

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6658369号
(P6658369)

(45) 発行日 令和2年3月4日(2020.3.4)

(24) 登録日 令和2年2月10日(2020.2.10)

(51) Int. Cl. F 1
 HO2M 7/487 (2007.01) HO2M 7/487
 HO2M 7/48 (2007.01) HO2M 7/48 M

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-138267 (P2016-138267)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成28年7月13日(2016.7.13)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-11413 (P2018-11413A)		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(43) 公開日	平成30年1月18日(2018.1.18)		動堂町801番地
審査請求日	平成31年2月8日(2019.2.8)	(74) 代理人	100085006
			弁理士 世良 和信
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(74) 代理人	100096873
			弁理士 金井 廣泰
		(74) 代理人	100123319
			弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100125357
			弁理士 中村 剛

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】

入力された直流電圧を1/2に分圧するための、直列接続された第1コンデンサ及び第2コンデンサと、複数のスイッチング素子と、第1～第3出力端子とを備えた中性点クランプ方式のインバータ回路と、

前記インバータ回路に対して、前記第1出力端子及び前記第2出力端子間から第1の交流を出力させると共に前記第3出力端子及び前記第2出力端子間から前記第1の交流の極性を反転した第2の交流を出力させるための単相3線出力用制御処理を実行可能な制御装置と、

を含み、

前記制御装置は、前記単相3線出力用制御処理の実行中に、前記第1コンデンサ及び第2コンデンサの中の、端子間電圧が高い方のコンデンサに蓄積された電力が、他方のコンデンサに蓄積された電力よりも多く消費されるように前記第2出力端子の電位を正負に変化させる電位制御処理を実行する機能を有する

ことを特徴とする電力変換装置。

【請求項2】

前記電位制御処理が、前記第2出力端子の電位を、1スイッチング周期内の時間平均値が“0”となるように正負に変化させる処理である

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】

前記電位制御処理が、前記第 2 出力端子の電位が正となる時間と負となる時間とが、前記第 1 コンデンサの端子間電圧と前記第 2 コンデンサの端子間電圧との間の電圧差に応じた時間となるように、前記第 2 出力端子の電位を正負に変化させる処理である

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の電力変換装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記第 1 コンデンサの端子間電圧と第 2 コンデンサの端子間電圧との間の電圧差であるコンデンサ電圧差が第 1 所定値以上となった場合に前記電位制御処理を開始し、前記コンデンサ電圧差が前記第 1 所定値よりも小さな第 2 所定値以下となった場合に前記電位制御処理を終了する

ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 ~ 第 3 出力端子が系統及び電力消費機器に接続される端子であり、前記制御装置は、自立運転の開始が指示されたときに、前記単相 3 線出力用制御処理を開始する

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の電力変換装置。

【請求項 6】

前記制御装置は、自立運転の開始が指示されたときに、前記第 1 コンデンサの端子間電圧と前記第 2 コンデンサの端子間電圧との間の電圧差が所定の閾値以下であるか否かを判断し、前記電圧差が前記閾値以下でなかった場合には、前記電圧差を低減するためのコンデンサ電圧平衡化処理を行ってから、前記単相 3 線出力用制御処理を開始し、前記電圧差が前記閾値以下であった場合には、前記コンデンサ電圧平衡化処理を行うことなく、前記単相 3 線出力用制御処理を開始する

ことを特徴とする請求項 5 に記載の電力変換装置。

20

【請求項 7】

前記コンデンサ電圧平衡化処理が、前記第 1 コンデンサ、前記第 2 コンデンサの中の端子間電圧が高い方のコンデンサに蓄えられている電力で、他方のコンデンサが充電されるように前記インバータ回路を制御する処理である

ことを特徴とする請求項 6 に記載の電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力変換装置に関し、特に、三相交流出力又は単相 3 線出力を行うように制御される中性点クランプ方式のインバータ回路を備えた電力変換装置に関する。

