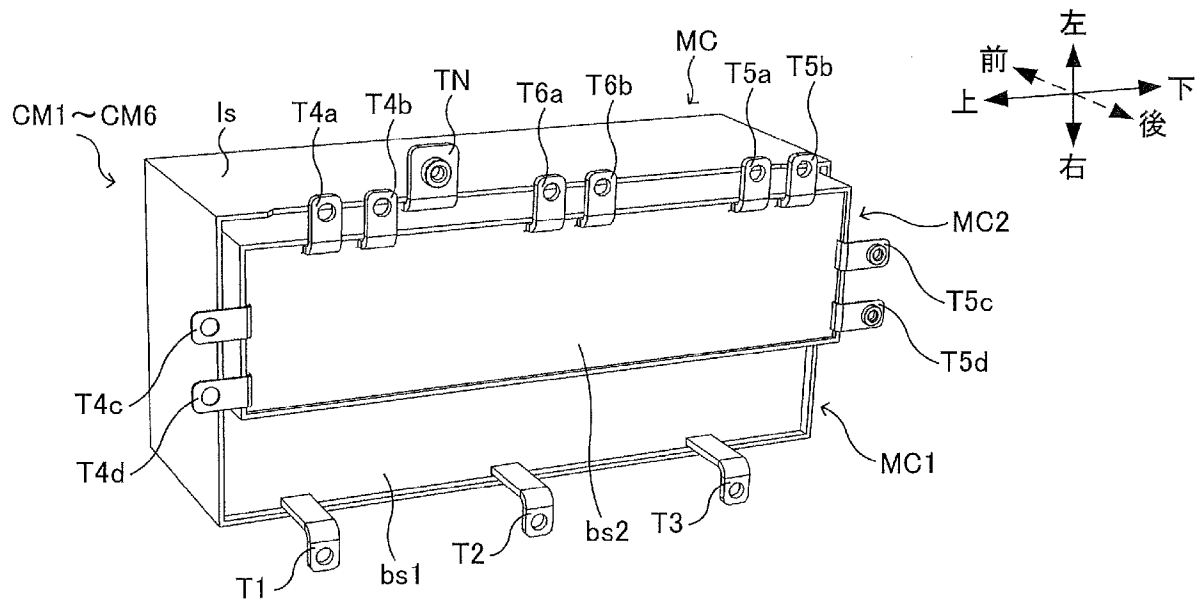
[図9A]



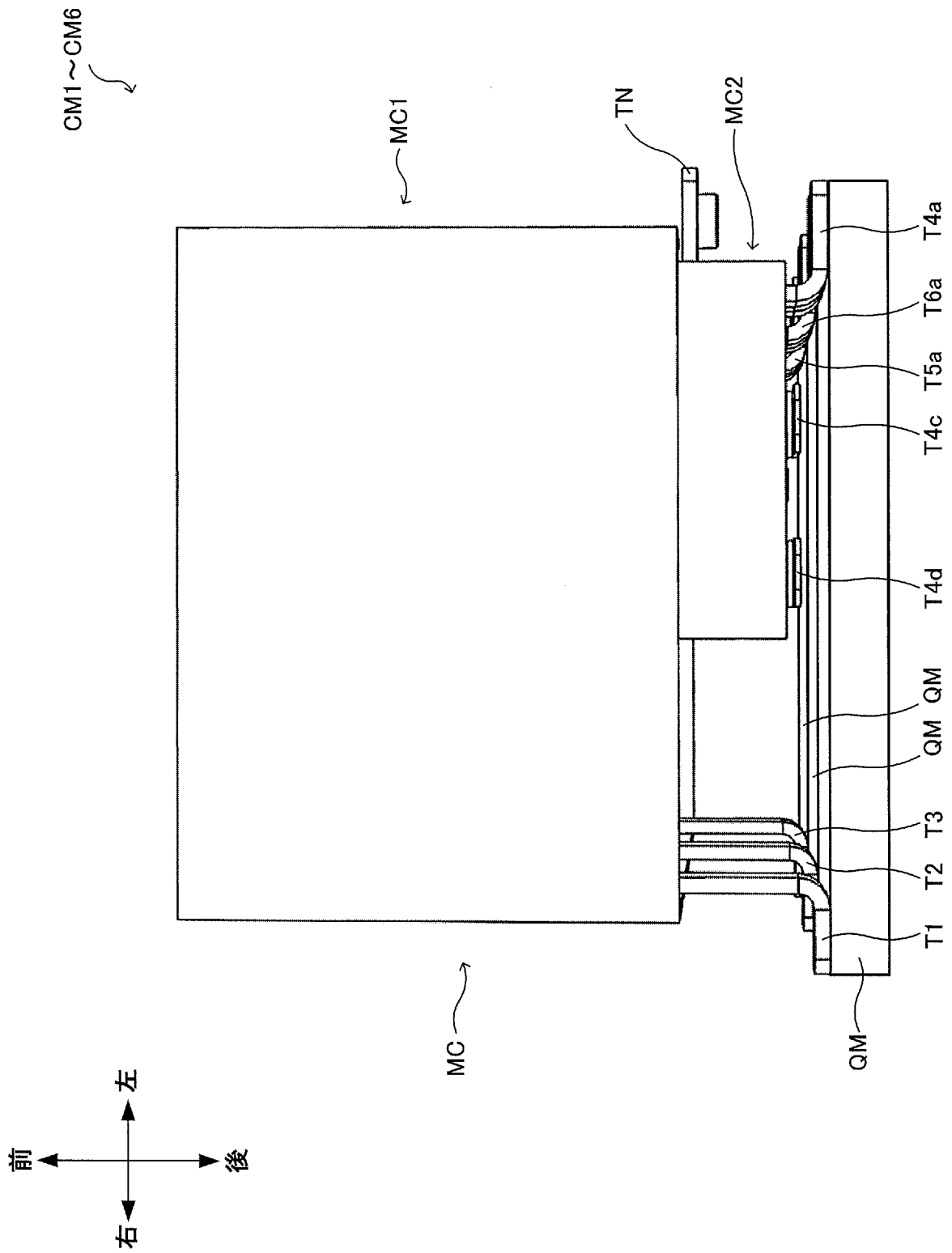
[図9B]



