

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6688998号
(P6688998)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月9日(2020.4.9)

(51) Int.Cl. F I
 HO2M 3/00 (2006.01) HO2M 3/00 W
 HO2M 3/155 (2006.01) HO2M 3/155 W

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-530423 (P2018-530423)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(86) (22) 出願日	平成29年7月28日(2017.7.28)	(74) 代理人	100123102 弁理士 宗田 悟志
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/027453	(72) 発明者	狩野 秀行 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開番号	W02018/021534	審査官	栗栖 正和
(87) 国際公開日	平成30年2月1日(2018.2.1)		
審査請求日	平成30年11月1日(2018.11.1)		
(31) 優先権主張番号	特願2016-150641 (P2016-150641)		
(32) 優先日	平成28年7月29日(2016.7.29)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

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】

それぞれ対応する直流電源の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の電圧に変換し、当該変換された電圧を共通の直流バスに出力する複数のDC/DCコンバータと、前記複数のDC/DCコンバータを、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる制御部と、

を備え、

前記制御部は、複数の直流電源と前記複数のDC/DCコンバータの動作状態に応じて前記位相を再設定し、

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数から、出力電流が一定な前記DC/DCコンバータの数を減じた数に応じて前記位相を再設定する、ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数に応じて前記位相の初期値を設定する、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】

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数から、出力電流が異常な前記DC/DCコンバータ及び出力電流が一定な前記DC/DCコンバータの数を減じた数に応じて前記位相を再設定する、ことを特徴とする請求項1または2に記載の電力変換装置。

【請求項4】

10

20

前記制御部は、出力電流が異常な前記DC/DCコンバータ及び出力電流が一定な前記DC/DCコンバータ以外の前記DC/DCコンバータを、再設定された位相でスイッチング動作させる、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】

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数から、出力電流が異常な前記DC/DCコンバータ及び出力電流が一定な前記DC/DCコンバータの数を減じた数に応じて、スイッチング動作させる前記DC/DCコンバータのスイッチング周期を短く変更する、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】

前記制御部は、対応する直流電源から供給される入力電流が予め定められた基準値より大きい前記DC/DCコンバータのスイッチング動作と、当該スイッチング動作のタイミングにスイッチング動作のタイミングが時間的に隣接している前記DC/DCコンバータのスイッチング動作との位相差が初期値より大きくなるように前記位相を再設定する、ことを特徴とする請求項1から5のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項7】

それぞれ対応する直流電源の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の電圧に変換し、当該変換された電圧を共通の直流バスに出力する複数のDC/DCコンバータと、前記複数のDC/DCコンバータを、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる制御部と、

を備え、

前記制御部は、複数の直流電源と前記複数のDC/DCコンバータの動作状態に応じて前記位相を再設定し、

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数から、出力電流が異常な又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータの数を減じた数に応じて前記位相を再設定し、

前記制御部は、出力電流が異常な又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータ以外の前記DC/DCコンバータを、再設定された位相でスイッチング動作させ、

前記制御部は、前記複数のDC/DCコンバータの総数から、出力電流が異常な又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータの数を減じた数に応じて、スイッチング動作させる前記DC/DCコンバータのスイッチング周期を短く変更する、ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項8】

それぞれ対応する直流電源の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の電圧に変換し、当該変換された電圧を共通の直流バスに出力する複数のDC/DCコンバータと、前記複数のDC/DCコンバータを、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる制御部と、

を備え、

前記制御部は、複数の直流電源と前記複数のDC/DCコンバータの動作状態に応じて前記位相を再設定し、

前記制御部は、対応する直流電源から供給される入力電流が予め定められた基準値より大きい前記DC/DCコンバータのスイッチング動作と、当該スイッチング動作のタイミングにスイッチング動作のタイミングが時間的に隣接している前記DC/DCコンバータのスイッチング動作との位相差が初期値より大きくなるように前記位相を再設定する、ことを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共通の直流バスに電力を供給する複数のDC/DCコンバータを備える電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

共通の直流バスに電力を供給する複数のDC/DCコンバータを備える電力変換装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。この電力変換装置では、各DC/DCコンバータのスイッチング動作のタイミングはそれぞれ異なる。そのため、複数のDC/DCコンバータを同時にスイッチング動作させる場合と比較して、直流バスの出力電流の変動量を小さくできるので、直流バスに設けられる平滑用のキャパシタを小型化できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2015-171178号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このような電力変換装置において、出力電流の平滑化には改善の余地がある。