【背景技術】

【0002】

インバータ回路として、入力電圧を直列接続された 2 つのコンデンサで分圧して三相交流等を出力する、中性点クランプ方式のインバータ回路（例えば、特許文献 1 ~ 3 参照）が知られている。そのようなインバータ回路を用いれば、連系運転時には、系統に三相交流を供給し、自立運転時には、単相 3 線出力を行うパワーコンディショナを製造することが出来る。

40

【0003】

ただし、中性点クランプ方式のインバータ回路を用いたパワーコンディショナの利用状況によっては、入力電圧分圧用の 2 つのコンデンサの端子間電圧がアンバランスになってしまう（2 つのコンデンサの端子間電圧が異なってしまう）場合がある。そして、コンデンサ電圧がアンバランスになると、正常な出力電圧が得られないことや、インバータ回路の部品への過電流や過電圧によりインバータ回路が破損することがあり得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開平8 - 3 1 7 6 6 3号公報

【特許文献2】特開平6 - 2 6 1 5 5 1号公報

【特許文献3】特開平8 - 2 3 7 9 5 6号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

そこで、本発明の目的は、三相交流出力又は单相3線出力を行うように制御される中性点クランプ方式のインバータ回路を備えた電力変換装置であって、单相3線出力時に、上記のような不具合が生じることを抑止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】

上記目的を達成するために、本発明の電力変換装置は、入力された直流電圧を1/2に分圧するための、直列接続された第1コンデンサ及び第2コンデンサと、複数のスイッチング素子と、第1～第3出力端子とを備えた中性点クランプ方式のインバータ回路と、前記インバータ回路に対して、前記第1出力端子及び前記第2出力端子間から第1の交流を出力させると共に前記第3出力端子及び前記第2出力端子間から前記第1の交流の極性を反転した第2の交流を出力させるための单相3線出力用制御処理を実行可能な制御装置と、を含む。そして、本発明の電力変換装置の制御装置は、前記单相3線出力用制御処理の実行中に、前記第1コンデンサ及び第2コンデンサの中の、端子間電圧が高い方のコンデンサに蓄積された電力が他方のコンデンサに蓄積された電力よりも多く消費されるように前記第2出力端子の電位を正負に変化させる電位制御処理を実行する機能を有する。

【0007】

すなわち、上記内容の電位制御処理が行われれば、端子間電圧が高い方のコンデンサの端子間電圧が他方のコンデンサの端子間電圧に近づくことになる。従って、本発明の電力変換装置によれば、コンデンサ電圧がアンバランスになった場合に生じ得る、正常な单相3線出力が得られなくなるといったような不具合の発生を抑止することが出来る。

【0008】

電位制御処理としては、例えば、『前記第2出力端子の電位を、1スイッチング周期内の時間平均値が“0”となるように正負に変化させる処理』や、『前記第2出力端子の電位が正となる時間と負となる時間とが、前記第1コンデンサの端子間電圧と前記第2コンデンサの端子間電圧との間の電圧差に応じた時間となるように、前記第2出力端子の電位を正負に変化させる処理』を採用することが出来る。なお、電位制御処理として、前者の処理を採用しておけば、出力波形に殆ど悪影響を与えない形でコンデンサ電圧のアンバランスを解消することが可能となる。電位制御処理として、後者の処理を採用しておけば、コンデンサ電圧のアンバランスを、短時間のうちに低減することが可能となる。

【0009】

本発明の電力変換装置を実現する際、電位制御処理が常に実行されるようにしておいても良い。ただし、電位制御処理は、第1コンデンサの端子間電圧と第2コンデンサの端子間電圧がほぼ一致している場合には、不要な処理である。従って、制御装置を、前記第1コンデンサの端子間電圧と第2コンデンサの端子間電圧との間の電圧差であるコンデンサ電圧差が第1所定値以上となった場合に前記電位制御処理を開始し、前記コンデンサ電圧差が前記第1所定値よりも小さな第2所定値以下となった場合に終了する装置として構成しておいても良い。

【0010】

また、本発明の電力変換装置は、通常、『前記第1～第3出力端子が系統及び電力消費機器に接続される端子であり、前記制御装置は、自立運転の開始が指示されたときに、前記单相3線出力用制御処理を開始する』装置、換言すれば、パワーコンディショナとして製造される装置である。なお、電力消費機器への接続はコンセント等を介して行われても良い。ただし、電力変換装置を、パワーコンディショナ以外の装置として実現しても良い。

