

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-184829

(P2020-184829A)

(43) 公開日 令和2年11月12日(2020.11.12)

(51) Int.Cl.

H02M 3/155 (2006.01)

F I

H02M 3/155

W

テーマコード(参考)

5H730

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2019-88032 (P2019-88032)  
 (22) 出願日 令和1年5月8日 (2019.5.8)

(71) 出願人 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100110423  
 弁理士 曾我 道治  
 (74) 代理人 100111648  
 弁理士 梶並 順  
 (74) 代理人 100122437  
 弁理士 大宅 一宏  
 (74) 代理人 100147566  
 弁理士 上田 俊一  
 (74) 代理人 100161171  
 弁理士 吉田 潤一郎

最終頁に続く

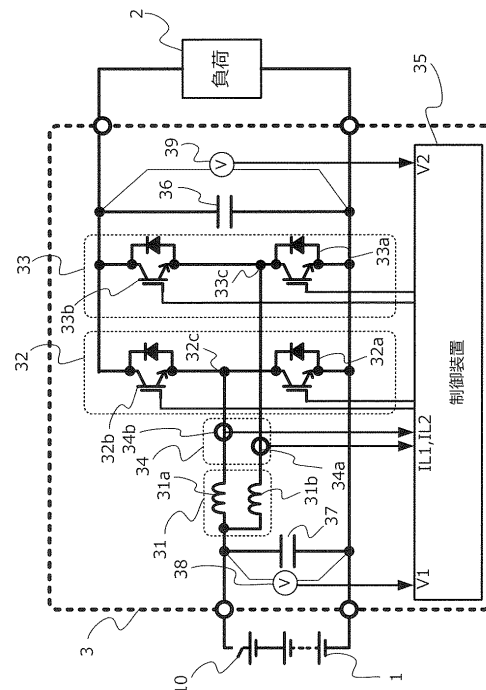
(54) 【発明の名称】 電力変換装置、及び電力変換制御装置

(57) 【要約】

【課題】 負荷に対して並列に接続された平滑コンデンサの電荷の放電をより短時間に行える電力変換装置、及び電力変換制御装置を提供する。

【解決手段】 電力変換装置(3)は、負荷(2)に対して並列に接続される平滑コンデンサ(36)と、平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された2つのスイッチング素子(32aと32b、33aと33b)を上アーム、及び下アームとする複数の電圧変換回路(32、33)と、一端が電源(1)と接続され、他端が一つの電圧変換回路を構成する2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトル(31a、31b)を含むリアクトル群(31)と、平滑コンデンサの電荷を放電させる場合に、各スイッチング素子のオンオフ駆動により、平滑コンデンサを含む第1の閉回路、並びに2つ以上のリアクトル、及び2つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、平滑コンデンサを含まない第2の閉回路を形成させる制御部(35)と、を備える。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサと、  
前記平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された 2 つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路と、  
一端が電源と接続され、他端が前記複数の電圧変換回路のうちの一つを構成する前記 2 つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群と、  
前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記複数の電圧変換回路を構成する各スイッチング素子のオンオフ駆動により、前記平滑コンデンサ、前記リアクトル群を構成する 2 つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する 2 つ以上の電圧変換回路を含む第 1 の閉回路、並びに前記リアクトル群を構成する 2 つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する 2 つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、前記平滑コンデンサを含まない第 2 の閉回路を形成させる制御部と、  
を備える電力変換装置。

10

**【請求項 2】**

前記リアクトル群は、磁気的に結合されている、  
請求項 1 に記載の電力変換装置。

**【請求項 3】**

前記平滑コンデンサの両端間の電圧値を検出する電圧センサと、  
前記リアクトル群を構成する各リアクトルの電流値を検出する複数の電流センサと、を更に備え、  
前記制御部は、  
前記電圧センサにより検出された前記電圧値を用いて、前記複数の電圧変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動する第 1 の駆動条件を決定する第 1 の条件設定部と、  
前記複数の電流センサによりそれぞれ検出された前記電流値を用いて、前記第 1 の駆動条件に対する変更量を決定する変更量決定部と、  
前記変更量を用いて、前記第 1 の駆動条件を変更した後の駆動条件である第 2 の駆動条件を設定する第 2 の条件設定部と、  
前記第 2 の条件設定部が設定した前記第 2 の駆動条件に従って、前記複数の電圧変換回路を構成する前記スイッチング素子をオンオフ駆動するための信号を生成する信号生成部と、  
を備える請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置。

20

30

**【請求項 4】**

前記電源に対して並列に接続される他の平滑コンデンサと、  
前記他の平滑コンデンサの両端間の電圧値を検出する他の電圧センサと、を更に備え、  
前記制御部は、  
前記他の電圧センサにより検出された前記電圧値を用いて、前記複数の電圧変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動する第 3 の駆動条件を決定する第 3 の条件設定部と、  
前記第 1 の条件設定部が設定した前記第 1 の駆動条件、及び前記第 3 の条件設定部が設定した前記第 3 の駆動条件のうち的一方を選択する選択部と、を更に備え、  
前記第 2 の条件設定部は、前記選択部が選択した前記第 1 の駆動条件、及び前記第 3 の駆動条件のうち的一方を、前記変更量を用いて変更し、前記第 2 の駆動条件を設定する、  
請求項 3 に記載の電力変換装置。

40

**【請求項 5】**

前記選択部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記第 3 の駆動条件を選択する、  
請求項 4 に記載の電力変換装置。

50

## 【請求項 6】

前記リアクトル群を構成する少なくとも一つのリアクトル、前記複数の電力変換回路を構成する少なくとも一つのスイッチング素子、及び前記平滑コンデンサのうちの何れかの温度を検出する温度センサ、を更に備え、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記温度センサにより検出された温度が定めた上限値を超えた場合、前記複数の電力変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動するうえでのスイッチング周期を変更する

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

## 【請求項 7】

前記リアクトル群を構成する少なくとも一つのリアクトル、前記複数の電力変換回路を構成する少なくとも一つのスイッチング素子、及び前記平滑コンデンサのうちの何れかの温度を検出する温度センサ、を更に備え、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記温度センサにより検出された温度が定めた上限値を超えた場合、前記第 1 および第 2 の閉回路に流れる単位時間当たりの電流量を前記温度が前記上限値を超える前より低下させる、

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

## 【請求項 8】

前記制御部は、前記複数の電流センサのうちの一つに異常が発生した場合、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記電流値を反映させた前記変更量決定部による前記変更量の決定を停止させる、

請求項 3 に記載の電力変換装置。

## 【請求項 9】

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記複数の電力変換回路を構成する一つのスイッチング素子にオン駆動しない異常が発生した場合、前記異常が発生したスイッチング素子を除くスイッチング素子をオンオフ駆動する、

請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

## 【請求項 10】

前記複数の電圧変換回路が 3 つ以上の電圧変換回路であった場合に、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時、前記 3 つ以上の電圧変換回路を構成する各スイッチング素子のオンオフ駆動により、前記平滑コンデンサ、及び前記上アームまたは下アームとして用いられる前記スイッチング素子がオン駆動された少なくとも 2 つの電圧変換回路を含む第 3 の閉回路を形成させる、

請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

## 【請求項 11】

負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサ、前記平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された 2 つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路、及び一端が電源と接続され、他端が前記複数の電圧変換回路のうちの一つを構成する前記 2 つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群を備える電力変換回路で前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記複数の電圧変換回路を構成するスイッチング素子のオンオフ駆動を行わせ、前記平滑コンデンサ、前記リアクトル群を構成する 2 つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する 2 つ以上の電圧変換回路を含む第 1 の閉回路、並びに前記リアクトル群を構成する 2 つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する 2 つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、前記平滑コンデンサを含まない第 2 の閉回路を形成させる処理を実行する、

電力変換制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、2つのスイッチング素子が直列に接続された電圧変換回路が複数、平滑コンデンサと並行に接続された電力変換装置、及び電力変換制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電力変換装置には、2つのスイッチング素子を直列に接続した電圧変換回路であるハーフブリッジ回路を複数、備えたものがある。このタイプの電力変換装置では、通常、ハーフブリッジ回路の両端間に、平滑コンデンサ、及び負荷が接続される。平滑コンデンサに蓄えられた電荷の放電時に流れる放電電流を抑制するためもあり、一端を電源、他端をハーフブリッジ回路のうちの1つを構成する2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを通して放電させることも行われている（例えば、特許文献1参照）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-17750号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

平滑コンデンサに印加される電圧が高い電力変換装置では、感電するのを防止するために、蓄えられた電荷を即時、放電できるようにすることが法規により定められている。従来、平滑コンデンサに蓄えられた電荷の放電は、各ハーフブリッジ回路を構成するスイッチング素子のオンオフ駆動により、平滑コンデンサ、2つのリアクトル、及び2つのハーフブリッジ回路を含む閉回路を形成させることにより行われている。

20

【0005】

この閉回路の形成により、平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させることができる。しかし、その放電に要する時間は、より短くすることが望まれる。