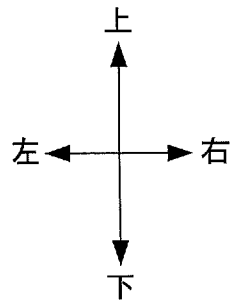
[図9C]



[図10]



[図11]



|   | U           | V           | W           |
|---|-------------|-------------|-------------|
| R | <u>QM1a</u> | <u>QM1d</u> | <u>QM1g</u> |
| S | <u>QM1b</u> | <u>QM1e</u> | <u>QM1h</u> |
| T | <u>QM1c</u> | <u>QM1f</u> | <u>QM1i</u> |

| R | <u>QM2a</u> | <u>QM2d</u> | <u>QM2g</u> |
|---|-------------|-------------|-------------|
| S | <u>QM2b</u> | <u>QM2e</u> | <u>QM2h</u> |
| T | <u>QM2c</u> | <u>QM2f</u> | <u>QM2i</u> |

GROUP1

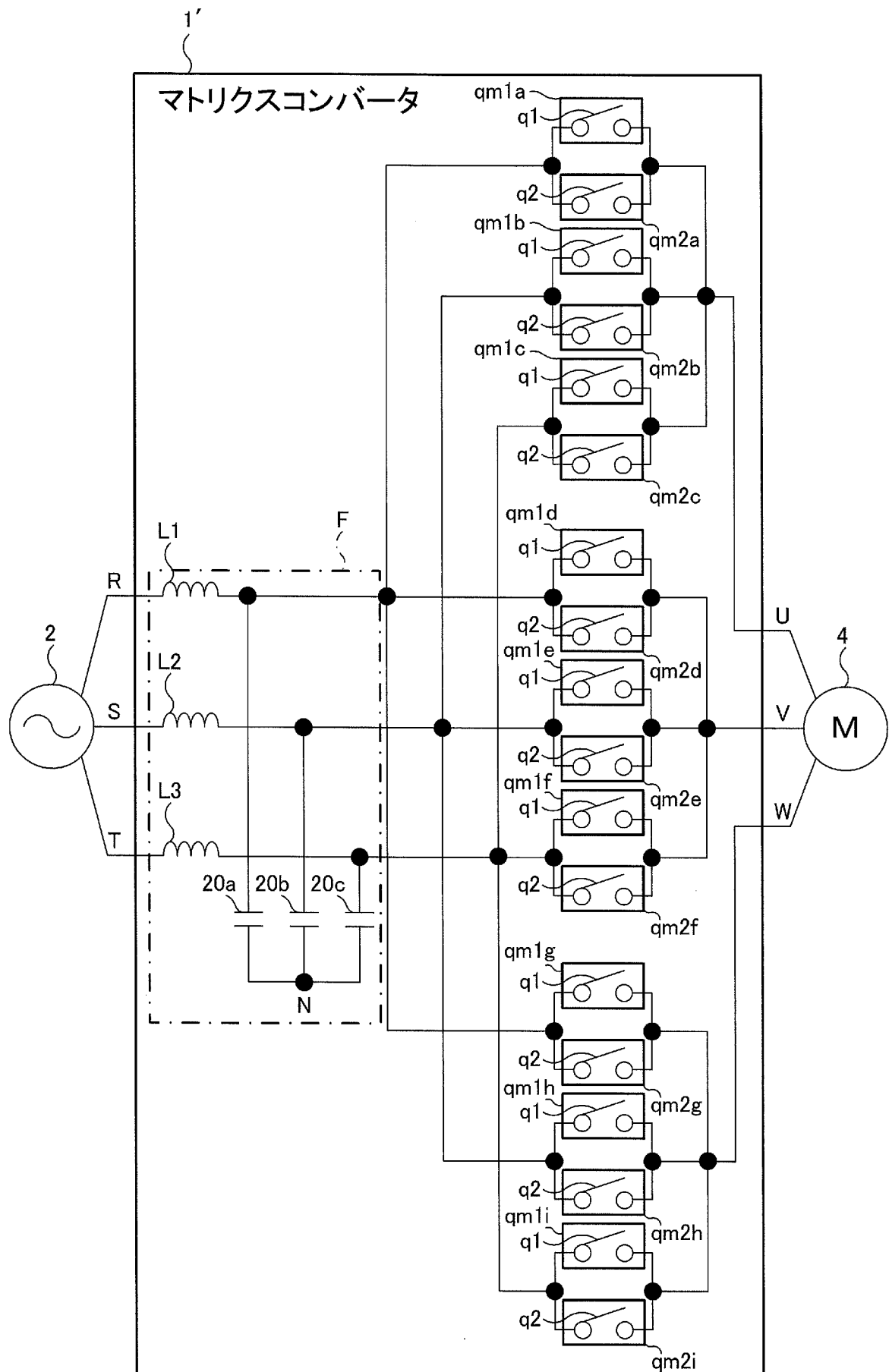
| R | <u>QM2a'</u> | <u>QM2d'</u> | <u>QM2g'</u> |
|---|--------------|--------------|--------------|
| S | <u>QM2b'</u> | <u>QM2e'</u> | <u>QM2h'</u> |
| T | <u>QM2c'</u> | <u>QM2f'</u> | <u>QM2i'</u> |