【0005】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、出力電流をより適切に平滑化できる電力変換装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の電力変換装置は、それぞれ対応する直流電源の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の電圧に変換し、当該変換された電圧を共通の直流バスに出力する複数のDC/DCコンバータと、複数のDC/DCコンバータを、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる制御部と、を備える。制御部は、複数の直流電源と複数のDC/DCコンバータの動作状態に応じて位相を再設定する。

20

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、出力電流をより適切に平滑化できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】第1の実施形態に係る電力変換装置の構成を示す図である。

【図2】図1の駆動信号を示す波形図である。

30

【図3】図3(a)は、図1の電力変換装置の出力電流を示す波形図であり、図3(b)は、図3(a)に対応する出力電流を示す波形図である。

【図4】太陽電池が接続されていない場合の電力変換装置の動作を説明するための図である。

【図5】第2の実施形態に係る電力変換装置の構成を示す図である。

【図6】図6(a)は、図5の電力変換装置の位相の再設定前の出力電流を示す波形図であり、図6(b)は、図5の電力変換装置の位相の再設定後の出力電流を示す波形図である。

【図7】図7(a)は、第3の実施形態に係る電力変換装置の出力電流が正常な場合の駆動信号を示す波形図であり、図7(b)は、図1の電力変換装置の出力電流が異常な場合の駆動信号を示す波形図であり、図7(c)は、第3の実施形態に係る電力変換装置の出力電流が異常な場合の駆動信号を示す波形図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態に係る電力変換装置1の構成を示す図である。電力変換装置1は、複数の太陽電池（直流電源）10-1～10-4と、並列接続された複数のDC/DCコンバータ20-1～20-4と、直流バス30と、キャパシタC1と、制御部40と、を備える。

【0010】

50

電力変換装置 1 は、複数系統の太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 を備えるマルチストリング型である。太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 は、それぞれ、直列接続された複数の太陽電池パネルをグループ化した太陽電池ストリングである。太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 の直列接続された太陽電池パネルの数は、それぞれ等しいとする。ここでは 4 台の太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 と 4 台の DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 が設けられている一例について説明するが、台数は特に限定されない。

【 0 0 1 1 】

DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 のそれぞれの入力端子は、対応する太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 に接続されている。DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 のそれぞれの出力端子は、直流バス 30 に共通に接続されている。DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 は、例えばチョップ回路であり、それぞれ、対応する太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の直流電圧に変換し、当該変換された直流電圧を共通の直流バス 30 に出力する。直流バス 30 の電圧は、バス電圧 V_{bus} である。直流バス 30 には、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の出力電流 $I_1 \sim I_4$ の総和である出力電流 I_o が流れる。

10

【 0 0 1 2 】

キャパシタ C 1 は、直流バス 30 に接続された一端と、接地された他端とを有する。キャパシタ C 1 は、出力電流 I_o とバス電圧 V_{bus} とを平滑化する。直流バス 30 には、さらに、図示しないインバータなどの負荷が接続される。

20

【 0 0 1 3 】

制御部 40 は、バス電圧 V_{bus} に基づいて、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 に PWM (Pulse Width Modulation) 信号である駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を供給し、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 を制御する。具体的には、制御部 40 は、駆動信号 S_1 によって、バス電圧 V_{bus} が目標電圧に近づくように DC / DC コンバータ 20 - 1 を PWM 制御する。制御部 40 は、DC / DC コンバータ 20 - 2 ~ 20 - 4 についても同様に、個々に PWM 制御する。

【 0 0 1 4 】

制御部 40 は、それぞれ位相が異なる駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を用いて、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 を、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる。制御部 40 は、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の総数 (n : n は 2 以上の整数) に応じて、位相差が $360^\circ / n$ になるよう位相の初期値を設定する。ここでは $n = 4$ であるため、位相差は、 $360^\circ / 4 = 90^\circ$ である。従って、駆動信号 $S_1 \sim S_4$ の位相の初期値は、それぞれ 0° 、 90° 、 180° 、 270° に設定され、各 DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 は、それぞれ 0° 、 90° 、 180° 、 270° の位相でスイッチング動作する。即ち、DC / DC コンバータ 20 - 1、DC / DC コンバータ 20 - 2、DC / DC コンバータ 20 - 3、DC / DC コンバータ 20 - 4 の順番に、繰り返しスイッチング動作が行われる。