【0006】

本発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、負荷に対して並列に接続された平滑コンデンサの電荷の放電をより短時間に行える電力変換装置、及び電力変換制御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】

30

【0007】

本発明に係る電力変換装置は、負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサと、平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された2つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路と、一端が電源と接続され、他端が複数の電圧変換回路のうちの1つを構成する2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群と、平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、複数の電圧変換回路を構成する各スイッチング素子のオンオフ駆動により、平滑コンデンサ、リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路を含む第1の閉回路、並びにリアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、平滑コンデンサを含まない第2の閉回路を形成させる制御部と、を備える。

40

【0008】

本発明に係る電力変換制御装置は、負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサ、平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された2つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路、及び一端が電源と接続され、他端が複数の電圧変換回路のうちの1つを構成する2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群を備える電力変換回路で平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、複数の電圧変換回路を構成するスイッチング素子のオンオフ駆動を行わせ、平滑コンデンサ、リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び複数

50

の電圧変換回路を構成する２つ以上の電圧変換回路を含む第１の閉回路、並びにリアクトル群を構成する２つ以上のリアクトル、及び複数の電圧変換回路を構成する２つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、平滑コンデンサを含まない第２の閉回路を形成させる処理を実行する。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、負荷に対して並列に接続された平滑コンデンサの電荷の放電をより短時間に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の実施の形態１に係る電力変換装置の構成例を示す図である。

【図２】本発明の実施の形態１に係る電力変換制御装置の構成例を示す図である。

【図３】通常状況時、及び放電実行状況時にそれぞれ生成される各信号例を説明する図である。

【図４】モード１で形成される閉回路の例を説明する図である。

【図５】モード２で形成される閉回路の例を説明する図である。

【図６】モード３で形成される閉回路の例を説明する図である。

【図７】モード４で形成される閉回路の例を説明する図である。

【図８】リアクトル群を構成する各リアクトルの放電実行状況時における電流値の変化の例を説明する図である。

【図９】リアクトル群の具体例を説明する図である。

【図１０】本発明の実施の形態２に係る電力変換装置の構成例を示す図である。

【図１１】本発明の実施の形態３に係る電力変換装置の構成例を示す図である。

【図１２】本発明の実施の形態３に係る電力変換制御装置の構成例を示す図である。

【図１３】本発明の実施の形態３に係る電力変換制御装置によって通常状況時、及び放電実行状況時にそれぞれ生成される各信号例を説明する図である。

【図１４】本発明の実施の形態３に係る電力変換装置で放電実行状況時に各リアクトルに流れる電流の値の変化の例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、本発明に係る電力変換装置、及び電力変換制御装置の各実施の形態を、図を参照して説明する。各図では、同一の要素、同一と見なせる要素、または対応する要素には、同一符号を付している。

【００１２】

実施の形態１．

図１は、本発明の実施の形態１に係る電力変換装置の構成例を示す図である。始めに図１を参照し、電力変換装置３の構成について具体的に説明する。

【００１３】

図１に構成例を示す電力変換装置３は、２つのハーフブリッジ回路を電圧変換用の電圧変換回路３２、３３として備えたフルブリッジ型のＤＣ（Direct Current）／ＤＣコンバータである。この電力変換装置３には、バッテリー１が電源として接続されると共に、負荷２が接続される。それにより、電力変換装置３は、バッテリー１から供給された電力の電圧を、負荷２にとって望ましい電圧に変換し、電圧を変換させた後の電力を負荷２に供給するようになっている。なお、負荷２の種類は、特に限定されない。その負荷２には、インバータ等の他の電力変換装置が含まれていても良い。

【００１４】

バッテリー１の正極端子は、コンタクタ１０の一端と接続されている。バッテリー１の負極端子は、平滑コンデンサ３７の一端と接続されている。平滑コンデンサ３７の他端は、コンタクタ１０の他端と接続されている。平滑コンデンサ３７の両端には、その両端間の電圧値 $V_1$ を検出するための電圧センサ３８が接続されている。電圧値 $V_1$ を示す信号は、

10

20

30

40

50

電圧センサ 38 から制御装置 35 に出力される。なお、コンタクト 10 は、例えばバッテリー 1 に備えられるか、或いはバッテリー 1 及び電力変換装置 3 とは別に設けられるものである。ここでは便宜的に、コンタクト 10 は、一つの部品として設けられたものと想定する。電力変換装置 3 が電動車両に搭載されている場合、コンタクト 10 の開閉制御は、例えば ECU (Electronic Control Unit) により行われる。

#### 【0015】

平滑コンデンサ 37 の他端には、リアクトル群 31 を構成するリアクトル 31a、31b の各一端が接続されている。リアクトル 31a の他端は、電圧変換回路 32 を構成する 2 つのスイッチング素子 32a、32b 間の接続点 32c と接続されている。リアクトル 31b の他端は、電圧変換回路 33 を構成する 2 つのスイッチング素子 33a、33b 間の接続点 33c と接続されている。

10

#### 【0016】

2 つの電圧変換回路 32、33 に用いられたスイッチング素子 32a ~ 33b は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) のコレクタ・エミッタ間にダイオードを逆向きに並列接続させたデバイスである。それにより、ダイオードのアノード及びカソードは、エミッタ及びコレクタにそれぞれ接続されている。スイッチング素子 32a ~ 33b は、IGBT を用いたデバイスに限定されない。スイッチング素子 32a ~ 33b は、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) であっても良く、SiC (Silicon Carbide)、GaN (Gallium Nitride) などを用いたワイドバンドギャップ半導体により形成されたものであっても良い。

20

#### 【0017】

電圧変換回路 32、33 にそれぞれ接続させたリアクトル 31a、31b は、バッテリー 1 から供給される電力の電圧を昇圧させる機能を備える。また、負荷 2 の両端間に接続される平滑コンデンサ 36 に蓄えられた電荷を放電させる際に流れる放電電流を抑制させる機能も備える。

#### 【0018】

リアクトル群 31 は、図 9 に示すように、リアクトル 31a、31b を逆極性に接続させた磁気結合型のもの、例えばトランスであっても良い。磁気結合型のリアクトル群 31 を採用した場合、リアクトル群 31 を小型化できることから、電力変換装置 3 もより小型化させることができる。

30

#### 【0019】

電流センサ群 34 は、リアクトル群 31 を構成する各リアクトル 31a、31b の電流値  $I_{L2}$ 、 $I_{L1}$  を検出するための複数の電流センサである。そのために、電流センサ群 34 は、リアクトル 31a に流れる電流の値  $I_{L2}$  を検出するための電流センサ 34b、及びリアクトル 31b に流れる電流の値  $I_{L1}$  を検出するための電流センサ 34a を含む。電流値  $I_{L2}$  を示す信号は、電流センサ 34b から制御装置 35 に出力される。電流値  $I_{L1}$  を示す信号は、電流センサ 34a から制御装置 35 に出力される。リアクトル 31a を流れる電流は、電圧変換回路 32 を流れる電流に相当する。リアクトル 31b を流れる電流は、電圧変換回路 33 を流れる電流に相当する。

#### 【0020】

電圧変換回路 32 は、2 つのスイッチング素子 32a、32b を直列に接続させた構成である。スイッチング素子 32b を構成する IGBT のコレクタは、負荷 2 の一端、及び平滑コンデンサ 36 の一端に接続されている。スイッチング素子 32a を構成する IGBT のエミッタは、負荷 2 の他端、及び平滑コンデンサ 36 の他端に接続されている。それにより、接続点 32c は、スイッチング素子 32b を構成する IGBT のエミッタと、スイッチング素子 32a を構成する IGBT のコレクタとに接続されている。

40

#### 【0021】

電圧変換回路 33 は、2 つのスイッチング素子 33a、33b を直列に接続させた構成である。スイッチング素子 33b を構成する IGBT のコレクタは、負荷 2 の一端、及び平滑コンデンサ 36 の一端に接続されている。スイッチング素子 33a を構成する IGBT

50

Tのエミッタは、負荷2の他端、及び平滑コンデンサ36の他端に接続されている。それにより、接続点33cは、スイッチング素子33bを構成するIGBTのエミッタと、スイッチング素子33aを構成するIGBTのコレクタとに接続されている。

#### 【0022】

平滑コンデンサ36の両端間には、その両端間の電圧値V2を検出するための電圧センサ39が接続されている。電圧値V2を示す信号は、電圧センサ39から制御装置35に出力される。

#### 【0023】

制御装置35は、2つの電圧センサ38、39がそれぞれ検出した電圧値V1、V2のうち的一方、及び2つの電流センサ34a、34bがそれぞれ検出した電流値IL2、IL1を処理し、4つのスイッチング素子32a~33bのオンオフ駆動を行う。この制御装置35は、本実施の形態における制御部、及び電力変換制御装置に共に相当する。ここでは、電力変換装置3の制御装置35を除く部分は「電力変換回路」と表記して区別する。