GROUP2

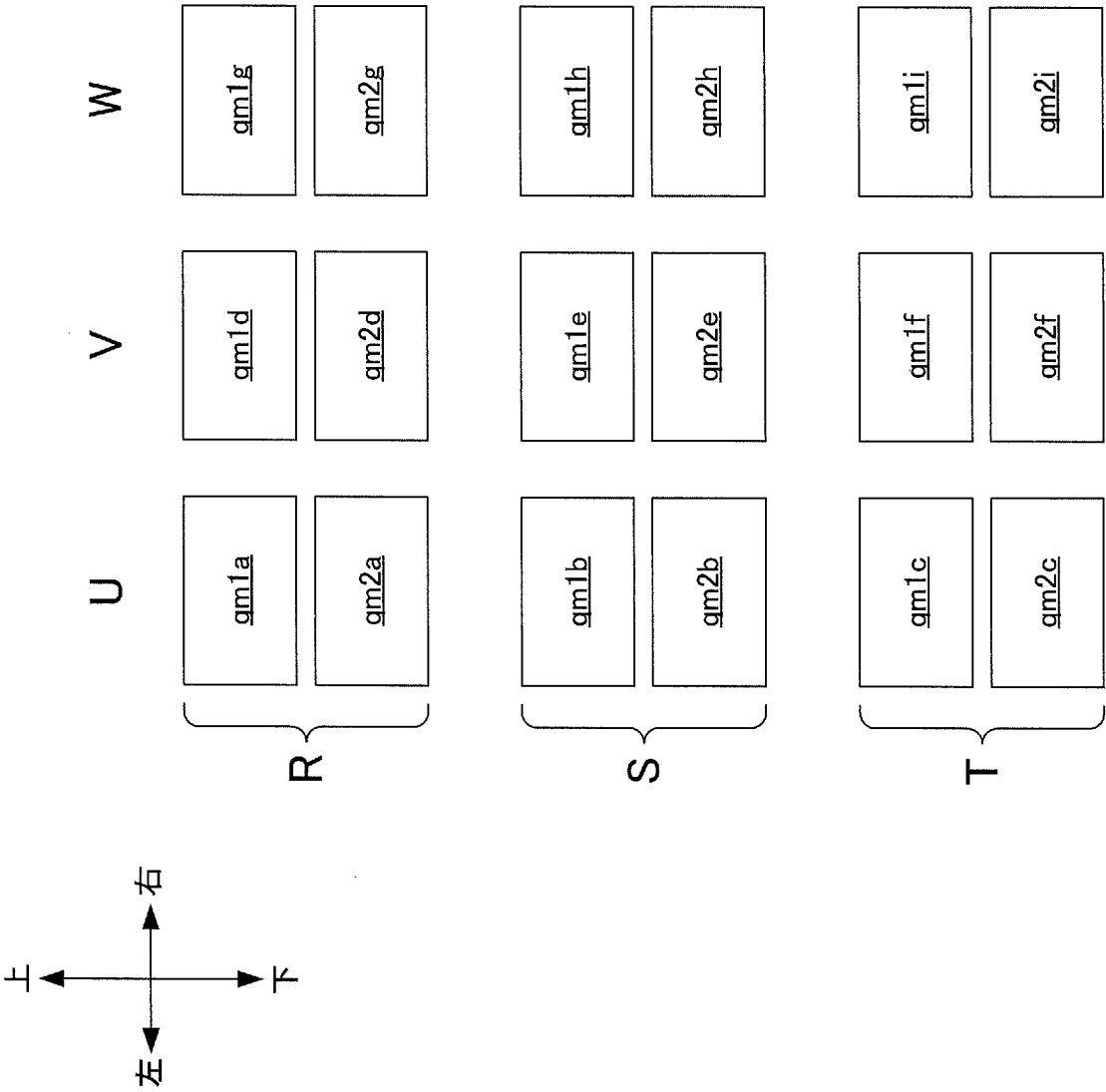
| R | <u>QM2a''</u> | <u>QM2d''</u> | <u>QM2g''</u> |
|---|---------------|---------------|---------------|