10

20

30

40

50

【0011】

また、本発明の電力変換装置の制御装置に、『自立運転の開始が指示されたときに、前記第1コンデンサの端子間電圧と前記第2コンデンサの端子間電圧との間の電圧差が所定の閾値以下であるか否かを判断し、前記電圧差が前記閾値以下でなかった場合には、前記電圧差を低減するためのコンデンサ電圧平衡化処理を行ってから、前記単相3線出力用制御処理を開始し、前記電圧差が前記閾値以下であった場合には、前記コンデンサ電圧平衡化処理を行うことなく、前記単相3線出力用制御処理を開始する』機能を付与しておいても良い。この機能を制御装置に付与しておけば、第1コンデンサと第2コンデンサの端子間電圧に大きな差がある状態で単相3線出力用制御処理が開始されて上記不具合が生じることを抑止することが出来る。

10

【0012】

なお、コンデンサ電圧平衡化処理としては、例えば、『前記第1コンデンサ、前記第2コンデンサの中の端子間電圧が高い方のコンデンサに蓄えられている電力で、他方のコンデンサが充電されるように前記インバータ回路を制御する処理』を採用することが出来る。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、三相交流出力又は単相3線出力を行うように制御される中性点クランプ方式のインバータ回路を備えた電力変換装置であって、単相3線出力時に、コンデンサ電圧のアンバランスに起因する不具合が生じることを抑止できる電力変換装置を提供することが出来る。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る電力変換装置の概略構成図である。

【図2】図2は、単相三線出力の説明図である。

【図3】図3は、正の V_{uo} が出力されときのU相電位、O相電位、 V_{uo} の時間変化パターンを示したタイムチャートである。

【図4】図4は、負の V_{uo} が出力されときのU相電位、O相電位、 V_{uo} の時間変化パターンを示したタイムチャートである。

【図5】図5は、図3示してある電位、電圧の時間変化を実現するために制御ユニットがインバータ回路に対して行う制御内容の説明図である。

30

【図6】図6は、図4示してある電位、電圧の時間変化を実現するために制御ユニットがインバータ回路に対して行う制御内容の説明図である。

【図7】図7は、実施形態に係る電力変換装置の制御ユニットが実行する自立運転用制御処理の流れ図である。

【図8】図8は、コンデンサ電圧均衡化処理の内容の説明図である。

【図9】図9は、コンデンサ電圧均衡化処理の内容の説明図である。

【図10】図10は、コンデンサ電圧均衡化処理の変形例を説明するための図である。

【図11】図11は、O相電位の制御が行われた場合におけるU相電位、O相電位、 V_{uo} の時間変化パターンを示したタイムチャートである。

40

【図12】図12は、O相電位の制御のために使用されるモード5の説明図である。

【図13】図13は、O相電位の制御のために使用されるモード6の説明図である。

【図14】図14は、実施形態に係る電力変換装置の変形例の説明図である。

【図15】図15は、実施形態に係る電力変換装置の別の変形例の説明図である。

【図16】図16は、実施形態に係る電力変換装置のさらに別の変形例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。

【0016】

図1に、本発明の一実施形態に係る電力変換装置の概略構成を示す。

50

本実施形態に係る電力変換装置は、直流発電装置（本実施形態では、太陽電池アレイ）により発電された電力を系統に供給する連系運転機能と、直流発電装置により発電された電力を各種負荷（交流電源で動作する機器）に供給する自立運転機能とを有するパワーコンディショナである。

【0017】

図示してあるように、電力変換装置は、直流発電装置が接続される入力端子11p及び入力端子11nと、DC/DC変換回路10と、インバータ回路20と、制御ユニット30とを備える。なお、入力端子11pが、正側（高電位側）の入力端子であり、入力端子11nが、負側（低電位側）の入力端子である。また、図示は省略してあるが、電力変換装置は、インバータ回路20の出力端子（U端子24u、O端子24o及びW端子24w）を系統に接続するための継電器（以下、系統用喧伝器と表記する）、自立運転用の100V及び200Vコンセント、各コンセントにインバータ回路20の出力端子を接続するための継電器（コンセント用継電器と表記する）も、備えている。