10

#### 【0024】

次に図2を参照し、この制御装置35、つまり本実施の形態における電力変換制御装置の構成について具体的に説明する。図2は、本発明の実施の形態1に係る電力変換制御装置の構成例を示す図である。

#### 【0025】

図2に示すように、制御装置35は、電流エラー量生成部351、電流制御器352、デューティ生成部353、ゲート信号生成部354、第1の電圧制御部355a、第2の電圧制御部355b、及び切替器356を備える。本実施の形態では、例えばゲート信号生成部354を除く構成要素は、一つの情報処理装置、例えばマイクロコンピュータにより実現されていてもよい。その場合、マイクロコンピュータは、ゲート信号生成部354を除く構成要素を実現させるための処理を実行することにより、制御装置35の一部となっている。このことから、本実施の形態における電力変換制御装置は、広義には、図2に示す全ての構成要素を含む。狭義には、本実施の形態における電力変換制御装置には、ゲート信号生成部354は含まれない。

20

#### 【0026】

先ず、制御装置35の動作の概略について説明する。制御装置35は、PWM (Pulse Width Modulation) 制御により、各スイッチング素子32a~33bをオンオフ駆動する。平滑コンデンサ36の電荷の放電を想定しない通常時、制御装置35は、電圧値V2が、設定された基準電圧値V2refと一致するように、スイッチング素子32a~33bをオンオフ駆動するうえでのデューティ比Dutyを決定する。制御装置35は、電流値IL1、IL2間の差が0となるように、このデューティ比Dutyを操作する。その操作により、デューティ比Dutyから、電圧変換回路32用のデューティ比Duty32、電圧変換回路33用のデューティ比Duty33が生成される。ゲート信号生成部354は、生成されたデューティ比Duty32、Duty33に従って、電圧変換回路32の2つのスイッチング素子32a、32b、及び電圧変換回路33の2つのスイッチング素子33a、33bをオンオフ駆動するための信号を生成して出力する。

30

40

#### 【0027】

ゲート信号生成部354が生成する信号は、スイッチング素子32a~33bを構成する各IGBTのゲートに入力される信号である。図2に表記の「Gate\_\_32a」は、スイッチング素子32aを構成するIGBTのゲートに入力される信号を表している。同様に、「Gate\_\_32b」「Gate\_\_33a」「Gate\_\_33b」は、それぞれ、スイッチング素子32b~33bを構成する各IGBTのゲートに入力される信号を表している。

#### 【0028】

デューティ比Dutyの操作量は、電流値IL1、IL2を用いて決定される。本実施の形態では、このことに着目し、平滑コンデンサ36の電荷の放電を想定する放電時、そ

50

の操作量を、放電を想定したものに切り替えるようにしている。それにより、平滑コンデンサ36の電荷のより短時間での放電を実現させる。平滑コンデンサ36の電荷をより短時間で放電させることにより、より高い安全性が確保される。

【0029】

電流エラー量生成部351は、通常時、電流値IL1、IL2間の差分ILerr1を電流エラー量ILerrとして生成し出力する。また、電流エラー量生成部351は、平滑コンデンサ36の電荷を放電させる場合、その差分ILerr1に対し、設定された値を加算し、その加算結果を電流エラー量ILerrとして出力する。そのために、電流エラー量生成部351は、設定値切替器351a、減算器351b、及び加算器351cを備えている。

10

【0030】

減算器351bは、電流値IL1から電流値IL2を減算することにより差分ILerr1を算出する。加算器351cは、差分ILerr1に、設定値切替器351aが出力する値ILerr2を加算することにより、電流エラー量ILerrを算出する。この電流エラー量ILerrが、電流エラー量生成部351から電流制御器352に出力される。

【0031】

電流値IL1、IL2は共に変動する。そのため、減算器351bでの減算に用いられる実際の電流値IL1、IL2は、例えば定めた時間での平均値か、或いはフィルタ処理した値である。

20

【0032】

設定値切替器351aは、コマンドとして機能する2値の信号、つまりH(High)、及びL(Low)の2つの状態を有する信号である指示1により、出力する値ILerr2の内容を切り替える。H、言い換えれば論理値が1の指示1は、平滑コンデンサ36の電荷の放電動作を要求する。L、言い換えれば論理値が0の指示1は、通常時の動作、つまり負荷2への電力供給動作を要求する。

【0033】

負荷2にモータが含まれている場合、指示1は、平滑コンデンサ36の電荷を放電すべき状況時の他に、発電機として機能しているモータからの電力である回生電力が供給される状況時にもHになる。この2つの状況時の放電電流、及び回生電力は共に、バッテリー1の充電、及びバッテリー1に接続された別の負荷への電力供給に用いることができる。第2の電圧制御部355bは、バッテリー1の充電、及び別の負荷への電力供給を想定したものである。

30

【0034】

なお、回生電力を電力供給に用いる場合であっても、回生電力は電力変換回路内で消費される。それにより、電力変換回路は、電力変換装置3が電動車両等に搭載されている場合、回生ブレーキとしても機能する。このため、電動車両に搭載する機械ブレーキに求められる制動力はより小さいものとなる。

【0035】

コンタクト10は、バッテリー1と電力変換装置3との間の電気的な接続、及びその接続の切断を可能にする。バッテリー1から電力を供給する状況では、コンタクト10は閉状態とされ、バッテリー1と電力変換装置3との間は接続される。放電電流が流れる状況、及び回生電力が供給される状況では、コンタクト10は、バッテリー1と電力変換装置3との間の接続を切断する開状態、及び閉状態のうちの何れかとなる。これは、例えばバッテリー1が充電可能な状態であれば、上記のように、放電電流、及び回生電力は共にバッテリー1の充電に利用できるからである。以下、混乱を避けるために、負荷2への電力供給を行う状況は「通常状況」と表記し、それ以外の状況は「放電実行状況」と総称する。放電実行状況には、平滑コンデンサ36の電荷による放電電流、或いは回生電力を単に消費する状況、及び、その放電電流、或いは回生電力を用いてバッテリー1、或いは別の負荷に電力供給する状況が含まれる。

40

50

## 【0036】

設定値切替器351aは、指示1がLであった場合、0の値ILerr2を出力する。それにより、電流エラー量生成部351は、差分ILerr1を電流エラー量ILerrとして出力する。この結果、電流エラー量生成部351は、電流値IL1、IL2を一致させるように機能する。

## 【0037】

一方、指示1がHであった場合、設定値切替器351aは、例えば定められた設定値ILsetを値ILerr2として出力する。そのため、電流エラー量生成部351は、差分ILerr1に設定値ILsetを加算して得られる加算結果を電流エラー量ILerrとして出力する。この結果、電流エラー量生成部351は、平滑コンデンサ36の電荷の放電を効率的に行えるように機能する。

10

## 【0038】

電流制御器352は、電流エラー量生成部351から入力した電流エラー量ILerrを用いて、デューティ比Dutyの操作量Dを算出してデューティ生成部353に出力する。操作量Dの算出には、周知の技術、例えばP制御、PI制御、或いはPID(Proportional-Integral-Differential)制御を用いることができる。

## 【0039】

第1の電圧制御部355aは、電圧値V2が基準となる目標電圧値V2refと一致させるためのデューティ比Duty2を生成する。そのために、第1の電圧制御部355aは、減算器3551、及び電圧制御器3552を備えている。

20

## 【0040】

減算器3551は、目標電圧値V2refから電圧値V2を減算することにより、それらの間の差分V2errを算出する。電圧制御器3552は、差分V2errを用いて、電圧値V2を目標電圧値V2errと一致させるためのデューティ比Duty2を算出する。算出されたデューティ比Duty2は、切替器356に出力される。差分V2errを用いたデューティ比Duty2の算出には、周知の技術、例えばP制御、PI制御、或いはPID制御を用いることができる。

## 【0041】

第2の電圧制御部355bは、第1の電圧制御部355aとは異なり、電圧値V1が基準となる目標電圧値V1refと一致させるためのデューティ比Duty1を生成し、生成したデューティ比Duty1を切替器356に出力する。そのために、第2の電圧制御部355bは、第1の電圧制御部355aと同様に、減算器3551、及び電圧制御器3552を備えている。それら構成要素の動作は第1の電圧制御部355aと同様のため、詳細な説明は省略する。

30

## 【0042】

切替器356は、例えば指示1と同様な2値の信号である指示2により、入力したデューティ比Duty1、Duty2のうち的一方を選択し、選択した方をデューティ比Dutyとしてデューティ生成部353に出力する。例えば切替器356は、指示2がLであった場合、デューティ比Duty2を選択し、選択したデューティ比Duty2をデューティ比Dutyとして出力する。指示2がHであった場合、切替器356は、デューティ比Duty1を選択し、選択したデューティ比Duty1をデューティ比Dutyとして出力する。