30

【 0 0 1 5 】

DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の総数 (n) は、例えば、工場出荷時に制御部 40 に予め設定されてもよいし、電力変換装置 1 の設置時に、作業員などにより制御部 40 に設定されてもよい。

40

【 0 0 1 6 】

制御部 40 は、太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 と DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の動作状態に応じて位相を再設定する。この再設定については、後述する。

【 0 0 1 7 】

制御部 40 の構成は、ハードウェア資源とソフトウェア資源の協働、またはハードウェア資源のみにより実現できる。ハードウェア資源としてアナログ素子、マイクロコンピュータ、DSP、ROM、RAM、FPGA、その他の LSI を利用できる。ソフトウェア資源としてファームウェア等のプログラムを利用できる。

【 0 0 1 8 】

50

図2は、図1の駆動信号S1～S4を示す波形図である。前述のように、駆動信号S1～S4の位相は、それぞれ0°、90°、180°、270°である。即ち、駆動信号S1と駆動信号S2の位相差、駆動信号S2と駆動信号S3の位相差、駆動信号S3と駆動信号S4の位相差、および、駆動信号S4と駆動信号S1の位相差は、それぞれ90°である。

【0019】

図3(a)は、図1の電力変換装置1の出力電流I1～I4を示す波形図であり、図3(b)は、図3(a)に対応する出力電流Ioを示す波形図である。図3(a)に示すように、出力電流I1～I4は、それぞれ、DC/DCコンバータ20-1～20-4のスイッチング動作に基づいて流れ、リップルを有する。出力電流I1の位相は駆動信号S1の位相と等しく、0°である。出力電流I2の位相は駆動信号S2の位相と等しく、90°である。出力電流I3の位相は駆動信号S3の位相と等しく、180°である。出力電流I4の位相は駆動信号S4の位相と等しく、270°である。このように位相が設定されていることにより、全ての出力電流I1～I4が同時に流れないようにしている。

10

【0020】

図3(b)に示すように、出力電流I1～I4の総和である出力電流Ioでは、リップルが平均されている。ここで、DC/DCコンバータ20-1～20-4を同時にスイッチング動作させた場合、全ての出力電流I1～I4が同時に流れるため、出力電流Ioの変動量は、図3(b)の変動量よりも大きくなる。そのため、本実施形態の図3(b)では、DC/DCコンバータ20-1～20-4を同時にスイッチング動作させた場合と比較して、出力電流Ioの変動量を小さくでき、その結果、キャパシタC1を小型化かつ小容量化できる。

20

【0021】

太陽電池10-1～10-4とDC/DCコンバータ20-1～20-4の動作状態に変化が無ければ、電力変換装置1は、初期値の位相を保ち、図3(a)および(b)に示す動作を継続する。一方、制御部40は、太陽電池10-1～10-4とDC/DCコンバータ20-1～20-4の動作状態が初期状態から変化した場合、位相を再設定する。太陽電池10-1～10-4とDC/DCコンバータ20-1～20-4の動作状態が変化した場合について、いくつかの例を以下に説明する。

30

【0022】

[例1] 太陽電池が接続されていない場合

図4は、太陽電池が接続されていない場合の電力変換装置1の動作を説明するための図である。図4では、図1の太陽電池10-4が取り外されている。太陽電池が接続されていないDC/DCコンバータ20-4の出力電流I4は、ゼロになる。即ち、出力電流I4は異常になる。そのため、初期設定された位相では、出力電流Ioにリップルが現れないタイミングが周期的に存在するため、リップルが時間的に偏る。従って、このままでは出力電流Ioの平滑化は不十分である。

【0023】

そこで、制御部40は、太陽電池が接続されていないDC/DCコンバータ20-4、即ち出力電流I4が異常なDC/DCコンバータ20-4を除外して、位相を再設定する。太陽電池が接続されていない場合、太陽電池とDC/DCコンバータ20-4との間の接続箱のスイッチ(図示せず)が開放されている。制御部40は、このスイッチの状態を監視して、開放されているスイッチが接続されているDC/DCコンバータ20-4を、太陽電池が接続されていないDC/DCコンバータ20-4として判定する。あるいは、制御部40は、DC/DCコンバータ20-1～20-4の入力電圧、入力電流または出力電流I1～I4に基づいて、太陽電池が接続されていないDC/DCコンバータ20-4を判定してもよい。

