

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7004561号  
(P7004561)

(45)発行日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(24)登録日 令和4年1月6日(2022.1.6)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 2 M	7/12 (2006.01)	H 0 2 M	7/12	G
H 0 2 M	3/28 (2006.01)	H 0 2 M	7/12	F
		H 0 2 M	7/12	X
		H 0 2 M	3/28	B

請求項の数 6 (全18頁)

(21)出願番号	特願2017-237767(P2017-237767)	(73)特許権者	319007240 株式会社日立インダストリアルプロダク ツ 東京都千代田区外神田一丁目5番1号
(22)出願日	平成29年12月12日(2017.12.12)	(74)代理人	110001807 特許業務法人磯野国際特許商標事務所
(65)公開番号	特開2019-106790(P2019-106790 A)	(72)発明者	中原 瑞紀 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和1年6月27日(2019.6.27)	(72)発明者	嶋田 尊衛 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和2年9月23日(2020.9.23)	(72)発明者	古川 公久 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電力変換装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

第1の交流電圧を第1の直流電圧に変換する第1の変換器と、前記第1の直流電圧を他の電圧に変換する第2の変換器と、前記第1の直流電圧によって充電される第1のコンデンサと、を有する電力変換器セルと、

前記第1の直流電圧に応じて前記第1の変換器の動作状態を変更しつつ、前記第1のコンデンサに対する充電を行わせる制御回路と、

を備え、

前記制御回路は、

前記第1の直流電圧が、第1の所定電圧よりも低い所定の起動電圧以上であることを条件として、前記第1の直流電圧を前記第1の所定電圧に近づけるように前記第2の変換器を動作させる

ことを特徴とする電力変換装置。

## 【請求項2】

前記第2の変換器は、前記第1の直流電圧を第2の直流電圧に変換するものであることを特徴とする請求項1に記載の電力変換装置。

## 【請求項3】

第1の交流電圧を第1の直流電圧に変換する第1の変換器と、前記第1の直流電圧を他の電圧に変換する第2の変換器と、前記第1の直流電圧によって充電される第1のコンデンサと、を有する電力変換器セルと、

前記第 1 の直流電圧に応じて前記第 1 の変換器の動作状態を変更しつつ、前記第 1 のコンデンサに対する充電を行わせる制御回路と、

を備え、

前記第 2 の変換器は、前記第 1 の直流電圧を第 2 の直流電圧に変換するものであり、

前記電力変換器セルは、前記第 2 の直流電圧によって充電される第 2 のコンデンサを備え、

前記制御回路は、前記第 1 の直流電圧が第 2 の所定電圧に達した後に、前記第 2 の変換器

に前記第 2 のコンデンサを充電させる

ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 4】

前記第 2 の変換器は、前記第 2 のコンデンサを充電する際、前記第 2 のコンデンサに流れる電流が所定値以下になるように出力電流を制御する

10

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記第 2 の変換器は、前記第 2 のコンデンサを充電する際、前記第 2 のコンデンサに流れる電流が所定値以下になるように出力電流を制御し、その後、前記第 2 の直流電圧が第 3 の所定電圧に近づくように制御する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記第 2 の変換器は、前記第 2 のコンデンサを充電する際、前記第 1 の直流電圧を第 1 の所定電圧に近づけるように動作しつつ前記第 2 のコンデンサを充電し、その後、前記第 2 のコンデンサに流れる電流または前記第 2 の直流電圧に基づいて前記第 2 のコンデンサを充電する

20

ことを特徴とする請求項 3 に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、交流系統または直流系統と連系し、高電圧を入出力するために複数台の直列接続された電力変換器セル（以下、セルという）を有する電力変換装置が知られている（例えば、非特許文献 1 参照）。一般的に、この種の電力変換装置においては、各セルは、コンバータやダイオードブリッジ等の整流回路と、その後段で直流電圧を平滑するコンデンサと、を備えている。そして、装置起動時に各セルのコンデンサが充電されていない状態から交流系統または直流系統に連系すると、整流回路を介してコンデンサに突入電流が流れ、ダイオードやコンデンサが破壊する可能性がある。その対策として、下記特許文献 1 には、起動時に予めコンデンサを充電し、コンデンサが十分に充電されてから連系する構成が記載されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【文献】特開 2011-223735 号公報

【非特許文献】

【0004】

【文献】J. Rodriguez, J.S. Lai, and F.Z. Peng, "Multilevel inverters: a survey of topologies, controls, and applications", IEEE Trans. Ind. Electron., Vol.49, No.4, pp.724-738 (2002-8)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

しかし、特許文献 1 に記載された技術によれば、各セルのコンデンサを一台ずつ順番に充電するため、初充電が完了するまでに長時間を要するという問題がある。また、初充電用の電源回路等、初充電用のための回路構成が大規模になるため、高コスト化するという問題もある。

この発明は上述した事情に鑑みてなされたものであり、安価に構成できるとともに迅速に初充電を行える電力変換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】

【0006】

上記課題を解決するため本発明の電力変換装置は、第 1 の交流電圧を第 1 の直流電圧に変換する第 1 の変換器と、前記第 1 の直流電圧を他の電圧に変換する第 2 の変換器と、前記第 1 の直流電圧によって充電される第 1 のコンデンサと、を有する電力変換器セルと、前記第 1 の直流電圧に応じて前記第 1 の変換器の動作状態を変更しつつ、前記第 1 のコンデンサに対する充電を行わせる制御回路と、を備え、前記制御回路は、前記第 1 の直流電圧が、第 1 の所定電圧よりも低い所定の起動電圧以上であることを条件として、前記第 1 の直流電圧を前記第 1 の所定電圧に近づけるように前記第 2 の変換器を動作させることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、電力変換装置を安価に構成できるとともに迅速に初充電を行える。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図 1】本発明の第 1 実施形態による電力変換装置のブロック図である。

【図 2】電力変換器セルの要部の回路図である。

【図 3】電力変換装置の要部のブロック図である。

【図 4】中央制御回路が実行する制御プログラムのフローチャートである。

【図 5】前段セル制御回路が実行する制御プログラムのフローチャートである。

【図 6】前段 DC リンク電圧および後段 DC リンク電圧の波形図である。

【図 7】フルブリッジ回路に供給されるドライブ信号の波形図である。

【図 8】前段セル制御回路の要部のブロック図である。

【図 9】第 2 実施形態において前段セル制御回路が実行する制御プログラムのフローチャートである。

30

【図 10】第 2 実施形態における前段 DC リンク電圧および後段 DC リンク電圧の波形図である。

【図 11】第 3 実施形態による電力変換システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

[第 1 実施形態]

第 1 実施形態の構成

図 1 は、本発明の第 1 実施形態による電力変換装置 100 のブロック図である。

電力変換装置 100 は、系統電源 101 から入力される電力を変換し、外部の負荷装置 102 に出力する。電力変換装置 100 は、開閉器 129、132 と、リアクトル 130 と、初充電用抵抗器 131 と、3 台の電力変換器セル 10A、10B、10C と、中央制御回路 103 (制御回路) と、を備えている。