40

## 【0043】

指示2がHとなるのは、放電実行状況時であり、且つ電圧値V1を維持すべき時である。(例えば、バッテリー1側にシステムに重要な機器が接続されてコンタクト10は、放電実行状況時となる前に開状態とされる。バッテリー1に別の負荷としてシステムに重要な機器が接続されているような場合、電圧値V1は維持させる必要がある。指示1は、切替器356がデューティ比Duty1をデューティ比Dutyとして出力した後、Hとさせる必要がある。このことから、指示1は、指示2がHとなった後にHとなる。

## 【0044】

50

なお、本実施の形態では、放電実行状況時に、バッテリー1と接続された別の負荷に電力を供給することも想定している。しかし、その想定は行わなくとも良い。それにより、第2の電圧制御部355bは設けなくとも良い。第2の電圧制御部355bを設けない場合、デューティ比Duty1の代わりに、所定のデューティ比、例えば50%固定のデューティ比を想定し、設定値切替器351aに値ILerr2として出力させる設定値ILsetを設定すれば良い。

【0045】

デューティ生成部353は、スイッチング素子32a~33bのオンオフ駆動に用いるデューティ比Duty32、Duty33を生成する。デューティ比Duty32、Duty33の生成は、電流制御器352から入力した操作量Dを用いて、切替器356から入力したデューティ比Dutyを操作することで行われる。そのために、デューティ生成部353は、減算器353a、及び加算器353bを備えている。

10

【0046】

減算器353aは、デューティ比Dutyから操作量Dを減算する。その減算結果がデューティ比Duty32としてゲート信号生成部354に出力される。

【0047】

一方、加算器353bは、デューティ比Dutyに操作量Dを加算する。その加算結果がデューティ比Duty33としてゲート信号生成部354に出力される。

【0048】

ゲート信号生成部354は、2つの信号生成器354a、354bを備える。デューティ比Duty32は、信号生成器354aに入力され、デューティ比Duty33は、信号生成器354bに入力される。

20

【0049】

信号生成器354aは、デューティ比Duty32に従って、電圧変換回路32を構成する2つのスイッチング素子32a、32bをオンオフ駆動するための信号Gate\_32a、Gate\_32bを生成する。信号Gate\_32a、Gate\_32bは、互いに相補的な信号であり、一方がHのときに他方はLとなる。デューティ比Duty32は、スイッチング素子32bを構成するIGBTが1周期のうちでオン駆動される時間の割合を示す値である。この周期は、PWM制御を行ううえでの単位時間である周期、つまりスイッチング周期である。

30

【0050】

信号生成器354bは、デューティ比Duty33に従って、電圧変換回路33を構成する2つのスイッチング素子33a、33bをオンオフ駆動するための信号Gate\_33a、Gate\_33bを生成する。信号Gate\_33a、Gate\_33bも、互いに相補的な信号であり、一方の信号がHのときに他方の信号はLとなる。電圧変換回路は電圧変換回路32、33の2つであることから、信号Gate\_33a、Gate\_33bは、信号Gate\_32a、Gate\_32bとは位相が逆、つまり180度ズレている。

【0051】

上記の構成において、第1の電圧制御部355aは、本実施の形態における第1の条件設定部に相当する。生成されるデューティ比Duty2は、第1の駆動条件に相当する。第2の電圧制御部355bは、本実施の形態における第3の条件設定部に相当する。生成されるデューティ比Duty1は、第3の駆動条件に相当する。デューティ生成部353は、本実施の形態における第2の条件設定部に相当する。デューティ比Duty32、Duty33は共に、第2の駆動条件に相当する。切替器356は、本実施の形態における選択部に相当する。

40

【0052】

電流エラー量生成部351の減算器351b、及び電流制御器352は、本実施の形態における変更量決定部に相当する。操作量Dは、本実施の形態における変更量に相当する。設定値切替器351a、及び加算器351cは、本実施の形態における狭義の変更量

50

操作部に相当する。広義の変更量操作部には、電流制御器 352 が更に含まれる。これは、設定値切替器 351 a が値  $I L e r r 2$  として設定値  $I L s e t$  を出力したことによる最終的な結果は、電流制御器 352 の処理により得られるからである。ゲート信号生成部 354 は、本実施の形態における信号生成部に相当する。

【0053】

図 3 は、通常状況時、及び放電実行状況時にそれぞれ生成される各信号例を説明する図である。図 3 において、上段は、通常状況時に生成される各信号例を示し、下段は、放電実行状況時に生成される各信号例を示している。通常状況時とは、指示 1 が 0、つまり L となっている状況時であり、放電実行状況時とは、指示 1 が 1、つまり H となっている状況時である。図 3 において、各信号、つまり信号  $G a t e \_ 3 2 a$ 、 $G a t e \_ 3 2 b$ 、 $G a t e \_ 3 3 a$ 、 $G a t e \_ 3 3 b$  は、H、L の 2 値で信号レベルを表している。

10

【0054】

図 3 において、「 $T s w$ 」は、スイッチング周期を表している。「 $T a$ 」は、通常状況時における信号  $G a t e \_ 3 2 a$  の H が継続する時間である H 時間、言い換えれば信号  $G a t e \_ 3 2 b$  の L が継続する時間である L 時間を表している。「 $T a'$ 」は、放電実行状況時における信号  $G a t e \_ 3 2 a$  の H 時間を表している。それにより、通常状況時では、デューティ比  $D u t y 3 2 = T a / T s w$  である。

【0055】

また、「 $T b$ 」は、通常状況時における信号  $G a t e \_ 3 3 a$  の H 時間、言い換えれば信号  $G a t e \_ 3 3 b$  の L 時間を表している。「 $T b'$ 」は、放電実行状況時における信号  $G a t e \_ 3 3 a$  の H 時間を表している。

20

【0056】

H 時間  $T a$ 、 $T a'$  の差 ( $= T a - T a'$ ) は、デューティ比  $D u t y$  が同じであり、且つ電流値  $I L 1$ 、 $I L 2$  の和 ( $= I L 1 + I L 2$ ) も同じと仮定した場合、操作量  $D$  を用いた減算操作により生じる。その仮定では、通常状況時、電流制御器 352 が操作量  $D$  の生成に用いる電流エラー量  $I L e r r$  と、放電実行状況時、電流制御器 352 が操作量  $D$  の生成に用いる電流エラー量  $I L e r r$  との間には、上記のように、設定値  $I L s e t$  の差がある。このことから、図 3 は、設定値  $I L s e t$  により、操作量  $D$  の内容を間接的に制御できることを表している。

【0057】

なお、設定値  $I L s e t$  に応じたデューティ比  $D u t y$  の操作は、操作量  $D$  による操作とは別に行っても良い。つまり、設定値  $I L s e t$  に応じたデューティ比  $D u t y$  の操作は、直接的に行うようにしても良い。

30

【0058】

図 3 の上段、及び下段には、モードとして、1、3、4 の数値を表記している。このモードは、電力変換回路内で形成される閉回路に対応したものであり、数値は、実際に形成される閉回路の種類を表している。ここで、図 4 ~ 図 7 を参照し、各ノードで形成される閉回路について具体的に説明する。図 4 ~ 図 7 は、それぞれモード 1 ~ 4 で形成される閉回路の例を説明する図である。

【0059】

モード 1 では、図 4 に示すように、平滑コンデンサ 36 を含む閉回路、つまり平滑コンデンサ 36 スwitching素子 32 b リアクトル 31 a リアクトル 31 b スwitching素子 33 a 平滑コンデンサ 36、の経路で平滑コンデンサ 36 から放電電流が流れる閉回路が形成される。この閉回路により、モード 1 では、平滑コンデンサ 36 に蓄えられた電荷を直接、放電させるとともにリアクトル 32 a、32 b にエネルギーを移すことができる。

40

【0060】

モード 4 では、図 7 に示すように、平滑コンデンサ 36 を含む閉回路、つまり平滑コンデンサ 36 スwitching素子 33 b リアクトル 31 b リアクトル 31 a スwitching素子 32 a 平滑コンデンサ 36、の経路で平滑コンデンサ 36 から放電電流が流れ

50

る閉回路が形成される。この閉回路により、モード4でも、平滑コンデンサ36に蓄えられた電荷を直接、放電させるとともにリアクトル31a、31bにエネルギーを移すことができる。

【0061】

モード2では、図5に示すように、平滑コンデンサ36を含む閉回路は形成されず、リアクトル群31を含む閉回路が形成される。その閉回路では、リアクトル群31に蓄えられたエネルギーにより、例えばリアクトル31a リアクトル31b スwitching素子33b スwitching素子32b リアクトル31a、の経路で電流が流れる。平滑コンデンサ36から放電電流が流れる場合、リアクトル群31にエネルギーが蓄えられる。そのため、この閉回路に電流が流れることにより、平滑コンデンサ36からの放電電流が流れる閉回路が形成されていなくとも、導通損失、つまり電力変換回路内の電力損失が発生し、平滑コンデンサ36を含む電力変換回路の電荷の放電が実現される。