| S | <u>QM2b''</u> | <u>QM2e''</u> | <u>QM2h''</u> |
| T | <u>QM2c''</u> | <u>QM2f''</u> | <u>QM2i''</u> |

GROUP3

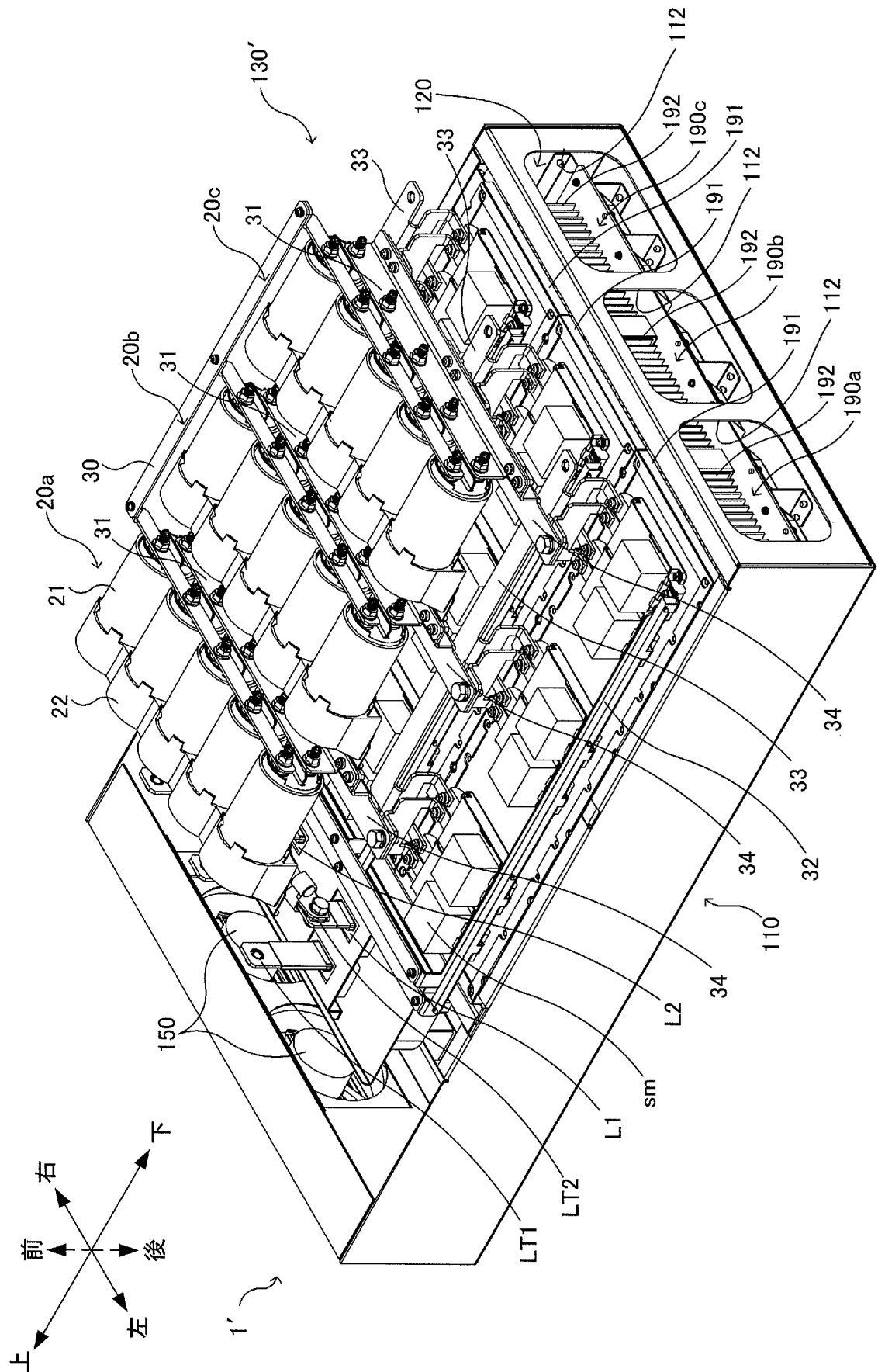
[図12]