40

【0010】

電力変換器セル 10A、10B、10C は、それぞれ、コンバータ 11A、11B、11C (第 1 の変換器) と、DC/DC コンバータ 12A、12B、12C (第 2 の変換器) と、インバータ 13A、13B、13C と、前段セル制御回路 14A、14B、14C と、後段セル制御回路 15A、15B、15C と、前段 DC リンクコンデンサ 16A、16B、16C (第 1 のコンデンサ) と、後段 DC リンクコンデンサ 17A、17B、17C (第 2 のコンデンサ) と、を備えている。以下、電力変換器セル 10A、10B、10C

50

を「電力変換器セル10」と総称することがある。同様に、電力変換器セル10の内部の構成要素も「コンバータ11」、「DC/DCコンバータ12」、「インバータ13」、「前段セル制御回路14」、「後段セル制御回路15」、「前段DCリンクコンデンサ16」および「後段DCリンクコンデンサ17」と称することがある。

#### 【0011】

コンバータ11A, 11B, 11Cは、系統電源101からの交流電圧を変換して、前段DCリンク電圧 $V_{dc1A}$ ,  $V_{dc1B}$ ,  $V_{dc1C}$ (第1の直流電圧。以下、これらを前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ と総称することがある)を生成する。DC/DCコンバータ12A, 12B, 12Cは、前段DCリンク電圧を変換して、前段DCリンク電圧に対して絶縁された後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ ,  $V_{dc2B}$ ,  $V_{dc2C}$ (第2の直流電圧。以下、これらを後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ と総称することがある)を発生する。インバータ13A, 13B, 13Cは、後段DCリンク電圧をそれぞれ交流電圧 $V_{oA}$ ,  $V_{oB}$ ,  $V_{oC}$ に変換して出力する。

10

#### 【0012】

前段セル制御回路14は、コンバータ11と、DC/DCコンバータ12と、を制御する。また、後段セル制御回路15は、インバータ13を制御する。そして、前段セル制御回路14は、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ を電源電圧として動作し、後段セル制御回路15は、後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ を電源電圧として動作する。前段DCリンクコンデンサ16は、コンバータ11の出力側直流部と、DC/DCコンバータ12の入力側直流部と、に対して並列に接続されている。また、後段DCリンクコンデンサ17は、DC/DCコンバータ12の出力側直流部と、インバータ13の入力側直流部と、に対して並列に接続されている。

20

#### 【0013】

中央制御回路103、前段セル制御回路14および後段セル制御回路15は、CPU(Central Processing Unit)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等、一般的なコンピュータとしてのハードウェアを備えており、ROMには、CPUによって実行される制御プログラムや、各種データ等が格納されている。中央制御回路103は、各電力変換器セル10の前段セル制御回路14および後段セル制御回路15に対して通信線128を介して接続され、各コンバータ11、各DC/DCコンバータ12、および各インバータ13の運転を制御している。なお、中央制御回路103と、各電力変換器セルとの通信手段は無線であってもよい。

30

#### 【0014】

系統電源101に対しては、開閉器129と、リアクトル130と、初充電用抵抗器131および開閉器132を有する並列回路と、電力変換器セル10A, 10B, 10Cの各入力端子と、が直列に接続されている。これにより、電力変換器セル10に含まれるコンバータ11の入力端子が直列接続されている。さらに、各電力変換器セル10の出力端子も直列に接続され、これら電力変換器セルの出力電圧の合計が電力変換装置100の出力電圧になる。

#### 【0015】

図2は、電力変換器セル10の要部(主として電力系統)の回路図である。

コンバータ11は、フルブリッジ接続されたスイッチング素子(符号なし)を有し、外部から入力された交流電圧を直流電圧に変換する。なお、図示の例において、スイッチング素子はMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)である。この直流電圧は後段に接続される前段DCリンクコンデンサ16によって平滑され、さらに後段に接続されるDC/DCコンバータ12に供給される。DC/DCコンバータ12は、スイッチング素子Q1~Q4を有するフルブリッジ回路212と、共振用インダクタ204, 205と、共振用コンデンサ206と、トランス208と、ダイオードブリッジ回路214と、を有している。

40

#### 【0016】

フルブリッジ回路212は、前段DCリンクコンデンサ16における直流電圧を、高周波交流電圧に変換し、トランス208の一次側を介して、トランス208の二次側に電力を

50

供給する。トランス 208 の二次側に誘起された高周波交流電圧は、ダイオードブリッジ回路 214 によって直流電圧に変換される。変換された直流電圧は、後段 DC リンクコンデンサ 17 によって平滑され、後段に接続されるインバータ 13 に電力が供給される。フルブリッジ回路 212 から出力される電流は、共振用インダクタ 204, 205 および共振用コンデンサ 206 によって電流共振を起こす。この電流共振によって、フルブリッジ回路 212 におけるスイッチング素子 Q1 ~ Q4 のターンオフ時の遮断電流を小さくすることができ、DC / DC コンバータ 12 の変換効率を向上させることができる。

#### 【0017】

図 3 は、電力変換装置 100 の要部（主として制御系統）のブロック図である。

図 3 においては、図 1 に示したコンバータ 11 と、前段 DC リンクコンデンサ 16 と、DC / DC コンバータ 12 と、後段 DC リンクコンデンサ 17 と、を合わせた部分を AC / DC コンバータ 30A, 30B, 30C（以下、これらを AC / DC コンバータ 30 と総称することがある）として示す。

すなわち、各電力変換セル 10 は、AC / DC コンバータ 30 と、インバータ 13 と、前段セル制御回路 14 と、後段セル制御回路 15 と、を備えている。

#### 【0018】

前段セル制御回路 14 は、AC / DC コンバータ 30 から、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  を受信し、その結果を、中央制御回路 103 に対して、前段 DC リンク電圧通知信号 311 として出力する。また、後段セル制御回路 15 は、インバータ 13 から後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  を受信し、その結果を、中央制御回路 103 に対して、後段 DC リンク電圧通知信号 315 として出力する。中央制御回路 103 は、前段 DC リンク電圧通知信号 311 と、後段 DC リンク電圧通知信号 315 と、に基づいて、前段セル制御回路 14 に対して前段 DC リンク電圧指令値 306 と、後段 DC リンク電圧指令値 307 と、運転指令 308 と、を送信する。

#### 【0019】

また、前段セル制御回路 14 は、中央制御回路 103 から供給された前段 DC リンク電圧指令値 306 に基づいて、ゲート信号を生成し、AC / DC コンバータ 30 を駆動する。また、中央制御回路 103 は、外部から起動指令 316 が入力されることにより、所定の初充電動作を開始する。

#### 【0020】

##### 第 1 実施形態の動作

##### （動作の概要）

次に、本実施形態の動作を説明する。

本実施形態においては、まず、中央制御回路 103 に本システムの起動指令 316（図 3 参照）が入力される。これに対して、中央制御回路 103 は、開閉器 129（図 1 参照）を閉じ、開閉器 132 を開く。すると、系統電源 101 からリアクトル 130、初充電用抵抗器 131 およびコンバータ 11A, 11B, 11C を介して電流が流れる。

#### 【0021】

図 2 において、この時点では、コンバータ 11 に属するスイッチング素子が全てオフ状態である。すると、コンバータ 11 は、4 個の還流用ダイオード（符号なし）を有する全波整流回路として機能する。従って、コンバータ 11 の入力端子に交流電圧が印加されると、該交流電圧がコンバータ 11 によって整流され、整流された直流電圧によって前段 DC リンクコンデンサ 16 の充電が開始される。