10

【0062】

モード3でも、図6に示すように、平滑コンデンサ36を含む閉回路は形成されず、リアクトル群31を含む閉回路が形成される。その閉回路では、リアクトル群31に蓄えられたエネルギーにより、例えばリアクトル31a リアクトル31b スwitching素子33a スwitching素子32a リアクトル31a、の経路で電流が流れる。この閉回路に電流が流れることにより、モード3でも、平滑コンデンサ36を含む電力変換回路の電荷の放電が実現される。

20

【0063】

モード1及びモード4で形成される閉回路は共に、本実施の形態における第1の閉回路に相当する。モード2で形成される閉回路は、本実施の形態における第2の閉回路に相当する。

【0064】

図3の下段では、モードは、モード1 モード3 モード4 モード3、の順序でサイクリックに遷移する。その遷移は、昇圧比によって変化する。昇圧比によっては、モードは、モード1 モード2 モード4 モード2、の順序でサイクリックに遷移する。

30

【0065】

上記のような遷移では、常に閉回路が形成される。しかし、スウィッチング周期内に、閉回路が形成されない期間を設けても良い。このこともあり、モード遷移、つまり形成させる閉回路の種類、及びその順序、等は特に限定されない。

【0066】

図3の下段に示すようなモード遷移により、平滑コンデンサ36を含む閉回路の他に、その平滑コンデンサ36を含まない閉回路が形成される。そのため、平滑コンデンサ36を含む閉回路が形成されていない間でも、電力変換回路内の電力が消費される。この電力消費により、平滑コンデンサ36の電荷の放電はより効率的に行えるようになる。この結果、平滑コンデンサ36の電荷の放電もより短時間に行うことができる。

【0067】

電荷は、平滑コンデンサ36の他に、平滑コンデンサ37にも蓄えられる。平滑コンデンサ37に蓄えられた電荷は、モード1及びモード4で形成される閉回路により放電させることができる。本実施の形態では、平滑コンデンサ37を含む閉回路は、モード3でも形成される。そのため、平滑コンデンサ37の電荷の放電もより短時間に行うことができる。

40

【0068】

図8は、リアクトル群を構成する各リアクトルの放電実行状況時における電流値の変化の例を説明する図である。図8では、各リアクトル31a、31bの電流値 $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$ に加え、指示1、指示2、及び指示2によって切り換えられる目標電圧値 $V_{1ref}$ 、 $V_{2ref}$ を示している。ここでの電流値 $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$ は、上記のように、平均値か、或いはフィルタ処理した値である。

【0069】

50

図 8 中の「 $I_1$ 」は、バッテリー 1 から供給される電力の電流値を表している。電力変換装置 3 は 2 つの電圧変換回路 3 2、3 3 を備えていることから、電流値  $I_{L1}$  と  $I_{L2}$  の和は  $I_1$  であり、通常、電流値  $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$  は、 $I_1 / 2$  となっている。

【0070】

上記のように、通常状況時には、指示 1、及び指示 2 は共に L である。通常状況からコンタクト 1 0 が開状態となり、バッテリー 1 との接続が切断され放電実行状況に変化する場合、図 8 に示すように、指示 1 は、指示 2 が H となった後に H となる。指示 1 が H となることにより、平滑コンデンサ 3 6 の電荷の放電を想定したスイッチング素子 3 2 a ~ 3 3 b のオンオフ駆動が開始される。言い換えれば、図 4 ~ 図 7 に示すような閉回路の形成による平滑コンデンサ 3 6 の電荷の直接的な放電、及びその放電によってリアクトル群 3 1 に生じるエネルギーの消費が開始される。その結果、図 8 に示すように、リアクトル 3 1 a、3 1 b の電流値  $I_{L2}$ 、 $I_{L1}$  の間には、電流エラー量生成部 3 1 5 で設定される設定値  $I_{Lset}$  の差が発生することとなる。

10

【0071】

電力変換回路に用いられる部品には、通常、上限温度が定められている。このことから、スイッチング素子 3 2 a ~ 3 3 b のうちの少なくとも一つ、平滑コンデンサ 3 6、3 7 のうちの少なくとも一つ、及びリアクトル 3 1 a、3 1 b のうちの少なくとも一つのうちの何れかに温度検出用の温度センサを設け、検出された温度を制御に用いても良い。例えば検出された温度が定めた上限値を超えた場合、指示 1 を H から L に変更しても良い。そのようにしても、単位時間当たりの電流量は、温度が上限値を超える前より低下することから、上限値を超える温度が検出された部品はもとより、他の電流によって温度が上昇する部品の温度もより低くさせることができる。従って、電力変換回路を構成する部品をより保護することができる。

20

【0072】

温度の抑制は、リアクトル 3 1 a、3 1 b では高周波化が望ましく、スイッチング素子 3 2 a ~ 3 3 b では低周波化が望ましい。このことから、リアクトル 3 1 a、3 1 b のうちの一方、及びスイッチング素子 3 2 a ~ 3 3 b のうちの何れかの温度を検出するために複数の温度センサを設けても良い。そのように複数の温度センサを設けた場合、検出された温度が上限値を超えた部品の種類に応じて、スイッチング周期、つまりスイッチング周波数を変更するようにしても良い。

30

【0073】

電流センサ群 3 4 を構成する何れかの電流センサに異常が発生する可能性がある。何れかの電流センサに異常が発生した場合、電流値  $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$  を用いた適切なフィードバック制御は不可能となる。このことから、何れかの電流センサに異常が発生した場合、操作量  $D$  を予め定めた固定値とし、電流値  $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$  をフィードバック制御に反映させないようにしても良い。この固定値は、例えば 2 つ以上、用意することにより、指示 1 が L が否かに応じて固定値を切り換えれば良い。そのように固定値を切り換えるようにした場合、通常状況時、放電実行状況時ともに、電力変換装置 3 を動作させることができる。放電実行状況時には、平滑コンデンサ 3 6 の電荷の放電に要する時間の短縮化も実現させることができる。

40

【0074】

異常は、スイッチング素子 3 2 a ~ 3 3 b のうちの何れかに発生する可能性がある。アームであるスイッチング素子 3 2 b、3 3 b のうちの何れかにオン駆動できないオフ故障が発生した場合、そのオフ故障が発生したスイッチング素子のオンオフ駆動を停止し、故障したスイッチング素子を除く残りのスイッチング素子のオンオフ駆動を行うようにしても良い。そのようなオンオフ駆動を行う場合、オフ故障が発生したスイッチング素子は、ダイオードとしてのみ使用することになる。

【0075】

オフ故障が発生したスイッチング素子のダイオードとしてのみの使用は、例えば 2 つの信号生成器 3 5 4 a、3 5 4 b のそれぞれに、オフ故障が発生したスイッチング素子に

50

じて生成する信号の内容を変更させることにより実現できる。そのように、オフ故障が発生したアームに応じて、生成する信号の内容を変更することにより、オフ故障の発生後も電力変換装置 3 を動作させることができる。制御が複雑になるのを抑制するために、電流値  $I L 1$ 、 $I L 2$  を用いたフィードバック制御は停止させるのが望ましい。

【0076】

実施の形態 2 .

図 10 は、本発明の実施の形態 2 に係る電力変換装置の構成例を示す図である。本実施の形態では、平滑コンデンサ 37 の代わりに、2 つの平滑コンデンサ 37 B、37 C を用いている。図 10 に示すように、平滑コンデンサ 37 B は、リアクトル 31 a のバッテリー 1 側の一端と、バッテリー 1 の負極端子との間に接続されている。平滑コンデンサ 37 C は、リアクトル 31 b のバッテリー 1 側の一端と、バッテリー 1 の負極端子との間に接続されている。

10

【0077】

電力変換回路が図 10 に示すような構成であっても、制御装置 35 として、基本的に上記実施の形態 1 の制御装置 35 を用いることができる。その制御装置 35 を用いることにより、本実施の形態でも、上記実施の形態 1 と同様の効果を得ることができる。

【0078】

実施の形態 3 .