10

【0018】

DC/DC変換回路10は、電力変換装置の入力端子11p及び11nから入力された電圧を昇圧するための回路である。電力変換装置に接続される直流発電装置の出力電圧によっては、このDC/DC変換回路10として、入力電圧の降圧のみが可能な回路、又は、入力電圧の昇圧及び降圧が可能な回路が使用される。

【0019】

インバータ回路20は、ダイオードクランプ形のNPC（Neutral Point Clamped）インバータ回路である。図示してあるように、インバータ回路20は、入力端子21p、入力端子21n、U端子24u、O端子24o及びW端子24wを備える。また、インバータ回路20は、入力端子21p、21n間に並列に接続された、分圧回路22、U相用レグ23u、O相用レグ23o及びW相用レグ23wを備える。

20

【0020】

入力端子21p、21nは、DC/DC変換回路10による昇圧後の電圧が入力される端子である。なお、入力端子11p、11nと同様に、入力端子21pが正側の入力端子であり、入力端子21nが負側の入力端子である。

【0021】

分圧回路22は、同容量の第1コンデンサC1と第2コンデンサC2とを直列接続した回路である。入力端子21p、21n間に印加された電圧Vは、この分圧回路22によって、通常、 $1/2V$ （第1コンデンサC1の端子間電圧）と $1/2V$ （第2コンデンサC2の端子間電圧）とに分圧される。以下、分圧回路22の、第1コンデンサC1と第2コンデンサC2との接続部分のことを中性点と表記する。

30

【0022】

図示してあるように、分圧回路22には、第1コンデンサC1の端子間電圧を測定するための電圧センサ31p、第2コンデンサC2の端子間電圧を測定するための電圧センサ31nが取り付けられている。

【0023】

U相用レグ23uは、U端子24uの電位を変化させるための回路である。図示してあるように、U相用レグ23uは、直列接続されたスイッチング素子Su1～Su4と、各スイッチング素子Sum（ $m=1\sim 4$ ）に並列接続されたダイオードDumとを備える。さらに、U相用レグ23uは、中性点からの電流を、スイッチング素子Su1、Su2間の配線に供給するためのダイオードDu5と、スイッチング素子Su3、Su4間からの電流を、中性点に供給するためのダイオードDu6とを備える。そして、U相用レグ23uのスイッチング素子Su2、Su3間には、リアクトルLuを介してU端子24uが接続されている。

40

【0024】

O相用レグ23oは、O端子24oの電位を変化させるための回路である。図示してあるように、O相用レグ23oは、直列接続されたスイッチング素子So1～So4と、各

50

スイッチング素子 S_{om} ($m = 1 \sim 4$) に並列接続されたダイオード D_{om} とを備える。さらに、O相用レグ 23o は、中性点からの電流を、スイッチング素子 S_{o1} 、 S_{o2} 間の配線に供給するためのダイオード D_{o5} と、スイッチング素子 S_{o3} 、 S_{o4} 間からの電流を、中性点に供給するためのダイオード D_{o6} とを備える。そして、O相用レグ 23o のスイッチング素子 S_{o2} 、 S_{o3} 間には、リアクトル L_o を介して O 端子 24o が接続されている。

【0025】

W相用レグ 23w は、W 端子 24w の電位を変化させるための回路である。図示してあるように、W相用レグ 23w は、直列接続されたスイッチング素子 $S_{w1} \sim S_{w4}$ と、各スイッチング素子 S_{wm} ($m = 1 \sim 4$) に並列接続されたダイオード D_{wn} とを備える。さらに、W相用レグ 23w は、中性点からの電流を、スイッチング素子 S_{w1} 、 S_{w2} 間の配線に供給するためのダイオード D_{w5} と、スイッチング素子 S_{w3} 、 S_{w4} 間からの電流を、中性点に供給するためのダイオード D_{w6} とを備える。そして、W相用レグ 23w のスイッチング素子 S_{w2} 、 S_{w3} 間には、リアクトル L_w を介して W 端子 24w が接続されている。