40

【0024】

制御部40は、DC/DCコンバータ20-1～20-4の総数(n)から、出力電流I4が異常なDC/DCコンバータ20-4の数(k)を減じた数(n-k)に応じて位

50

相を再設定する。また、制御部 40 は、出力電流 I_4 が異常な DC / DC コンバータ 20 - 4 以外の DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 3 を、再設定された位相でスイッチング動作させ、出力電流 I_4 が異常な DC / DC コンバータ 20 - 4 をスイッチング動作させない。制御部 40 は、位相差が $360^\circ / (n - k)$ になるよう駆動信号 $S_1 \sim S_3$ の位相を再設定する。ここでは $n = 4$, $k = 1$ であるため、再設定される位相差は、 $360^\circ / 3 = 120^\circ$ である。従って、図 4 に示すように、駆動信号 $S_1 \sim S_3$ の位相は、それぞれ 0° 、 120° 、 240° に再設定され、各 DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 3 は、それぞれ 0° 、 120° 、 240° の位相でスイッチング動作する。これにより、出力電流 $I_1 \sim I_3$ が時間的に偏らず分散するので、出力電流 I_o をより適切に平滑化できる。

10

【 0 0 2 5 】

[例 2] DC / DC コンバータが故障した場合

制御部 40 は、故障している DC / DC コンバータ、即ち出力電流が異常な DC / DC コンバータを除外して、位相を再設定する。位相の再設定の方法は、上記 [例 1] の場合と同様である。制御部 40 は、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の出力電流 $I_1 \sim I_4$ に基づいて、故障している DC / DC コンバータを判定できる。

【 0 0 2 6 】

[例 3] 太陽電池の発電が停止した場合

太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 をそれぞれ離れた場所に設置した場合、日没や日射量変動などで 1 つの太陽電池の発電が停止することがある。そこで、制御部 40 は、発電が停止した太陽電池に接続された DC / DC コンバータ、即ち出力電流が異常な DC / DC コンバータを除外して、位相を再設定する。位相の再設定の方法は、上記 [例 1] の場合と同様である。制御部 40 は、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の入力電圧、入力電流または出力電流 $I_1 \sim I_4$ に基づいて、発電が停止した太陽電池を判定できる。

20

【 0 0 2 7 】

[例 4] 太陽電池の出力電圧がバス電圧 V_{bus} 以上の場合

出力電圧がバス電圧 V_{bus} 以上の太陽電池に接続された DC / DC コンバータは、スイッチング動作を行わず、入力電圧および入力電流をスルーしてそのまま出力する。このような DC / DC コンバータの出力電流は、リップルを有さず、ほぼ一定である。そのため、[例 1] と同様に、初期設定された位相では、出力電流 I_o のリップルが時間的に偏り、このままでは出力電流 I_o の平滑化は不十分である。

30

【 0 0 2 8 】

そこで、制御部 40 は、出力電圧がバス電圧 V_{bus} 以上の太陽電池に接続された DC / DC コンバータ、即ち出力電流がほぼ一定な DC / DC コンバータを除外して、位相を再設定する。位相の再設定の方法は、上記 [例 1] の場合と同様である。

[例 2] ~ [例 4] の場合にも、[例 1] の場合と同様の効果が得られる。

【 0 0 2 9 】

このように、本実施形態によれば、太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 と DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の動作状態に応じて位相を再設定する。そのため、太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 と DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の動作状態が変化して、出力電流 I_o のリップルが時間的に偏った場合であっても、再度、出力電流 I_o のリップルを時間的に分散させることができる。従って、様々な動作状態に対応して、出力電流 I_o をより適切に平滑化できる。

40

【 0 0 3 0 】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態では、太陽電池の太陽電池パネルの数が増加した場合に位相を再設定する点において第 1 の実施形態と異なる。以下では、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、第 2 の実施形態に係る電力変換装置 1 A の構成を示す図である。図 5 では、例

50

えば、太陽電池 10 - 2 の直列接続された太陽電池パネルの数が、図 1 よりも増えている。他の太陽電池 10 - 1, 10 - 3, 10 - 4 と比較して、太陽電池 10 - 2 の太陽電池パネルの数は多いため、同じ日射量であっても太陽電池 10 - 2 の出力電圧は高い。そのため、DC / DC コンバータ 20 - 1, 20 - 3, 20 - 4 の入力電流および出力電流 I_1 , I_3 , I_4 と比較して、DC / DC コンバータ 20 - 2 の入力電流および出力電流 I_2 は大きい。