上記実施の形態 1、2 では、電力変換回路が備える電圧変換回路は 2 つとなっている。これに対し、本実施の形態 3 では、電圧変換回路は 3 つとなっている。

20

【0079】

図 11 は、本発明の実施の形態 3 に係る電力変換装置の構成例を示す図である。本実施の形態では、図 11 に示すように、スイッチング素子 41 a、41 b が直列に接続された構成の電圧変換回路 41 が平滑コンデンサ 36 の両端間に更に接続されている。バッテリー 1 の正極端子と、2 つのスイッチング素子 41 a、41 b 間の接続点 41 c との間には、リアクトル 31 c が接続されている。そのリアクトル 31 c に流れる電流の電流値  $I L 3$  を検出するために、電流センサ 34 c が追加されている。

【0080】

図 12 は、本発明の実施の形態 3 に係る電力変換制御装置の構成例を示す図である。図 12 では、上記実施の形態 1 から異なる部分を抽出して構成例を示している。つまり、本実施の形態では、制御装置 35 は、図 12 に示す構成要素の他に、第 1 の電圧制御部 355 a、第 2 の電圧制御部 355 b、及び切替器 356 を備える。

30

【0081】

本実施の形態では、電流エラー量生成部 351 は、図 12 に示すように、第 1 の指令値生成部 501、第 2 の指令値生成部 502、及び第 3 の指令値生成部 503 を備える。

【0082】

第 1 の指令値生成部 501 は、演算器 511、及び 3 つの減算器 512 a ~ 512 c を備えている。演算器 511 は、電流値  $I L 1 \sim I L 3$  を入力して、その平均値  $I L r e f X$  を算出する。この平均値  $I L r e f X$  は、 $I L r e f X = (I L 1 + I L 2 + I L 3) / 3$ 、により求めることができる。平均値  $I L r e f X$  は、各減算器 512 a ~ 512 c 40

40

【0083】

減算器 512 a は、平均値  $I L r e f X$  から電流値  $I L 1$  を減算し、その減算結果  $I L e r r X 1$  を第 3 の指令値生成部 503 に出力する。減算器 512 b は、平均値  $I L r e f X$  から電流値  $I L 2$  を減算し、その減算結果  $I L e r r X 2$  を第 3 の指令値生成部 503 に出力する。減算器 512 c は、平均値  $I L r e f X$  から電流値  $I L 3$  を減算し、その減算結果  $I L e r r X 3$  を第 3 の指令値生成部 503 に出力する。

【0084】

第 2 の指令値生成部 502 は、偏流波生成器 521 を備える。この偏流波生成器 521 は、電圧変換回路が 3 つ存在するために、設定値切替器 351 a の代わりに搭載されたも

50

のである。偏流波生成器 5 2 1 は、第 3 の指令値生成部 5 0 3 に、減算結果  $I L e r r X 1 \sim I L e r r X 3$  に対する操作量となる値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  を生成して出力する。

【0085】

これらの値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  は、放電実行状況時、つまり指示 1 が H となっている状況時か否かに応じて生成方法が異なる。指示 1 が L の状況時では、例えば値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  は全て 0 である。指示 1 が H の状況時では、例えば値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  は、以下のようにして生成される。

$$I L e r r Y 1 = A \sin t$$

$$I L e r r Y 2 = A \sin ( t + 2 / 3 )$$

$$I L e r r Y 3 = A \sin ( t - 2 / 3 )$$

ここで、A は定数、 $\omega$  はスイッチング周波数に対応する角速度、t は指示 1 が H となつてから経過した時間、である。

【0086】

偏流波生成器 5 2 1 は、指示 1 が H の場合に、値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  を偏流波値として生成する。値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  は、上記実施の形態 1 における設定値  $I L s e t$  のように機能する。値  $I L e r r Y 1 \sim I L e r r Y 3$  の合計値は 0 となる。

【0087】

第 3 の指令値生成部 5 0 3 は、3 つの加算器 5 3 1 a ~ 5 3 1 c を備えている。加算器 5 3 1 a は、減算結果  $I L e r r X 1$  に値  $I L e r r Y 1$  を加算し、その加算結果を差分  $I L e r r 1 1$  として電流制御器 3 5 2 a に出力する。同様に、加算器 5 3 1 b は、減算結果  $I L e r r X 2$  に値  $I L e r r Y 2$  を加算し、その加算結果を差分  $I L e r r 1 2$  として電流制御器 3 5 2 b に出力する。加算器 5 3 1 c は、減算結果  $I L e r r X 3$  に値  $I L e r r Y 3$  を加算し、その加算結果を差分  $I L e r r 1 3$  として電流制御器 3 5 2 c に出力する。

【0088】

差分  $I L e r r 1 1$ 、 $I L e r r 1 2$ 、 $I L e r r 1 3$  は共に、上記実施の形態 1 における差分  $I L e r r 1$  に相当する情報である。電流制御器 3 5 2 a は、上記実施の形態 1 と同様に、差分  $I L e r r 1 1$  を用いて、操作量  $D a$  を生成し、デューティ生成部 3 5 3 に出力する。電流制御器 3 5 2 b も、上記実施の形態 1 と同様に、差分  $I L e r r 1 2$  を用いて、操作量  $D b$  を生成し、デューティ生成部 3 5 3 に出力する。電流制御器 3 5 2 c も、上記実施の形態 1 と同様に、差分  $I L e r r 1 3$  を用いて、操作量  $D c$  を生成し、デューティ生成部 3 5 3 に出力する。

【0089】

デューティ生成部 3 5 3 は、3 つの加算器 3 5 3 b ~ 3 5 3 d を備える。加算器 3 5 3 c は、切替器 3 5 6 から入力したデューティ比  $D u t y$  に、操作量  $D a$  を加算し、その加算結果をデューティ比  $D u t y 3 2$  としてゲート信号生成部 3 5 4 に出力する。加算器 3 5 3 b は、デューティ比  $D u t y$  に、操作量  $D b$  を加算し、その加算結果をデューティ比  $D u t y 3 3$  としてゲート信号生成部 3 5 4 に出力する。加算器 3 5 3 d は、デューティ比  $D u t y$  に、操作量  $D c$  を加算し、その加算結果をデューティ比  $D u t y 4 1$  としてゲート信号生成部 3 5 4 に出力する。

【0090】

ゲート信号生成部 3 5 4 は、3 つの信号生成器 3 5 4 a ~ 3 5 4 c を備える。デューティ比  $D u t y 3 2$  は、信号生成器 3 5 4 a に入力され、デューティ比  $D u t y 3 3$  は、信号生成器 3 5 4 b に入力され、デューティ比  $D u t y 4 1$  は、信号生成器 3 5 4 c に入力される。

【0091】

信号生成器 3 5 4 a は、デューティ比  $D u t y 3 2$  に従って、電圧変換回路 3 2 を構成する 2 つのスイッチング素子 3 2 a , 3 2 b をオンオフ駆動するための信号  $G a t e \_ 3$

10

20

30

40

50

2 a、Gate\_\_3 2 bを生成する。信号Gate\_\_3 2 a、Gate\_\_3 2 bは、互いに相補的な信号であり、一方の信号がHのときに他方の信号はLとなる。

【0092】

信号生成器3 5 4 bは、デューティ比Duty 3 3に従って、電圧変換回路3 3を構成する2つのスイッチング素子3 3 a、3 3 bをオンオフ駆動するための信号Gate\_\_3 3 a、Gate\_\_3 3 bを生成する。信号Gate\_\_3 3 a、Gate\_\_3 3 bも、互いに相補的な信号である。

【0093】

信号生成器3 5 4 cは、デューティ比Duty 4 1に従って、電圧変換回路4 1を構成する2つのスイッチング素子4 1 a、4 1 bをオンオフ駆動するための信号Gate\_\_4 1 a、Gate\_\_4 1 bを生成する。信号Gate\_\_4 1 a、Gate\_\_4 1 bも、互いに相補的な信号である。

【0094】

図1 3は、本発明の実施の形態3に係る電力変換制御装置によって通常状況時、及び放電実行状況時にそれぞれ生成される各信号例を説明する図である。図1 3において、上段は、通常状況時に生成される各信号例を示し、下段は、放電実行状況時に生成される各信号例を示している。

【0095】

図1 3中の「Tc」は、通常状況時における信号Gate\_\_4 1 aのH時間、言い換えれば信号Gate\_\_4 1 bのL時間を表している。通常状況時では、デューティ比Duty 4 1 = Tc / Tsw、である。

【0096】

本実施の形態では、3つの電圧変換回路3 2、3 3、4 1 gs備えられている。それにより、図1 3に示すように、信号Gate\_\_3 2 a、Gate\_\_3 2 bと信号Gate\_\_3 3 a、Gate\_\_3 3 bとの間の位相は120度ズレている。同様に、信号Gate\_\_3 3 a、Gate\_\_3 3 bと信号Gate\_\_4 1 a、Gate\_\_4 1 bとの間の位相も120度ズレている。信号Gate\_\_3 2 a、Gate\_\_3 2 bと信号Gate\_\_4 1 a、Gate\_\_4 1 bとの間の位相も120度ズレている。

【0097】

図1 3の下段に示す各信号により、放電実行状況時には、平滑コンデンサ3 6、3つの電圧変換回路3 2、3 3、4 1、及び3つのリアクトル3 1 a ~ 3 1 cを含む閉回路が順次、形成される。形成される閉回路には、3つの電圧変換回路3 2、3 3、4 1のうちの上アームがオン駆動された2つの電圧変換回路、及び電圧変換回路3 2、3 3、4 1のうち下アームがオン駆動された一つの電圧変換回路によって形成される閉回路が含まれる。図1 3に示す信号例では、アームがオン駆動されるのは電圧変換回路3 3、4 1であり、下アームがオン駆動されるのは残りの電圧変換回路3 2である。この閉回路は、本実施の形態における第3の閉回路に相当する。