10

【0026】

図示してあるように、リアクトル L_w と W 端子 24w とを接続する配線には、コンデンサ C_5 の一端が接続されており、リアクトル L_o と O 端子 24o とを接続する配線には、コンデンサ C_4 の一端が接続されている。また、リアクトル L_u と U 端子 24u とを接続する配線には、コンデンサ C_3 の一端が接続されており、コンデンサ C_5 の他端は、コンデンサ C_3 の他端とコンデンサ C_4 の他端とに接続されている。

20

【0027】

制御ユニット 30 は、プロセッサ（本実施形態では、マイクロコントローラ）、ゲート・ドライバ IC 等から構成された、DC/DC 変換回路 10 及びインバータ回路 20 を制御するユニットである。この制御ユニット 30 には、上記した電圧センサ 31p、31n を含む各種センサの出力が入力されており、制御ユニット 30 は、入力された情報に基づき、DC/DC 変換回路 10 及びインバータ回路 20 を以下のように制御する。

【0028】

制御ユニット 30 は、連系運転時にも自立運転時にも、DC/DC 変換回路 10 に対して MPPT (Maximum Power Point Tracking) 制御を行う。また、制御ユニット 30 は、インバータ回路 20 に対しては、連系運転時と自立運転時とで異なる内容の制御を行う。

30

【0029】

具体的には、制御ユニット 30 は、連系運転により、例えば三相交流系統と連系する場合、インバータ回路 20 の出力端子（U 端子 24u、O 端子 24o 及び W 端子 24w）が三相交流出力端子となるように、インバータ回路 20 を制御する三相交流出力用制御処理を行う。すなわち、制御ユニット 30 は、連系運転時には、インバータ回路 20 の出力端子から三相交流が出力されるように、インバータ回路 20 を制御する三相交流出力用制御処理を行う。

【0030】

また、制御ユニット 30 は、自立運転時には、インバータ回路 20 の出力端子（U 端子 24u、O 端子 24o 及び W 端子 24w）が単相三線出力端子となるように、インバータ回路 20 を制御する。

40

【0031】

ここで、『インバータ回路 20 の出力端子が単相三線出力端子となる』とは、各端子間の電圧が図 2 に示したように時間変化するということである。すなわち、『インバータ回路 20 の出力端子が単相三線出力端子となる』とは、U 端子 24u、O 端子 24o 間の出力電圧 V_{uo} が、 100V_{rms} の交流となり、W 端子 24w、O 端子 24o 間の出力電圧 V_{wo} が、出力電圧 V_{uo} を極性反転した 100V_{rms} の交流となり、U 端子 24u、W 端子 24w 間の出力電圧 V_{uw} が、出力電圧 V_{uo} と同位相の 200V_{rms} の交流となる、ということである。

50

【 0 0 3 2 】

以下、本実施形態に係る電力変換装置の構成及び機能をさらに具体的に説明する。なお、本実施形態に係る電力変換装置は、自立運転時（正確には、自立運転への移行時及び自立運転中）に、インバータ回路 20 に対して特殊な制御を行うように、制御ユニット 30 を構成（プログラミング）した装置となっている。そのため、以下では、制御ユニット 30 による、自立運転時のインバータ回路 20 に対する制御内容を中心に、本実施形態に係る電力変換装置の機能を説明することにする。

【 0 0 3 3 】

まず、自立運転中に制御ユニット 30 がインバータ回路 20 に対して行う基本的な制御内容を説明する。

【 0 0 3 4 】

図 3 に、正の V_{uo} が出力されときの U 相電位、O 相電位、 V_{uo} の時間変化を示し、図 4 に、負の V_{uo} が出力されときの U 相電位、O 相電位、 V_{uo} の時間変化を示す。また、図 5、図 6 に、それぞれ、図 3、図 4 に示してある電位、電圧の時間変化を実現するために制御ユニット 30 がインバータ回路 20 に対して行う制御内容を示す。なお、図 3 及び図 4 に示してある電位、電圧の変化パターンは、リアクトル L_u 、 L_o 及び L_w とコンデンサ $C_3 \sim C_5$ とにより平滑化されることを考慮していないものである。また、図 3、図 4 及び以下の説明において、U 相電位、O 相電位、W 相電位とは、それぞれ、中性点の電位を基準とした、U 端子 24u、O 端子 24o、W 端子 24w の電位のことである。