【0032】

制御部 40 A は、太陽電池パネルの数が増えた太陽電池 10 - 2 を、DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の入力電圧、入力電流または出力電流 I_1 ~ I_4 に基づいて判定できる。あるいは、太陽電池パネルの数が増えた太陽電池 10 - 2 は、太陽電池の交換時などに、作業員などにより制御部 40 A に設定されてもよい。

10

【0033】

本実施形態でも、制御部 40 A は、太陽電池 10 - 1 ~ 10 - 4 と DC / DC コンバータ 20 - 1 ~ 20 - 4 の動作状態に応じて位相を再設定する。制御部 40 A は、対応する太陽電池から供給される入力電流が予め定められた基準値より大きい DC / DC コンバータのスイッチング動作と、当該スイッチング動作のタイミングにスイッチング動作のタイミングが時間的に隣接している DC / DC コンバータのスイッチング動作との位相差が初期値より大きくなるように位相を再設定する。基準値は、実験等により適宜設定できる。

【0034】

図 6 (a) は、図 5 の電力変換装置 1 A の位相の再設定前の出力電流 I_1 ~ I_4 を示す波形図であり、図 6 (b) は、図 5 の電力変換装置 1 A の位相の再設定後の出力電流 I_1 ~ I_4 を示す波形図である。図 6 (a) に示すように、位相の再設定前では、出力電流 I_2 は他の出力電流 I_1 , I_3 , I_4 より大きい、出力電流 I_1 ~ I_4 の位相は均等に設定されている。

20

【0035】

図 6 (a) と (b) の例では、DC / DC コンバータ 20 - 2 の入力電流が基準値より大きい。DC / DC コンバータ 20 - 1 のスイッチング動作のタイミング、および、DC / DC コンバータ 20 - 3 のスイッチング動作のタイミングが、DC / DC コンバータ 20 - 2 のスイッチング動作のタイミングに時間的に隣接している。

【0036】

制御部 40 A は、入力電流が基準値より大きい DC / DC コンバータ 20 - 2 のスイッチング動作の 1 つ前の DC / DC コンバータ 20 - 1 のスイッチング動作の位相を初期値の 0° より小さくし、 $(0 -)^\circ$ に再設定する。また制御部 40 A は、入力電流が基準値より大きい DC / DC コンバータ 20 - 2 のスイッチング動作の 1 つ後の DC / DC コンバータ 20 - 3 のスイッチング動作の位相を初期値の 180° より大きくし、 $(180 +)^\circ$ に再設定する。は、固定値であってもよいし、出力電流 I_1 ~ I_4 の差に応じて変更してもよい。の最適値は、実験などによって適宜求めることができる。

30

【0037】

従って、DC / DC コンバータ 20 - 2 のスイッチング動作と、当該スイッチング動作のタイミングにスイッチング動作のタイミングが時間的に隣接している DC / DC コンバータ 20 - 1, 20 - 3 のスイッチング動作との位相差は、初期値の 90° より大きい $(90 +)^\circ$ に再設定される。

40

【0038】

よって、図 6 (b) に示すように、位相の再設定後では、出力電流 I_2 が流れている期間と、出力電流 I_1 が流れている期間との重複期間は、図 6 (a) の場合より短くなっている。出力電流 I_2 が流れている期間と、出力電流 I_3 が流れている期間との重複期間も、図 6 (a) の場合より短くなっている。重複期間では出力電流 I_o が最大となるが、図 6 (a) の場合と比較して、位相の再設定により重複期間が短くなっている、出力電流 I_o が最大となる期間が短くなる。従って、位相の再設定により、出力電流 I_o をより平滑化できる。

50

【 0 0 3 9 】

制御部 4 0 A は、D C / D C コンバータ 2 0 - 2 のスイッチング動作と、当該スイッチング動作の時間的に 1 つ前の D C / D C コンバータ 2 0 - 1 のスイッチング動作との位相差のみを $(90 + \quad)$ ° に再設定してもよい。あるいは、制御部 4 0 A は、D C / D C コンバータ 2 0 - 2 のスイッチング動作と、当該スイッチング動作の時間的に 1 つ後の D C / D C コンバータ 2 0 - 3 のスイッチング動作との位相差のみを $(90 + \quad)$ ° に再設定してもよい。このような場合、制御を簡略化できるが、出力電流 I_o をより平滑化できる効果は上述の例よりも低減する。