【0098】

このような閉回路全体のインピーダンスは、平滑コンデンサ3 6、3つの電圧変換回路3 2、3 3、4 1のうち2つ、及び3つのリアクトル3 1 a ~ 3 1 cのうち2つのみを含む閉回路と比較して小さくなる。そのため、3つの電圧変換回路3 2、3 3、4 1を含む閉回路では、2つの電圧変換回路のみを含む閉回路と比較し、単位時間当たりには流れる電流量がより大きくなる。この結果、平滑コンデンサ3 6に蓄えられた電荷は、より短時間に放電させることができる。

【0099】

図1 4は、本発明の実施の形態3に係る電力変換装置で放電実行状況時に各リアクトルに流れる電流の値の変化の例を説明する図である。指示1がLとなっている通常状況時、電圧変換回路が3つであってもバッテリー1からの電力は等配分されることから、各リアクトル3 1 a ~ 3 1 cの電流値IL 1 ~ IL 3はI 1 / 3となっている。

【0100】

10

20

30

40

50

一方、指示1がHとなっている放電実行状況時にも、各電圧変換回路32、33、41を構成する2つのスイッチング素子は、120度ずつ位相がズレた信号によってオンオフ駆動される。この結果、電流値IL1~IL3の各間は、120度ずつ位相がズレている。また、電流値IL1~IL3は、角速度で変化する。

【0101】

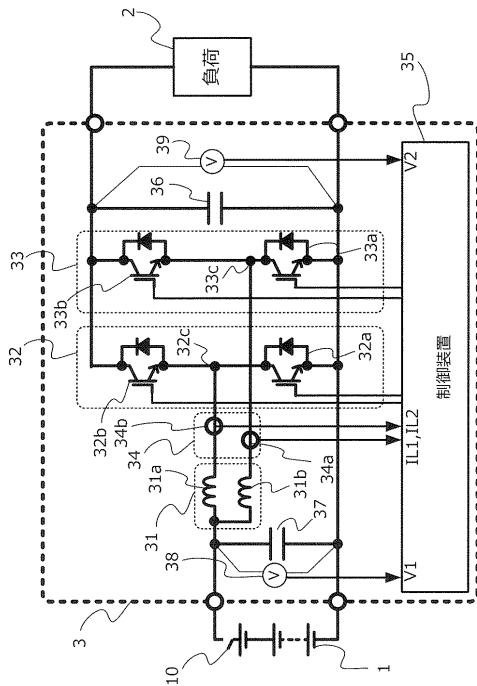
なお、本実施の形態では、電圧変換回路を3つとしているが、電圧変換回路は4つ以上であっても良い。電圧変換回路を4つ以上としても、放電実行状況時には、平滑コンデンサ36、及び3つ以上の電圧変換回路を含む閉回路を形成させれば良い。

【符号の説明】

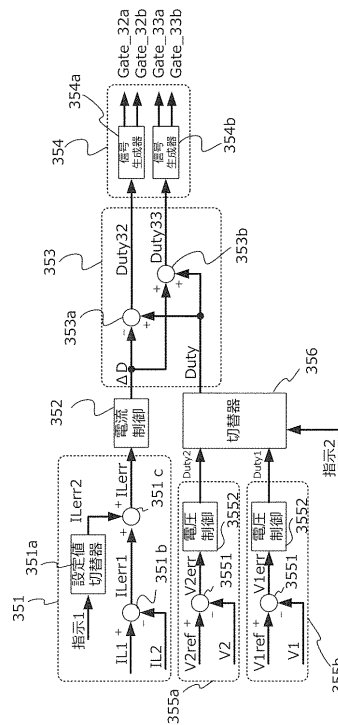
【0102】

1 バッテリ（電源）、2 負荷、3 電力変換装置、10 コンタクタ、31 リアクトル群、31a~31c リアクトル、32、33、41 電圧変換回路、32a、32b、33a、33b、41a、41b スwitching素子、34 電流センサ群、34a~34c 電流センサ、35 制御装置（電力変換制御装置）、36 平滑コンデンサ、37、37B、37C 平滑コンデンサ、38 電圧センサ、39 電圧センサ、351 電流エラー量生成部、352、352a~352c 電流制御器、353 デューティ生成部、354 ゲート信号生成部、354a~354c 信号生成器、355a 第1の電圧制御部、355b 第2の電圧制御部、356 切替器。