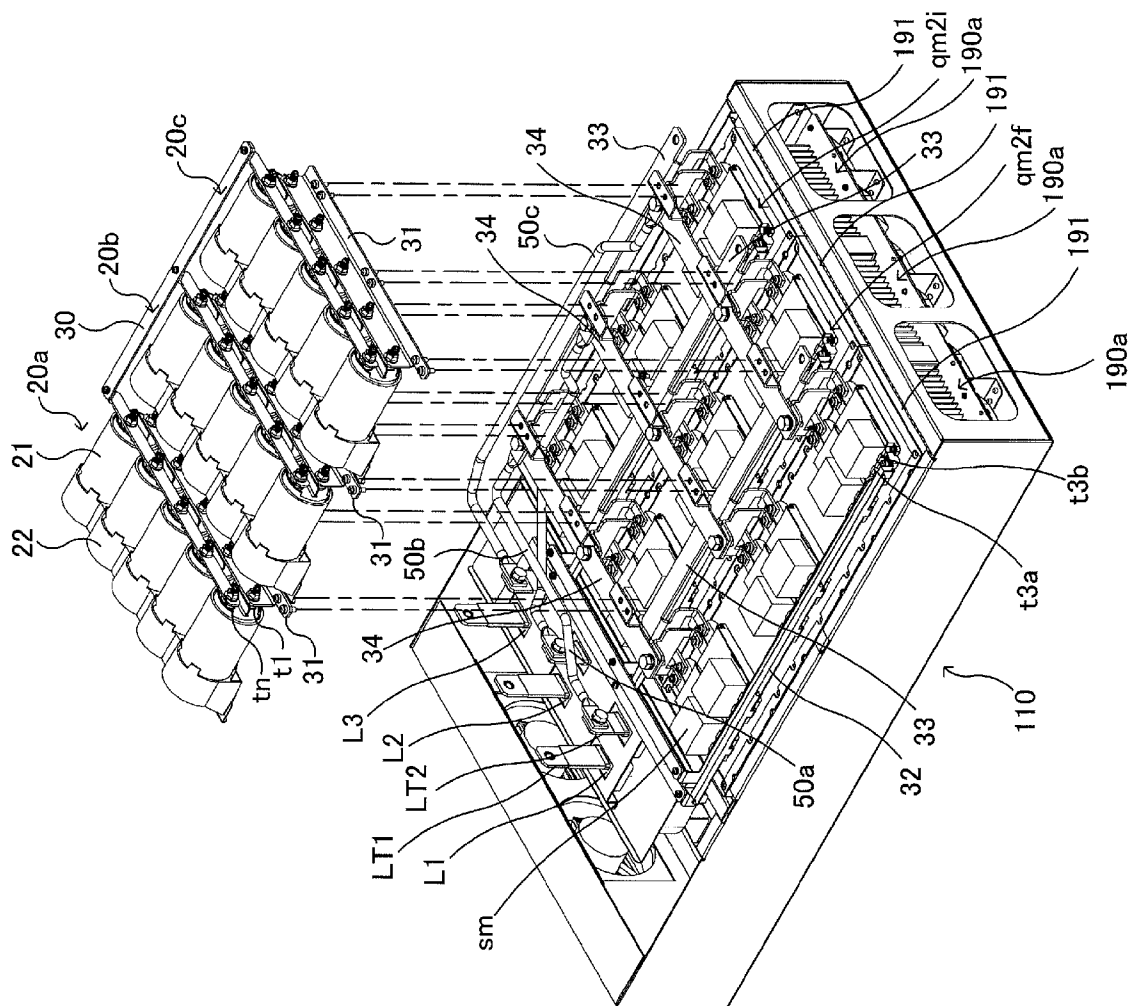


[図13]



[図14]







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/066331

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M5/297(2006.01) 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)

H02M5/297

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 | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

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.           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| X<br>Y    | JP 2005-237138 A (Hitachi, Ltd.),<br>02 September 2005 (02.09.2005),<br>paragraphs [0001] to [0040]; fig. 1, 3, 5, 9<br>(Family: none)                                             | 1-4, 14<br>5-7, 11-12,<br>15-17 |
| Y         | JP 2011-120376 A (Fuji Electric Co., Ltd.),<br>16 June 2011 (16.06.2011),<br>paragraphs [0020] to [0022]; fig. 3 to 9<br>(Family: none)                                            | 5-7, 11-12,<br>15-17            |
| Y         | JP 2012-29372 A (Yaskawa Electric Corp.),<br>09 February 2012 (09.02.2012),<br>paragraphs [0034], [0039]; fig. 2, 6, 7<br>& US 2012/0020021 A1 & EP 2416484 A2<br>& CN 102340247 A | 6-7, 11-12, 16                  |

☒ 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

"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

"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  
29 August, 2014 (29.08.14)

Date of mailing of the international search report  
09 September, 2014 (09.09.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/066331

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2013-115907 A (Denso Corp.),<br>10 June 2013 (10.06.2013),<br>paragraph [0037]; fig. 3<br>(Family: none)                                                            | 11-12                 |
| A         | JP 2006-333590 A (Fuji Electric FA Components<br>& Systems Co., Ltd.),<br>07 December 2006 (07.12.2006),<br>paragraphs [0002] to [0011]; fig. 1 to 5<br>(Family: none) | 1-20                  |