【 0 0 4 0 】

このように本実施形態によれば、太陽電池 1 0 - 1 ~ 1 0 - 4 と D C / D C コンバータ 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の動作状態に応じて位相を再設定する。そのため、太陽電池 1 0 - 2 の太陽電池パネルの数が増加して、D C / D C コンバータ 2 0 - 2 の出力電流 I_2 が大きくなり、出力電流 I_o のリップルが大きくなった場合であっても、出力電流 I_o をより適切に平滑化できる。

10

【 0 0 4 1 】

なお、第 2 の実施形態を第 1 の実施形態に組み合わせてもよい。これにより、より多くの動作状態の変化に対応することができる。

【 0 0 4 2 】

(第 3 の実施形態)

第 3 の実施形態では、太陽電池が接続されていない場合などに位相を再設定することに加えてスイッチング周期を短くすることが、第 1 の実施形態と異なる。以下では、第 1 の実施形態との相違点を中心に説明する。

20

【 0 0 4 3 】

第 3 の実施形態の電力変換装置 1 は、制御部 4 0 の機能以外、第 1 の実施形態と同一である。そのため、電力変換装置 1 の図示は省略する。制御部 4 0 は、D C / D C コンバータ 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 の総数 (n) から、出力電流が異常な及び / 又は出力電流が一定な D C / D C コンバータの数 (k) を減じた数 $(n - k)$ に応じて、位相を再設定するとともにスイッチング動作させる D C / D C コンバータのスイッチング周期を短く変更する。具体的には、制御部 4 0 は、第 1 の実施形態と同様に位相を再設定するとともに、スイッチング周期を $(n - k) / n$ 倍に変更する。例えば、 $n = 4$, $k = 1$ の場合、スイッチング周期は、 $3 / 4$ 倍される。制御部 4 0 は、出力電流が異常な及び / 又は出力電流が一定な D C / D C コンバータ以外の D C / D C コンバータを、再設定された位相および変更されたスイッチング周期でスイッチング動作させる。

30

【 0 0 4 4 】

図 7 (a) は、第 3 の実施形態に係る電力変換装置 1 の出力電流 $I_1 \sim I_4$ が正常な場合の駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を示す波形図である。図 7 (b) は、図 1 の電力変換装置 1 の出力電流 I_4 が異常な場合の駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を示す波形図である。図 7 (c) は、第 3 の実施形態に係る電力変換装置 1 の出力電流 I_4 が異常な場合の駆動信号 $S_1 \sim S_4$ を示す波形図である。

【 0 0 4 5 】

図 7 (a) において、D C / D C コンバータ 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 のスイッチング周期を T_f とすると、ある D C / D C コンバータがスイッチング動作してから、別の D C / D C コンバータがスイッチング動作するまでの制御周期は $T_f / 4$ である。即ち、 $T_f / 4$ 毎に、D C / D C コンバータ 2 0 - 1 ~ 2 0 - 4 が 1 台ずつ順番にスイッチング動作する。

40

【 0 0 4 6 】

図 7 (b) に示すように、第 1 の実施形態では、出力電流 I_4 が異常な場合、スイッチング周期は T_f から変更されず、位相差は 120° に再設定される。そのため、ある D C / D C コンバータがスイッチング動作してから、次の D C / D C コンバータがスイッチング動作するまでの制御周期は、 $T_f / 4$ から $T_f / 3$ に長くなる。

【 0 0 4 7 】

50

これに対して、本実施形態の図7(c)では、スイッチング周期は $3/4 T_f$ に変更され、位相差は 120° に再設定される。そのため、あるDC/DCコンバータがスイッチング動作してから、次のDC/DCコンバータがスイッチング動作するまでの制御周期は $T_f/4$ であり、出力電流 I_4 の異常発生前後において変化しない。つまり、出力電流 I_4 の異常発生前にDC/DCコンバータ20-4が駆動信号 S_4 によりスイッチング動作していたタイミングで、別のDC/DCコンバータ20-1が駆動信号 S_1 によりスイッチング動作する。この場合、第1の実施形態と比較して、制御周期が短いので、出力電流 I_o のリップルの周波数が高い。従って、第1の実施形態と比較して、出力電流 I_o のリップルはキャパシタ C_1 により平滑化されやすく、出力電流 I_o の変動量、即ち出力電流 I_o のリップルの大きさを小さくできる。