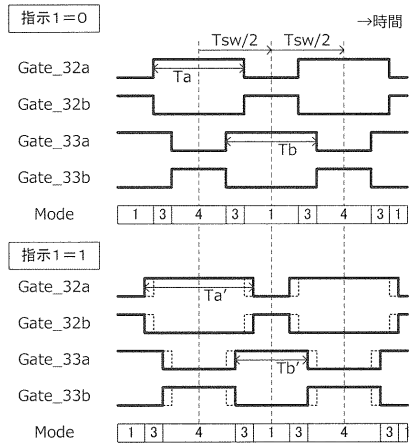
【図1】



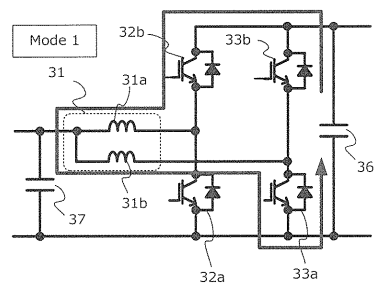
【図2】



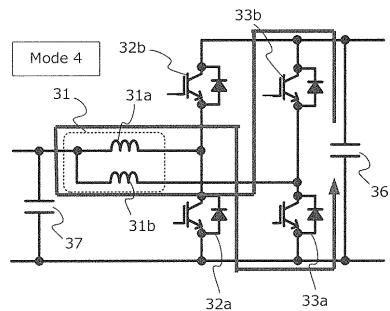
【 図 3 】



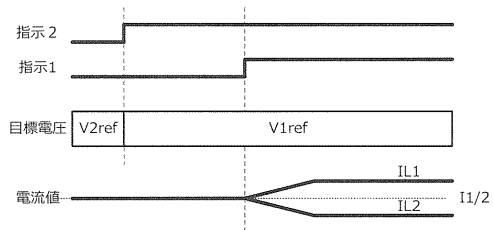
【 図 4 】



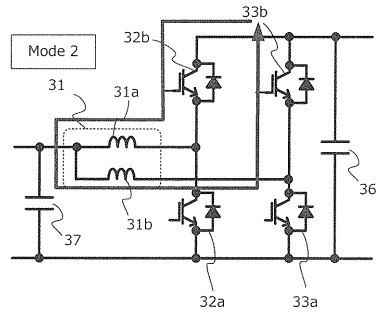
【 図 7 】



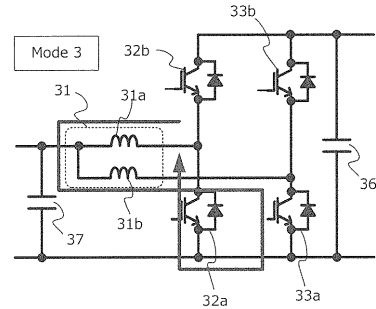
【 図 8 】



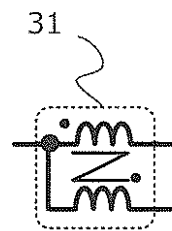
【 図 5 】



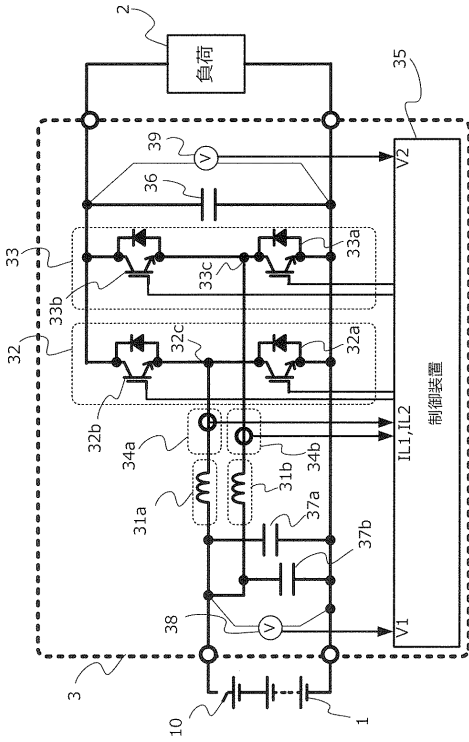
【 図 6 】



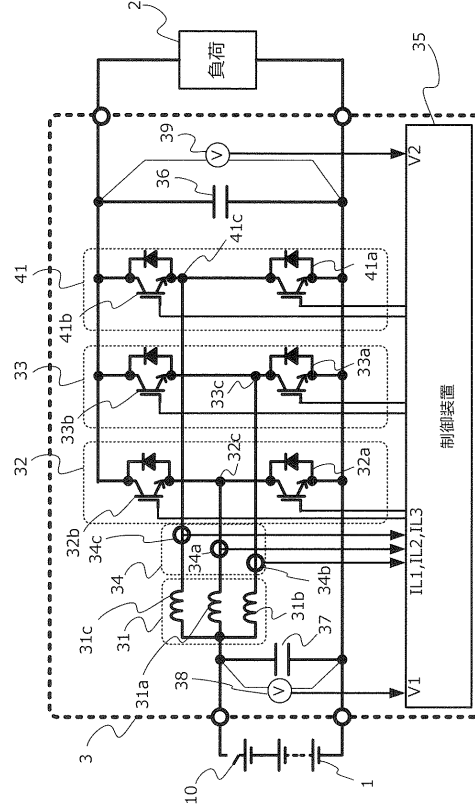
【 図 9 】



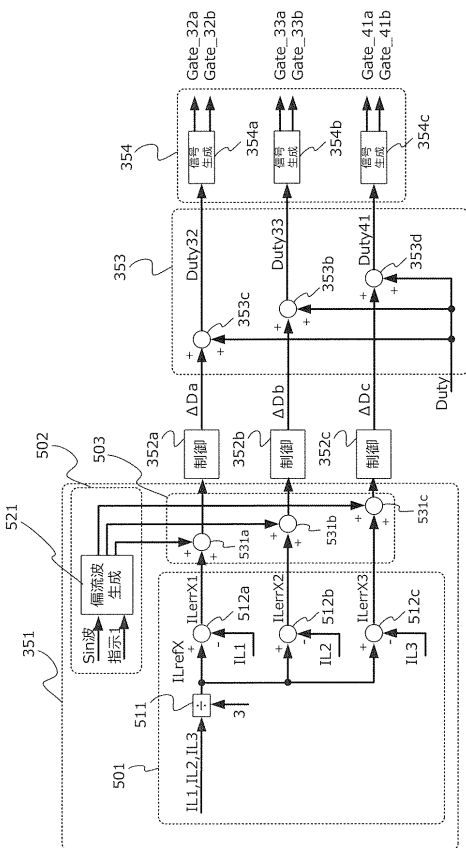
【図 1 0】



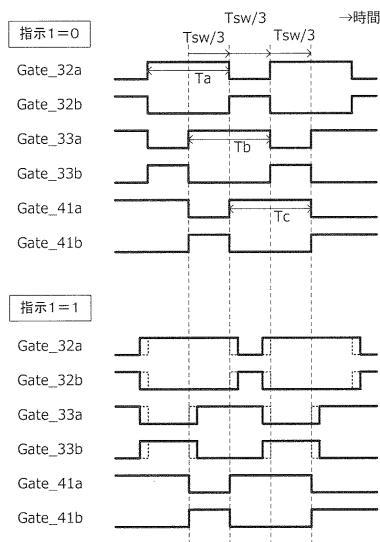
【図 1 1】



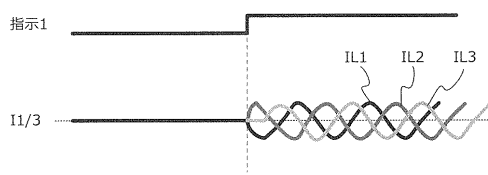
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



## 【手続補正書】

【提出日】令和2年7月29日(2020.7.29)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0059】

モード1では、図4に示すように、平滑コンデンサ36を含む閉回路、つまり平滑コンデンサ36 スイッチング素子32b リアクトル31a リアクトル31b スイッチング素子33a 平滑コンデンサ36、の経路で平滑コンデンサ36から放電電流が流れる閉回路が形成される。この閉回路により、モード1では、平滑コンデンサ36に蓄えられた電荷を直接、放電させるとともにリアクトル31a、31bにエネルギーを移すことができる。

## 【手続補正2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサと、

前記平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された2つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路と、

一端が電源と接続され、他端が前記複数の電圧変換回路のうちの一つを構成する前記2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群と、

前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記複数の電圧変換回路を構成する各スイッチング素子のオンオフ駆動により、前記平滑コンデンサ、前記リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路を含む第1の閉回路、並びに前記リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、前記平滑コンデンサを含まない第2の閉回路を形成させる制御部と、

を備える電力変換装置。

## 【請求項2】

前記リアクトル群は、磁気的に結合されている、

請求項1に記載の電力変換装置。

## 【請求項3】

前記平滑コンデンサの両端間の電圧値を検出する電圧センサと、

前記リアクトル群を構成する各リアクトルの電流値を検出する複数の電流センサと、を更に備え、

前記制御部は、

前記電圧センサにより検出された前記電圧値を用いて、前記複数の電圧変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動する第1の駆動条件を決定する第1の条件設定部と、

前記複数の電流センサによりそれぞれ検出された前記電流値を用いて、前記第1の駆動条件に対する変更量を決定する変更量決定部と、

前記変更量を用いて、前記第1の駆動条件を変更した後の駆動条件である第2の駆動条件を設定する第2の条件設定部と、

前記第2の条件設定部が設定した前記第2の駆動条件に従って、前記複数の電圧変換回

路を構成する前記スイッチング素子をオンオフ駆動するための信号を生成する信号生成部と、

を備える請求項 1 または 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記電源に対して並列に接続される他の平滑コンデンサと、

前記他の平滑コンデンサの両端間の電圧値を検出する他の電圧センサと、を更に備え、前記制御部は、

前記他の電圧センサにより検出された前記電圧値を用いて、前記複数の電圧変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動する第 3 の駆動条件を決定する第 3 の条件設定部と、

前記第 1 の条件設定部が設定した前記第 1 の駆動条件、及び前記第 3 の条件設定部が設定した前記第 3 の駆動条件のうち的一方を選択する選択部と、を更に備え、

前記第 2 の条件設定部は、前記選択部が選択した前記第 1 の駆動条件、及び前記第 3 の駆動条件のうち的一方を、前記変更量を用いて変更し、前記第 2 の駆動条件を設定する、

請求項 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 5】

前記選択部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記第 3 の駆動条件を選択する、

請求項 4 に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記リアクトル群を構成する少なくとも一つのリアクトル、前記複数の電圧変換回路を構成する少なくとも一つのスイッチング素子、及び前記平滑コンデンサのうちの何れかの温度を検出する温度センサ、を更に備え、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記温度センサにより検出された温度が定めた上限値を超えた場合、前記複数の電圧変換回路を構成する前記各スイッチング素子をオンオフ駆動するうえでのスイッチング周期を変更する、

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 7】

前記リアクトル群を構成する少なくとも一つのリアクトル、前記複数の電圧変換回路を構成する少なくとも一つのスイッチング素子、及び前記平滑コンデンサのうちの何れかの温度を検出する温度センサ、を更に備え、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記温度センサにより検出された温度が定めた上限値を超えた場合、前記第 1 および第 2 の閉回路に流れる単位時間当たりの電流量を前記温度が前記上限値を超える前より低下させる、

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記複数の電流センサのうちの一つに異常が発生した場合、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記電流値を反映させた前記変更量決定部による前記変更量の決定を停止させる、

請求項 3 に記載の電力変換装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時に、前記複数の電圧変換回路を構成する一つのスイッチング素子にオン駆動しない異常が発生した場合、前記異常が発生したスイッチング素子を除くスイッチング素子をオンオフ駆動する、

請求項 1 ~ 8 の何れか 1 項に記載の電力変換装置。

【請求項 10】

前記複数の電圧変換回路が 3 つ以上の電圧変換回路であった場合に、

前記制御部は、前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる状況時、前記 3 つ以上の電圧変換回路を構成する各スイッチング素子のオンオフ駆動により、前記平滑コンデ

ンサ、及び前記上アームまたは下アームとして用いられる前記スイッチング素子がオン駆動された少なくとも2つの電圧変換回路を含む第3の閉回路を形成させる、

請求項1～9の何れか1項に記載の電力変換装置。

【請求項11】

負荷に対して並列に接続される平滑コンデンサ、前記平滑コンデンサと並列に接続され、直列に接続された2つのスイッチング素子を上アーム、及び下アームとして各々含む複数の電圧変換回路、及び一端が電源と接続され、他端が前記複数の電圧変換回路のうちの一つを構成する前記2つのスイッチング素子の間にそれぞれ接続されたリアクトルを含むリアクトル群を備える電力変換回路で前記平滑コンデンサに蓄えられた電荷を放電させる場合に、前記複数の電圧変換回路を構成するスイッチング素子のオンオフ駆動を行わせ、前記平滑コンデンサ、前記リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路を含む第1の閉回路、並びに前記リアクトル群を構成する2つ以上のリアクトル、及び前記複数の電圧変換回路を構成する2つ以上の電圧変換回路の各上アームまたは各下アームを含み、前記平滑コンデンサを含まない第2の閉回路を形成させる処理を実行する、

電力変換制御装置。

## フロントページの続き

- (72)発明者 中田 麻衣  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 加藤 晋吾  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 石倉 寿  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 中島 浩二  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 野月 善一  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 木原 伸浩  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- Fターム(参考) 5H730 AS04 BB14 BB57 BB84 BB88 DD03 DD41 EE57 EE58 EE59  
FD01 FD11 FD51 FG05