#### 【0022】

各電力変換セル 10 においては、対応する前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が所定の制御回路起動電圧  $V_0$ （図 6 参照）まで上昇すると、前段セル制御回路 14 が起動する。なお、前段セル制御回路 14 は、対応する前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  を電源電圧として用い、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  のモニタを開始する。さらに、中央制御回路 103 は、各前段セル制御回路 14 に対して、動作モードを「初充電モード MD1」に設定する旨の運転指令を送信する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

この初充電モードMD1において、前段セル制御回路14は、それぞれ、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ の目標値を所定電圧 $V_1$ (図6参照)に設定する。より具体的には、前段セル制御回路14は、それぞれ、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ と、所定電圧 $V_1$ との比較を開始する。ここで、前段DCリンクコンデンサ16A, 16B, 16Cの静電容量が $C_A, C_B, C_C$ であったとすると、これら静電容量は、製造時のバラツキや、経年変化のバラツキ等によって、一般的には、異なる。これら静電容量の大小関係が「 $C_A < C_B < C_C$ 」であれば、電力変換器セル10に含まれる前段DCリンクコンデンサ16の端子電圧、すなわち前段DCリンク電圧 $V_{dc1A}$ が、最初に所定電圧 $V_1$ に達する。

## 【 0 0 2 4 】

各電力変換器セル10における前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ に達すると、前段セル制御回路14は、DC/DCコンバータ12の動作を開始して、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ を維持するように(換言すれば、 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ に近づくように)DC/DCコンバータ12の出力電力を制御する。これは、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が過電圧になることを防止するためである。

## 【 0 0 2 5 】

その後、電力変換器セル10B, 10Cにおいても、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ に順次達する。このように、全ての電力変換器セル10A, 10B, 10Cにおいて、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ に達すると、中央制御回路103は、全ての前段セル制御回路14に対して、動作モードを「初充電モードMD2」に設定する旨の運転指令を送信する。初充電モードMD2では、中央制御回路103は開閉器132を閉じる。さらに、初充電モードMD2においては、前段セル制御回路14は、コンバータ11を動作させつつDC/DCコンバータ12の動作を停止させ、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ の目標値を所定電圧 $V_2$ (図6参照)に設定する。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、所定電圧 $V_1$ は、開閉器132を閉じて前段DCリンクコンデンサ16への突入電流が生じない程度の電圧であり、例えば、系統電源101の交流電圧の最大値とほぼ等しい値とする方法が考えられる。以上より、各電力変換器セル10における前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が昇圧する。やがて、全ての電力変換器セル10において前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_2$ まで昇圧されると、これら電力変換器セルにおける前段DCリンクコンデンサ16の初充電は完了する。ここで、所定電圧 $V_2$ は、例えば、定常運転時の前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ と等しい値とするとよい。

## 【 0 0 2 7 】

このように、前段DCリンクコンデンサ16の初充電が完了すると、中央制御回路103は、全ての前段セル制御回路14に対して、動作モードを「初充電モードMD3」に設定する旨の運転指令を送信する。この初充電モードMD3は、各電力変換器セル10における後段DCリンクコンデンサ17の初充電を行う動作モードである。

## 【 0 0 2 8 】

各電力変換器セルにおける前段セル制御回路14は、後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ の指令値を所定電圧 $V_3$ (図6参照)に設定し、DC/DCコンバータ12を動作させる。これにより、各電力変換器セルにおける後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ は、所定電圧 $V_3$ に至るまで上昇し、後段DCリンクコンデンサ17が充電される。ここで、後段DCリンクコンデンサ17への突入電流を防止するため、例えば、前段セル制御回路14によってDC/DCコンバータ12を電流制御し、後段DCリンクコンデンサ17に流れる電流が所定値以下になるように制御してもよい。そして、電流制御を行った後は、後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ を所定電圧 $V_3$ に近づけるような電圧制御を行うとよい。

## 【 0 0 2 9 】

各電力変換器セルの後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が所定電圧 $V_3$ に達すると、前段DCリンクコンデンサ16および後段DCリンクコンデンサ17に対する初充電動作が完了する。次に、中央制御回路103は、各前段セル制御回路14に対して、動作モードを「定常運転

10

20

30

40

50

モードMD4」に設定する旨の運転指令を送信する。これにより、各電力変換器セル10は、定常運転を開始する。すなわち、系統電源101から入力された交流電力が、電圧振幅および周波数が異なる交流電力に変換され、負荷装置102に供給される。

#### 【0030】

(中央制御回路103の動作)

図4は、一連の初充電において、中央制御回路103が実行する制御プログラムのフローチャートである。

図4において処理が開始し、ステップS10に進むと、初充電開始処理が実行される。すなわち、中央制御回路103は、開閉器129を閉じ、開閉器132を開く。その後、前段セル制御回路14のうち、「起動済みのセル」が生じると、そのセルを特定する情報が当該前段セル制御回路14から中央制御回路103に通知される。ここで、「起動済みのセル」とは、対応する前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が制御回路起動電圧 $V_0$ に達したものを指す。

10

#### 【0031】

次に、処理がステップS12に進むと、中央制御回路103は、各電力変換器セル10のうち「起動済みのセル」に対して、動作モードを初充電モードMD1に設定する旨の運転指令、すなわち「MD1指令」を送信する。

次に、処理がステップS14に進むと、全ての電力変換器セル10に対してMD1指令を送信したか否かが判定される。ここで「No」と判定されると、処理はステップS12に戻り、全ての電力変換器セルに対してMD1指令を送信するまで、ステップS12、S14のループが繰り返される。そして、ステップS14において「Yes」と判定されると、処理はステップS16に進む。

20

#### 【0032】

ステップS16においては、全ての電力変換器セル10の前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が、所定電圧 $V_1$ に達したか否かが判定される。ここで「No」と判定されると、処理はステップS16にて待機する。一方、全ての電力変換器セルの前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_1$ に達すると、「Yes」と判定され、処理はステップS18に進む。

ステップS18においては、中央制御回路103は、開閉器132(図1参照)を閉じる。

#### 【0033】

次に、処理がステップS20に進むと、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10に対して、動作モードを初充電モードMD2に設定する旨の運転指令、すなわち「MD2指令」を送信する。

30

次に、処理がステップS22に進むと、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10において前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_2$ に達したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップS22にて待機する。一方、全ての電力変換器セル10の前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_2$ に達すると、「Yes」と判定され、処理はステップS24に進む。

#### 【0034】

処理がステップS24において、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10に対して、動作モードを初充電モードMD3に設定する旨の運転指令、すなわち「MD3指令」を送信する。

40

次に、処理がステップS26に進むと、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10において後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が所定電圧 $V_3$ に達したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップS26にて待機する。一方、全ての電力変換器セル10の後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が所定電圧 $V_3$ に達すると、「Yes」と判定され、処理はステップS28に進む。

#### 【0035】

次に、処理がステップS28に進むと、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10に対して、動作モードを定常運転モードMD4に設定する旨の運転指令、すなわち「MD4指令」を送信する。

50

これにより、全ての電力変換器セル 10 の動作モードが定常運転モード MD 4 に設定される。すなわち、各電力変換器セル 10 A , 10 B , 10 C は、定常運転を開始し、本ルーチンの処理が終了する。

【 0 0 3 6 】

( 前段セル制御回路 1 4 の動作 )