10

【0048】

このように、本実施形態によれば、DC/DCコンバータ20-1~20-4の総数から、出力電流が異常な及び/又は出力電流が一定なDC/DCコンバータの数を減じた数に応じて、位相を再設定するとともにスイッチング周期を短く変更する。これにより、太陽電池10-1~10-4とDC/DCコンバータ20-1~20-4の動作状態が変化して、出力電流 I_o のリップルが時間的に偏った場合であっても、出力電流 I_o のリップルを時間的に分散させることができるとともに、そのリップルの大きさを第1の実施形態よりも小さくできる。

【0049】

なお、第3の実施形態を第2の実施形態に組み合わせてもよい。これにより、より多くの動作状態の変化に対応することができる。

20

【0050】

以上、本発明について、実施例をもとに説明した。この実施例は例示であり、それらの各構成要素あるいは各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、また、そうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【0051】

例えば、直流電源として、太陽電池10-1~10-4に替えて蓄電装置などを用いてもよい。

【0052】

なお、実施の形態は、以下の項目によって特定されてもよい。

30

【0053】

[項目1]

それぞれ対応する直流電源(10-1~10-4)の出力電圧を、スイッチング動作により異なる値の電圧に変換し、当該変換された電圧を共通の直流バス(30)に出力する複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)と、

前記複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)を、それぞれ異なる位相でスイッチング動作させる制御部(40, 40A)と、

を備え、

前記制御部(40, 40A)は、複数の直流電源(10-1~10-4)と前記複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)の動作状態に応じて前記位相を再設定することを特徴とする電力変換装置(1, 1A)。

40

[項目2]

前記制御部(40, 40A)は、前記複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)の総数に応じて前記位相の初期値を設定する、ことを特徴とする項目1に記載の電力変換装置(1, 1A)。

[項目3]

前記制御部(40, 40A)は、前記複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)の総数から、出力電流が異常な及び/又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)の数を減じた数に応じて前記位相を再設定する、ことを特徴とする項目1または2に記載の電力変換装置(1, 1A)。

50

[項目 4]

前記制御部(40, 40A)は、出力電流が異常な及び/又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)以外の前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)を、再設定された位相でスイッチング動作させる、ことを特徴とする項目3に記載の電力変換装置(1, 1A)。

[項目 5]

前記制御部(40, 40A)は、前記複数のDC/DCコンバータ(20-1~20-4)の総数から、出力電流が異常な及び/又は出力電流が一定な前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)の数を減じた数に応じて、スイッチング動作させる前記DC/DCコンバータのスイッチング周期を短く変更する、ことを特徴とする項目4に記載の電力変換装置(1, 1A)。

10

[項目 6]

前記制御部(40, 40A)は、対応する直流電源(10-1~10-4)から供給される入力電流が予め定められた基準値より大きい前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)のスイッチング動作と、当該スイッチング動作のタイミングにスイッチング動作のタイミングが時間的に隣接している前記DC/DCコンバータ(20-1~20-4)のスイッチング動作との位相差が初期値より大きくなるように前記位相を再設定する、ことを特徴とする項目1から5のいずれか一項に記載の電力変換装置(1, 1A)。