| A         | JP 2013-085369 A (Nissan Motor Co., Ltd.),<br>09 May 2013 (09.05.2013),<br>paragraphs [0004] to [0039]<br>& WO 2013/051392 A1                                          | 13,18-20              |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02M5/297(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H02M5/297

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X               | JP 2005-237138 A（株式会社日立製作所）2005.09.02,<br>[0001]-[0040], 図 1, 3, 5, 9（ファミリーなし） | 1-4, 14               |
| Y               |                                                                                | 5-7, 11-12, 15<br>-17 |
| Y               | JP 2011-120376 A（富士電機株式会社）2011.06.16, [0020]-[0022],<br>図 3-9（ファミリーなし）         | 5-7, 11-12, 15<br>-17 |

☒ 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

「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  
「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  
「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）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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  
「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  
「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  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 9 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 9 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

鈴木 重幸

3 V

9 6 5 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                           |                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2012-29372 A (株式会社安川電機) 2012.02.09, [0034], [0039],<br>図 2, 6, 7 & US 2012/0020021 A1 & EP 2416484 A2 & CN 102340247 A | 6-7, 11-12, 16 |
| Y                     | JP 2013-115907 A (株式会社デンソー) 2013.06.10, [0037], 図 3 (フ<br>ァミリーなし)                                                         | 11-12          |
| A                     | JP 2006-333590 A (富士電機機器制御株式会社) 2006.12.07,<br>[0002]-[0011], 図 1-5 (ファミリーなし)                                             | 1-20           |
| A                     | JP 2013-085369 A (日産自動車株式会社) 2013.05.09, [0004]-[0039]<br>& WO 2013/051392 A1                                             | 13, 18-20      |