図 5 は、初充電の際に、前段セル制御回路 1 4 が実行する制御プログラムのフローチャートである。

上述したように、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が制御回路起動電圧  $V_0$  に達するまで、非起動状態になっている。そして、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が制御回路起動電圧  $V_0$  に達すると、前段セル制御回路 1 4 が起動し、図 5 において処理がステップ S 5 0 に進む。ここでは、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 に対して、起動通知、すなわち前段セル制御回路 1 4 が起動した旨の通知を送信する。

10

【 0 0 3 7 】

次に、処理がステップ S 5 2 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  の指令値を所定電圧  $V_1$  に設定し、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  のモニタを開始する。次に、処理がステップ S 5 4 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が所定電圧  $V_1$  に達したか否か、すなわち「 $V_{dc1} = V_1$ 」の関係が成立するか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S 5 4 にて待機する。一方、「 $V_{dc1} = V_1$ 」の関係が成立すると、「Yes」と判定され、処理はステップ S 5 6 に進む。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 5 6 では、「自己消費動作」が開始される。自己消費動作について、詳細は後述するが、これは、フルブリッジ回路 2 1 2 ( 図 2 参照 ) においてスイッチング素子 Q 1 ~ Q 4 のオン/オフ状態を切り替えて、フルブリッジ回路 2 1 2 に若干の電力を消費させ、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  を所定電圧  $V_1$  に維持しようとする ( 換言すれば、 $V_{dc1}$  を所定電圧  $V_1$  に近づける ) 動作である。次に、処理がステップ S 5 8 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 から MD 2 指令を受信したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S 5 8 にて待機する。一方、MD 2 指令を受信すると、「Yes」と判定され、処理はステップ S 6 0 に進む。

20

【 0 0 3 9 】

ステップ S 6 0 において、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  の指令値を所定電圧  $V_2$  に設定する。次に、処理がステップ S 6 2 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  を昇圧させる  $V_{dc1}$  昇圧動作を開始する。ここで、「 $V_{dc1}$  昇圧動作」とは、コンバータ 1 1 を起動させるとともに、DC / DC コンバータ 1 2 を停止させることを指す。そして、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が所定電圧  $V_2$  になるように、コンバータ 1 1 の制御を開始する。

30

【 0 0 4 0 】

次に、処理がステップ S 6 4 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 から MD 3 指令を受信したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S 6 4 にて待機する。一方、MD 3 指令を受信すると、「Yes」と判定され、処理はステップ S 6 6 に進む。ここでは、前段セル制御回路 1 4 は、後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  の指令値を所定電圧  $V_3$  に設定する。次に、処理がステップ S 6 8 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、DC リンク動作を開始する。ここで、「DC リンク動作」とは、DC / DC コンバータ 1 2 を起動して DC / DC コンバータ 1 2 から後段 DC リンクコンデンサ 1 7 に直流電力を伝送する動作である。直流電力が伝送されると、後段 DC リンクコンデンサ 1 7 の充電が開始され後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  が上昇してゆく。

40

【 0 0 4 1 】

次に、処理がステップ S 7 0 に進むと、前段セル制御回路 1 4 は、後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  が所定電圧  $V_3$  に達するまで、すなわち「 $V_{dc2} = V_3$ 」の関係が成立するまで待機する。そして、「 $V_{dc2} = V_3$ 」の関係が成立すると、処理はステップ S 7 2 に進む。ここでは、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 から MD 4 指令、すなわち動作モード

50

を定常運転モードMD4に設定する旨の運転指令を受信するまで処理が待機する。そして、中央制御回路103からMD4指令を受信すると、前段セル制御回路14は、動作モードを定常運転モードMD4に設定し、本ルーチンの処理を終了する。

【0042】

(波形例)

図6は、本実施形態における前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ および後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ の波形図である。

図6において、時刻 $t_1$ に、中央制御回路103において初充電開始処理(図4のS10)が実行されたとする。上述したように、前段DCリンクコンデンサ16A, 16B, 16C(図1参照)の静電容量を $C_A, C_B, C_C$ とし、これら静電容量の大小関係が「 $C_A < C_B < C_C$ 」であれば、前段DCリンク電圧 $V_{dc1A}, V_{dc1B}, V_{dc1C}$ のうち、 $V_{dc1A}$ が、最初に所定電圧 $V_1$ に達する。その時刻を $t_2$ とする。

10

【0043】

その後、時刻 $t_3$ に前段DCリンク電圧 $V_{dc1B}$ が所定電圧 $V_1$ に達し、時刻 $t_4$ に前段DCリンク電圧 $V_{dc1C}$ が所定電圧 $V_1$ に達したとする。この時刻 $t_4$ において、全ての電力変換器セル10の前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が、所定電圧 $V_1$ に達しているため、中央制御回路103は、開閉器132(図1参照)を閉じ(図4のS16, S18)、MD2指令を送信する(図4のS20)。これにより、各電力変換器セル10A, 10B, 10Cにおける前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が上昇し、時刻 $t_5$ には、全ての前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_2$ まで昇圧されたとする。

20

【0044】

次に、中央制御回路103は、全ての電力変換器セル10に対して、「MD3指令」を送信する(図4のS22, S24)。前段セル制御回路14は、このMD3指令を受信すると、後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ の指令値を所定電圧 $V_3$ に設定し(図5のS66)、DC/DCコンバータ12を起動させる(図5のS68)。これにより、各セルの後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が上昇する。そして、時刻 $t_6$ において、全セルの後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が所定電圧 $V_3$ に達すると、中央制御回路103は全セルにMD4指令を送信する(図4のS26, S28)。これにより、全ての電力変換器セル10は、時刻 $t_6$ において定常運転を開始する。

【0045】

図6におけるSTA, STB, STCは、DC/DCコンバータ12A, 12B, 12Cの状態を示す。状態STA, STB, STCにおいてハッチングを付した矩形を描いた区間は、これらDC/DCコンバータにおいて「自己消費動作」が実行されている区間である。また、ハッチングを付していない矩形を描いた区間は、「DCリンク動作」が実行されている区間である。また、時刻 $t_6$ 以前において、これら矩形が描かれていない区間は、対応するスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ が全てオフ状態になっている区間である。

30

【0046】

図7は、前段セル制御回路14からフルブリッジ回路212(図2参照)に供給されるドライブ信号の波形図である。

ここで、ドライブ信号SS1~SS4は、それぞれ、上述した「自己消費動作」を行う期間に、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ (図2参照)に供給されるドライブ信号である。また、ドライブ信号SN1~SN4は、DC/DCコンバータ12から直流電力を出力する「DCリンク動作」の際に、スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ に供給されるドライブ信号である。

40

【0047】

ドライブ信号SS1, SS3が共に“1”になる期間は、スイッチング素子 $Q_1, Q_3$ が共にオン状態になる。また、ドライブ信号SS2, SS4が共に“1”になる期間は、スイッチング素子 $Q_2, Q_4$ が共にオン状態になる。スイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ は、若干の寄生容量を有している。従って、ドライブ信号SS1~SS4によってスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ のオン/オフ状態を切り替えると、この寄生容量が充放電されるため、フルブリッジ回路212にて若干の電力が消費される。これにより、前段DCリンクコンデンサ1