【符号の説明】

【0054】

1, 1A...電力変換装置、10-1~10-4...太陽電池、20-1~20-4...DC/DCコンバータ、30...直流バス、40, 40A...制御部。

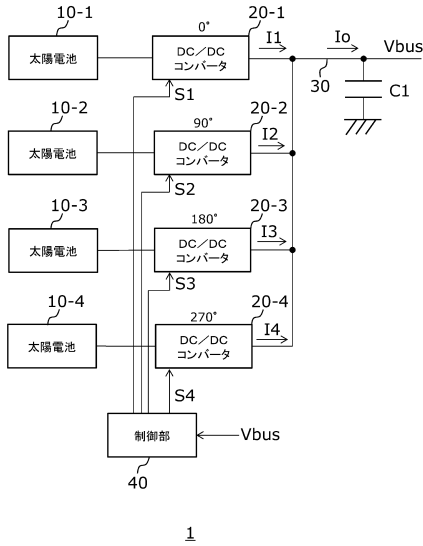
20

【産業上の利用可能性】

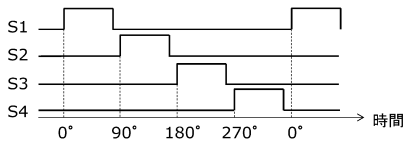
【0055】

本発明は、共通の直流バスに電力を供給する複数のDC/DCコンバータを備える電力変換装置に利用可能である。

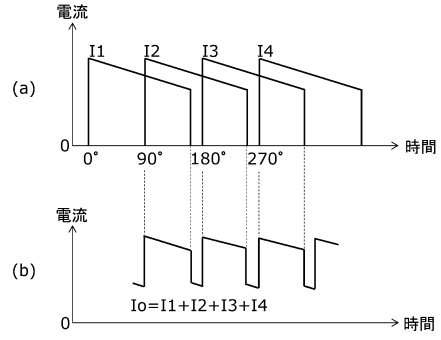
【図1】



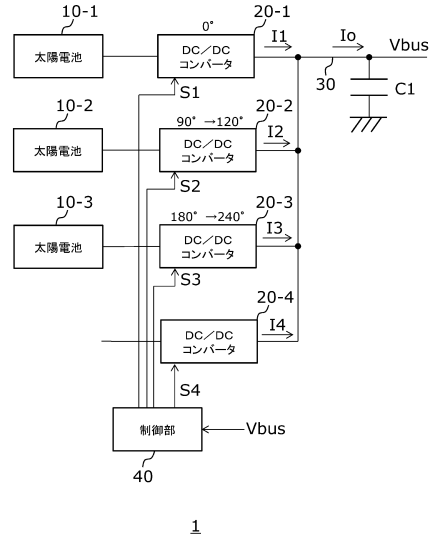
【図2】



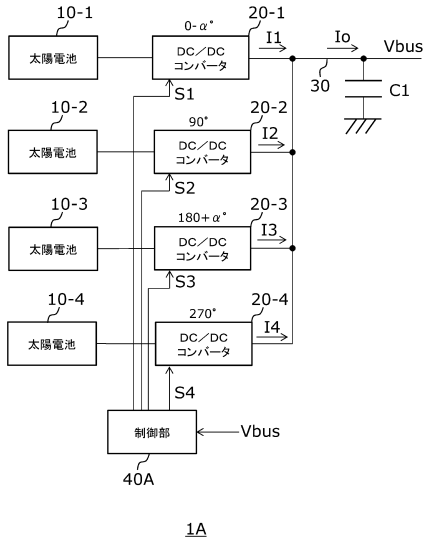
【図3】



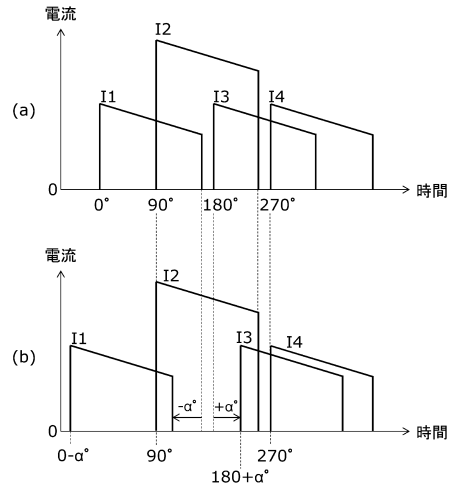
【図4】



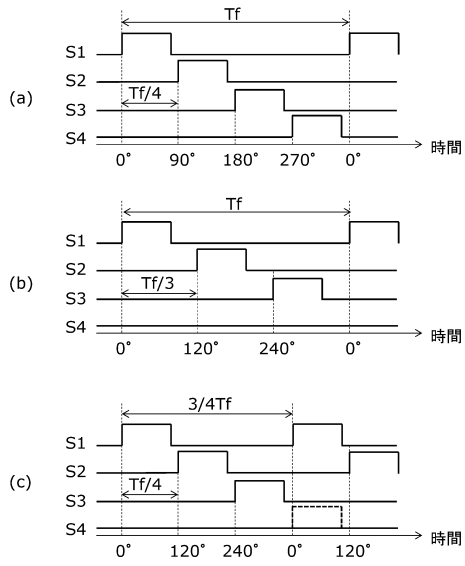
【図5】



【図6】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2012-050207(JP,A)
特開2005-151662(JP,A)
特開2004-015992(JP,A)
米国特許第09112430(US,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/00
H02M 3/155