50

6を放電することができる。また、ドライブ信号 $SS1 \sim SS4$ のスイッチング周波数を変化させることにより、その消費電力を調整することができるため、前段セル制御回路14は、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ を所定電圧 $V_1$ に維持することができる。

【0048】

また、DCリンク動作を行う際、ドライブ信号 $SN1, SN4$ が共に“1”になる期間は、スイッチング素子 $Q1, Q4$ が共にオン状態になる。これにより、図2において、スイッチング素子 $Q1$ 、共振用インダクタ204、トランス208および共振用コンデンサ206を介して電流が流れる。また、ドライブ信号 $SN2, SN3$ が共に“1”になる期間は、スイッチング素子 $Q2, Q3$ が共にオン状態になる。これにより、トランス208等には逆方向の電流が流れる。従って、ドライブ信号 $SN1 \sim SN4$ によってスイッチング素子 $Q1 \sim Q4$ のオン/オフ状態を切り替えると、DC/DCコンバータ12から電力変換器セル10に電力を伝送することができる。

10

【0049】

図8は、前段セル制御回路14の要部のブロック図である。すなわち、図8は、前段セル制御回路14によって実行される自己消費動作に関するアルゴリズム構成を示す。

図8において、電圧センサ82は、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ を計測する。減算器83は、所定電圧 $V_1$ から前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ を減算する。スイッチング周波数演算部85は、減算器83における減算結果 $(V_1 - V_{dc1})$ に基づいて、ドライブ信号 $SS1 \sim SS4$ のスイッチング周波数を決定する。上述したように、スイッチング素子 $Q1 \sim Q4$ で消費される電力は、ドライブ信号 $SS1 \sim SS4$ のスイッチング周波数に比例するため、スイッチング周波数を制御することによって、DC/DCコンバータ12における消費電力を制御できる。例えば、DC/DCコンバータ12における消費電力を低減する場合は、スイッチング周波数を下げるとよい。

20

【0050】

#### 第1実施形態の効果

以上のように本実施形態の電力変換装置(100)は、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ に応じて第1の変換器(11)の動作状態を変更しつつ、第1のコンデンサ(16)に対する充電を行わせる制御回路(103)を備える。

これにより、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ に応じて第1のコンデンサ(16)を充電できる。

【0051】

より具体的には、制御回路(103)は、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ を第1の所定電圧 $(V_1)$ に近づけるように第2の変換器(12)を動作させる。

30

これにより、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ の制御において、第2の変換器(12)を有効に活用できる。

【0052】

また、制御回路(103)は、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ が、第1の所定電圧 $(V_1)$ よりも低い所定の起動電圧 $(V_0)$ 以上であることを条件として、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ を第1の所定電圧 $(V_1)$ に近づけるように第2の変換器(12)を動作させる。

これにより、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ に応じて、第2の変換器(12)を適切に動作させることができる。

40

【0053】

また、第2の変換器(12)は、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ を第2の直流電圧 $(V_{dc2})$ に変換するものであり、電力変換器セル(10)は、第2の直流電圧 $(V_{dc2})$ によって充電される第2のコンデンサ(17)を備え、制御回路(103)は、第1の直流電圧 $(V_{dc1})$ が第2の所定電圧 $(V_2)$ に達した後に、第2の変換器(12)に第2のコンデンサ(17)を充電させる。

これにより、適切な時期に第2のコンデンサ(17)の充電を開始できる。

【0054】

また、第2の変換器(12)は、第2のコンデンサ(17)を充電する際、第2のコンデンサ(17)に流れる電流が所定値以下になるように出力電流を制御する。

50

これにより、第 2 のコンデンサ ( 1 7 ) への突入電流を防止できる。

【 0 0 5 5 】

さらに、第 2 の変換器 ( 1 2 ) は、第 2 のコンデンサ ( 1 7 ) を充電する際、第 2 のコンデンサ ( 1 7 ) に流れる電流が所定値以下になるように出力電流を制御し、その後、第 2 の直流電圧 (  $V_{dc2}$  ) が第 3 の所定電圧 (  $V_3$  ) に近づくように制御する。

これにより、第 2 のコンデンサ ( 1 7 ) への突入電流を防止しつつ、第 2 の直流電圧 (  $V_{dc2}$  ) を第 3 の所定電圧 (  $V_3$  ) の付近に維持することができる。

【 0 0 5 6 】

また、本実施形態によれば、例えば初充電用の専用電源等が不要である。そして、複数の電力変換器セル ( 1 0 ) の間で、第 1 のコンデンサ ( 1 6 ) の容量に差がある場合であっても、第 1 のコンデンサ ( 1 6 ) 等の過電圧を防止しつつ、短時間かつ低コストに初充電を行うことが可能である。これにより、本実施形態の電力変換装置 ( 1 0 0 ) は、安価に構成できるとともに迅速に初充電を行える。

【 0 0 5 7 】

[ 第 2 実施形態 ]

次に、本発明の第 2 実施形態による電力変換装置の構成を説明する。なお、以下の説明において、第 1 実施形態の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する場合がある。

本実施形態のハードウェア構成は、第 1 実施形態のもの ( 図 1、図 2、図 3、図 8 参照 ) と同様であり、中央制御回路 1 0 3 における制御プログラムも第 1 実施形態のもの ( 図 4 参照 ) と同様である。

但し、前段セル制御回路 1 4 が実行するプログラムは第 1 実施形態のもの ( 図 5 参照 ) とは異なる。

【 0 0 5 8 】

図 9 は、本実施形態において、初充電の際に前段セル制御回路 1 4 が実行する制御プログラムのフローチャートである。

上述したように、前段セル制御回路 1 4 は、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が制御回路起動電圧  $V_0$  に達するまで、非起動状態になっている。そして、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が制御回路起動電圧  $V_0$  に達すると、前段セル制御回路 1 4 が起動し、図 9 において処理がステップ S 8 0 に進む。図 9 におけるステップ S 8 0 ~ S 8 4 の処理は、図 5 に示したステップ S 5 0 ~ S 5 4 の処理と同様である。

【 0 0 5 9 】

すなわち、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 に対して起動通知を送信し ( S 8 0 )、その後は前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が所定電圧  $V_1$  に達するまで処理が待機する ( S 8 2, S 8 4 )。前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  が所定電圧  $V_1$  に達すると、処理はステップ S 2 0 2 に進み、後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  が所定電圧  $V_3$  未満であるか否かが判定される。ここで「Yes」と判定されると、処理はステップ S 2 0 4 に進み、DC リンク動作が開始される。ここで、DC リンク動作の内容は、第 1 実施形態のステップ S 6 8 のものと近似している。

【 0 0 6 0 】

すなわち、前段セル制御回路 1 4 は、DC / DC コンバータ 1 2 を起動して DC / DC コンバータ 1 2 に電力を送らせ、後段 DC リンクコンデンサ 1 7 を充電してゆく点で、ステップ S 2 0 4 の処理はステップ S 6 8 の処理と同様である。但し、ステップ S 2 0 4 では、前段 DC リンク電圧  $V_{dc1}$  を所定電圧  $V_1$  に維持しつつ、余った電力を後段 DC リンクコンデンサ 1 7 に伝送する点で、ステップ S 6 8 の処理とは異なる。

【 0 0 6 1 】

次に、処理がステップ S 2 0 6 に進むと、後段 DC リンク電圧  $V_{dc2}$  が所定電圧  $V_3$  未満であるか否かが再び判定される。ここで「Yes」と判定されると、処理はステップ S 2 0 8 に進み、前段セル制御回路 1 4 は、中央制御回路 1 0 3 から MD 2 指令を受信したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップ S 2 0 6 に戻る。以後、

後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が所定電圧 $V_3$ 未満であって前段セル制御回路14がMD2指令を受信しない限り、ステップS206, S208のループが繰り返される。

【0062】

ここで、前段セル制御回路14がMD2指令を受信すると、ステップS208において「Yes」と判定され、処理はステップS90に進む。以後、ステップS90～S102の処理が実行されるが、これらの処理は図5に示したステップS60～S72の処理と同様である。すなわち、前段セル制御回路14は、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ の指令値を所定電圧 $V_2$ に設定し(S90)、 $V_{dc1}$ 昇圧動作を開始する(S92)。

【0063】

その後、前段セル制御回路14が中央制御回路103からMD3指令を受信すると(S94)、前段セル制御回路14は後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ の指令値を所定電圧 $V_3$ に設定し(S96)、DCリンク動作を開始する(S98)。これにより、後段DCリンクコンデンサ17の充電が開始され後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ が上昇してゆく。そして、「 $V_{dc2} < V_3$ 」の関係が成立すると(S100)、前段セル制御回路14は、中央制御回路103からMD4指令を受信するまで処理を待機させ、MD4指令を受信すると、動作モードを定常運転モードMD4に設定し(S102)、本ルーチンの処理を終了する。

【0064】

ところで、電力変換装置100が停止中であっても、負荷装置102が回生電力を発生させた場合等に、後段DCリンクコンデンサ17が充電される場合がある。このような場合、後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ は、早期に所定電圧 $V_3$ に達する。すると、ステップS202またはS206において「No」と判定され、処理はステップS86に進む。

【0065】

ステップS86では、第1実施形態のステップS56と同様に、前段セル制御回路14は「自己消費動作」が開始される。次に、処理がステップS88に進むと、前段セル制御回路14は、中央制御回路103からMD2指令を受信したか否かを判定する。ここで「No」と判定されると、処理はステップS88にて待機する。一方、MD2指令を受信すると、「Yes」と判定され、上述したステップS90以降の処理が実行される。

【0066】

図10は、本実施形態における前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ および後段DCリンク電圧 $V_{dc2}$ の波形図である。

図10において、時刻 $t_1$ に、中央制御回路103において初充電開始処理(図4のステップS10)が実行されたとする。図6の場合と同様に、前段DCリンクコンデンサ16A, 16B, 16C(図1参照)の静電容量の大小関係が「 $C_A < C_B < C_C$ 」であれば、時刻 $t_2$ に $V_{dc1A}$ が、最初に所定電圧 $V_1$ に達する。その時刻 $t_2$ から後段DCリンクコンデンサ17Aへの充電が開始し、後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ の昇圧が開始する。

【0067】

その後の時刻 $t_3$ に前段DCリンク電圧 $V_{dc1B}$ が所定電圧 $V_1$ に達すると、その時刻 $t_3$ から後段DCリンクコンデンサ17Bへの充電が開始し、後段DCリンク電圧 $V_{dc2B}$ の昇圧が開始する。このように、本実施形態においては、後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ ,  $V_{dc2B}$ の昇圧が早期に開始されるため、後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ ,  $V_{dc2B}$ は、共に時刻 $t_6$ 以前に所定電圧 $V_3$ に到達している。上述した以外の動作は、第1実施形態のもの(図6参照)と同様である。本実施形態においては、後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ ,  $V_{dc2B}$ が所定電圧 $V_1$ に達した後、コンバータ11から入力される電力を後段DCリンク電圧 $V_{dc2A}$ ,  $V_{dc2B}$ の昇圧のために有効利用することができる。これにより、第1実施形態と比較して、より高効率かつ短時間に後段DCリンクコンデンサ17を初充電できる。

【0068】

以上のように本実施形態によれば、第1実施形態と同様に、電力変換装置を安価に構成できるとともに迅速に初充電を行える等の効果を奏する。

さらに、本実施形態によれば、第2の変換器(12)は、第2のコンデンサ(17)を充電する際、第1の直流電圧( $V_{dc1}$ )を第1の所定電圧( $V_1$ )に近づけるように動作しつ

10

20

30

40

50

つ第2のコンデンサ(17)を充電し、その後、第2のコンデンサ(17)に流れる電流または第2の直流電圧( $V_{dc2}$ )に基づいて第2のコンデンサ(17)を充電する。これにより、前段DCリンク電圧 $V_{dc1}$ が所定電圧 $V_2$ に達する以前から、少なくとも一部の後段DCリンクコンデンサ17の充電を開始できるため、電力変換装置の初充電時間を短縮することができ、かつ、初充電動作時の電力変換効率を高めることができる。

【0069】

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態による電力変換装置の構成を説明する。なお、以下の説明において、上述した他の実施形態の各部に対応する部分には同一の符号を付し、その説明を省略する場合がある。

図11は、本実施形態による電力変換システム300のブロック図である。

電力変換システム300は、入力端子302R, 302S, 302Tと、出力端子304U, 304V, 304Wと、電力変換装置100U, 100V, 100Wと、を備えている。ここで、電力変換装置100U, 100V, 100Wは、それぞれ、第1実施形態による電力変換装置100(図1参照)または第2実施形態による電力変換装置と同様に構成されている。

【0070】

入力端子302R, 302S, 302Tには、三相系統電源のR相、S相、T相電圧が印加される。各電力変換装置100U, 100V, 100Wの一方の入力端子は、入力端子302R, 302S, 302Tにそれぞれ接続され、他方の入力端子は、系統側中性点302Nに接続されている。また、出力端子304U, 304V, 304Wには、図示せぬ三相負荷装置が接続される。各電力変換装置100U, 100V, 100Wの一方の出力端子は、出力端子304U, 304V, 304Wにそれぞれ接続、他方の出力端子は、負荷側中性点304Nに接続されている。

【0071】

かかる構成により、電力変換システム300は、入力端子302R, 302S, 302Tに供給された三相交流電力を、任意の電圧振幅および周波数を有する他の三相交流電力に変換し、図示せぬ三相負荷装置に供給することができる。本実施形態において、電力変換装置100U, 100V, 100Wは、第1実施形態または第2実施形態のものと同様の初充電動作を個別に実行する。

以上のように、本実施形態によれば、三相の電力変換システム300においても、装置を安価に構成できるとともに迅速に初充電を行える。

【0072】

[変形例]

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。上述した実施形態は本発明を理解しやすく説明するために例示したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について削除し、もしくは他の構成の追加・置換をすることが可能である。また、図中に示した制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上で必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。上記実施形態に対して可能な変形は、例えば以下のようなものである。

【0073】

(1) 上記各実施形態では、電力変換装置100(図1参照)に含まれる電力変換器セルの数を「3」としているが、これは一例であり、電力変換器セルの数は任意に定めることができる。さらに、図1では、各電力変換器セル10A, 10B, 10Cの出力端子が直列接続されているが、これらの出力端子を並列接続してもよい。

【0074】

(2) 図2に示した電力変換器セル10には、種々の変形が可能である。例えば、DC /

10

20

30

40

50

DCコンバータ12においては、共振用インダクタ204, 205のうち一方のみを設けてもよい。さらに、共振用コンデンサ206を省略し、電流共振させることなく電力変換を行う構成を採用してもよい。また、ダイオードブリッジ回路214に代えて、スイッチング素子を用いたフルブリッジ回路を適用してもよい。

【0075】

(3) 図1、図2および図8では、スイッチング素子としてMOSFETを適用した例を示したが、これに代えて、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等、他の素子を適用してもよい。

【0076】

(4) 図7に示したドライブ信号SS1~SS4のパターンは、図示のものには限定されない。例えば、ドライブ信号SS1, SS3の一方のみを図示のように交番させ、他方を“0”に維持してもよい。同様に、ドライブ信号SS2, SS4の一方のみを図示のように交番させ、他方を“0”に維持してもよい。

10

【0077】

(5) 上記第3実施形態(図11参照)においては、入力端子302R, 302S, 302Tと出力端子304U, 304V, 304Wとの間において、電力変換装置100U, 100V, 100WをY-Y結線により接続した。しかし、電力変換装置100U, 100V, 100Wの結線方法はY-Y結線に限られるものではなく、Y-結線、-Y結線、または-結線であってもよい。

【0078】

(6) 上記各実施形態における中央制御回路103、前段セル制御回路14および後段セル制御回路15のハードウェアは一般的なコンピュータによって実現できるため、図4、図5、図9に示したプログラム等を記憶媒体に格納し、または伝送路を介して頒布してもよい。

20

【0079】

(7) 図4、図5、図9に示した処理は、上記実施形態ではプログラムを用いたソフトウェア的な処理として説明したが、その一部または全部をASIC (Application Specific Integrated Circuit; 特定用途向けIC)、あるいはFPGA (field-programmable gate array) 等を用いたハードウェア的な処理に置き換えてもよい。

【符号の説明】

30

【0080】

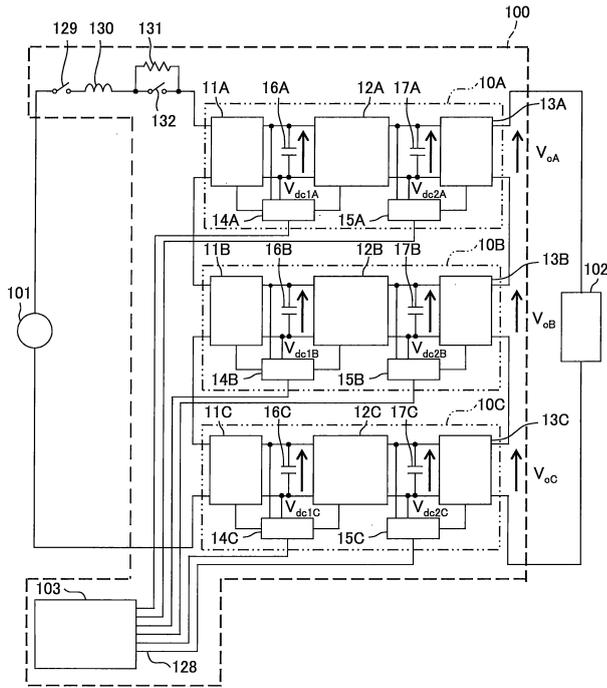
- 10, 10A, 10B, 10C 電力変換器セル
- 11, 11A, 11B, 11C コンバータ(第1の変換器)
- 12, 12A, 12B, 12C DC/DCコンバータ(第2の変換器)
- 16, 16A, 16B, 16C 前段DCリンクコンデンサ(第1のコンデンサ)
- 17, 17A, 17B, 17C 後段DCリンクコンデンサ(第2のコンデンサ)
- 100, 100U, 100V, 100W 電力変換装置
- 103 中央制御回路(制御回路)
- V<sub>1</sub> 第1の所定電圧
- V<sub>2</sub> 第2の所定電圧
- V<sub>3</sub> 第3の所定電圧
- V<sub>dc1</sub> 前段DCリンク電圧(第1の直流電圧)
- V<sub>dc2</sub> 後段DCリンク電圧(第2の直流電圧)

40

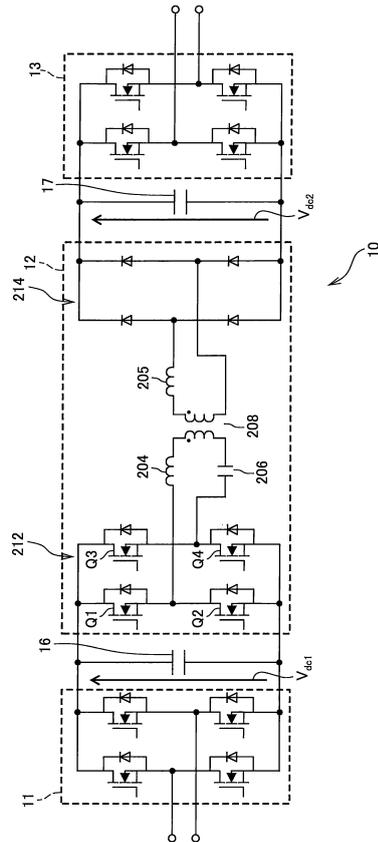
50

【図面】

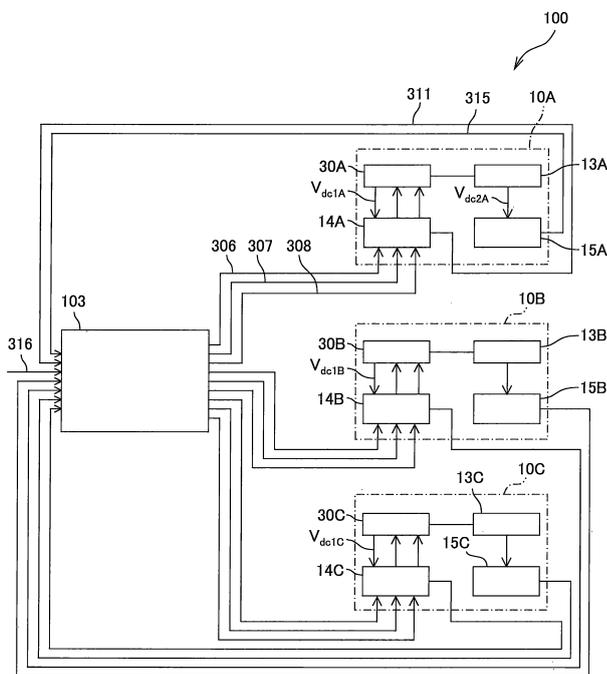
【図 1】



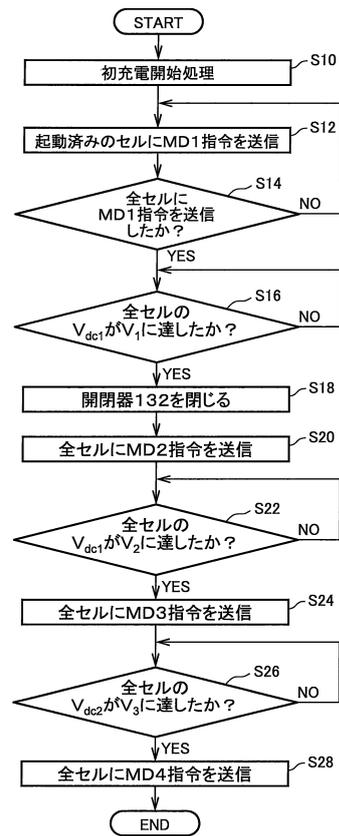
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

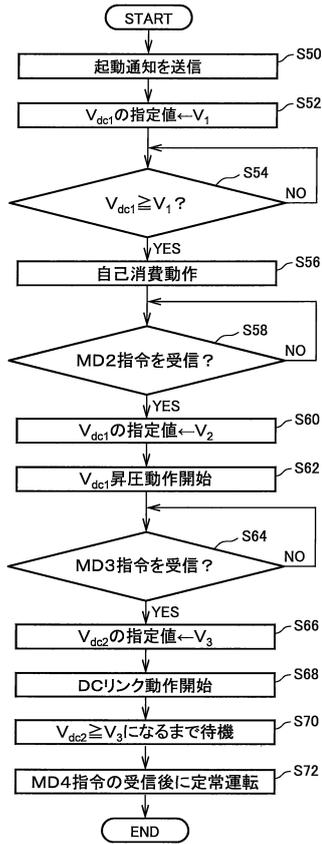
20

30

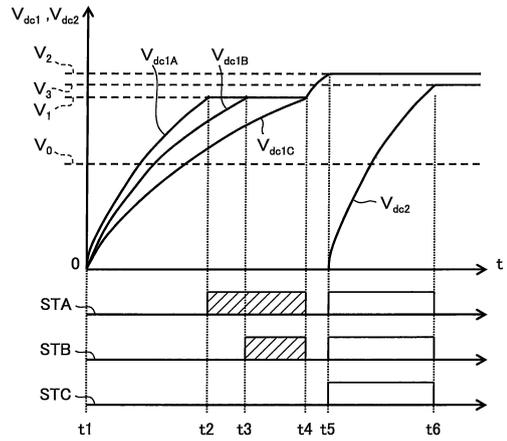
40

50

【図5】



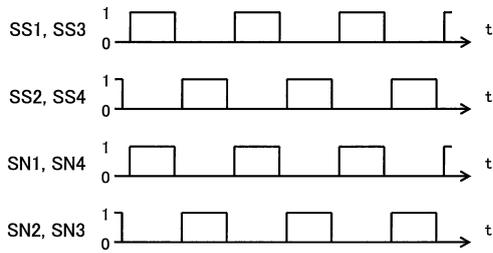
【図6】



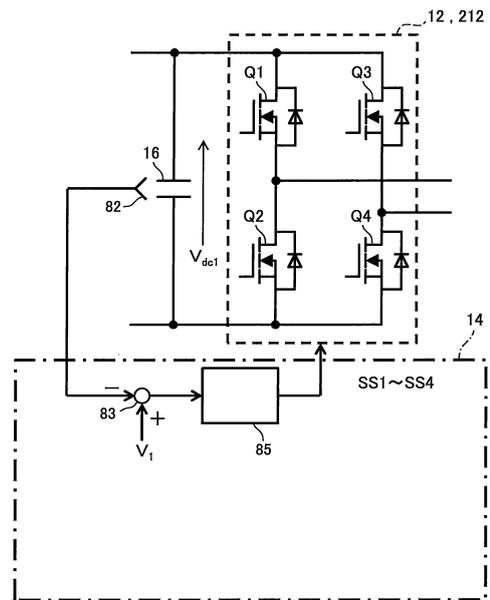
10

20

【図7】



【図8】

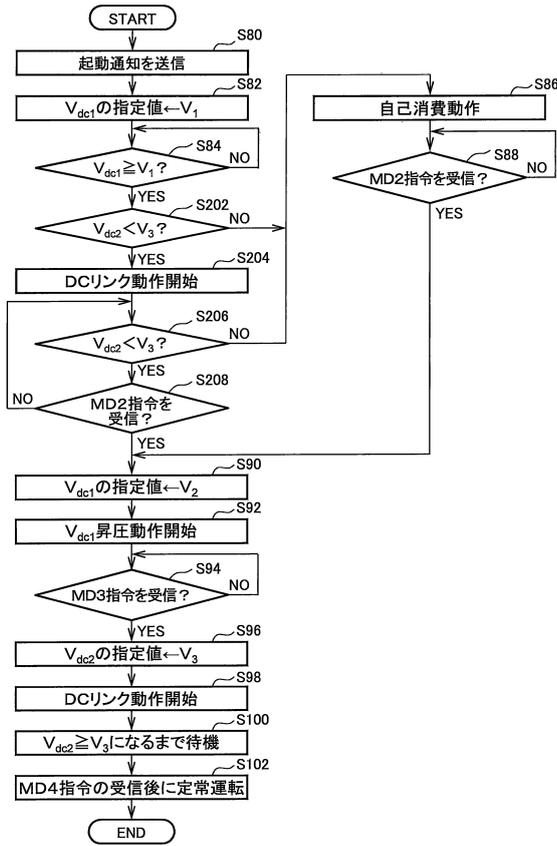


30

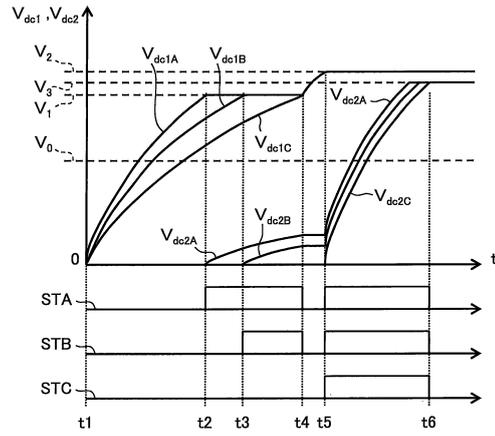
40

50

【 図 9 】



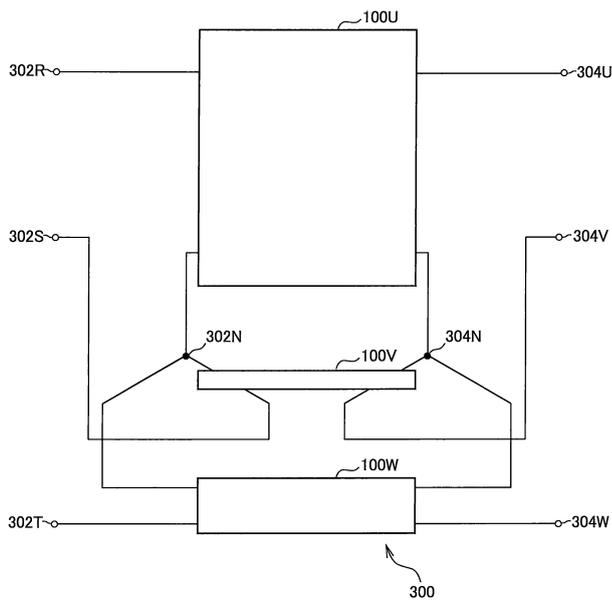
【 図 10 】



10

20

【 図 11 】



30

40

50

---

フロントページの続き

(72)発明者 門田 充弘

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

審査官 木村 励

(56)参考文献 特開2017-147812(JP, A)

国際公開第2017/163508(WO, A1)

国際公開第2005/020420(WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H02M 7/12

H02M 3/28