【 0 0 3 5 】

図 3 及び図 4 に示してあるように、自立運転中、制御ユニット 30 は、基本的には、O 相電位が 0V となり、U 相電位が時間変化するように、インバータ回路 20 を制御する。また、正の V_{uo} を出力する場合、制御ユニット 30 は、第 1 コンデンサ C_1 の電圧 V_c が負荷 40 に印加されるモード 1（図 5（a））と、負荷 40 に電圧が印加されないモード 2（負荷 40 の両端が中性点に接続されるモード 2；図 5（b））とで交互に動作するように、インバータ回路 20 を制御する。負の V_{uo} を出力する場合、制御ユニット 30 は、第 2 コンデンサ C_2 の電圧 V_c が、負荷 40 に、正の V_{uo} の出力時とは逆方向に印加されるモード 3（図 6（a））と、負荷 40 に電圧が印加されないモード 4（負荷 40 の両端が中性点に接続されるモード 4；図 6（b））とで交互に動作するように、インバータ回路 20 を制御する。

【 0 0 3 6 】

なお、制御ユニット 30 が行う上記制御は、“モード 1 の持続時間 + モード 2 の持続時間”が、予め設定されている時間（以下、スイッチング周期と表記する）と一致し、モード 1 の持続時間 / スwitching 周期を、その時点において出力すべき V_{uo} 値に応じて変化させる制御である。

【 0 0 3 7 】

また、自立運転中、制御ユニット 30 は、W 相電位が、- U 相電位（U 相電位の極性を反転させた電位）となるように、インバータ回路 20 を制御する。

【 0 0 3 8 】

第 1 コンデンサ C_1 の端子間電圧と第 2 コンデンサ C_2 の端子間電圧とが等しい場合、上記制御により、正常な単相 3 線出力（図 2 参照）を得ることが出来る。ただし、電力変換装置の利用状況によっては、コンデンサ電圧がアンバランスとなってしまう（第 1 コンデンサ C_1 の端子間電圧と第 2 コンデンサ C_2 の端子間電圧とが異なってしまう）場合もある。そして、コンデンサ電圧がアンバランスになると、正常な単相 3 線出力が得られないことや、インバータ回路 20 の部品への過電流や過電圧によりインバータ回路 20 が破損することがあり得る。

【 0 0 3 9 】

そのような不具合が生ずることを抑止するために、本実施形態に係る電力変換装置の制御ユニット 30 は、自立運転の開始が指示された場合、図 7 に示した手順の自立運転用制

10

20

30

40

50

御処理を行うように、構成（プログラミング）されている。なお、自立運転用制御処理のステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 3 の処理は、コンセント用継電器、系統用継電器が共に OFF とされている状態で行われる処理である。

【 0 0 4 0 】

すなわち、自立運転の開始が指示されたため、この自立運転用制御処理を開始した制御ユニット 3 0 は、まず、電圧センサ 3 1 p、3 1 n を用いて第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧と第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧とを測定し、測定した端子間電圧間の電圧差を算出する（ステップ S 1 0 1）。

【 0 0 4 1 】

次いで、制御ユニット 3 0 は、算出した電圧差の絶対値が、第 1 設定値以下であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 2）。ここで、第 1 設定値とは、上記のような不具合が生ずる恐れがある電圧差として予め設定されている値のことである。

【 0 0 4 2 】

制御ユニット 3 0 は、電圧差の絶対値が第 1 設定値以下ではなかった場合（ステップ S 1 0 2 ; NO）には、ステップ S 1 0 3 にて、コンデンサ電圧均衡化処理を行う。

【 0 0 4 3 】

コンデンサ電圧均衡化処理は、コンデンサ C 1、C 2 間の電圧差が、予め設定されている、第 1 設定値よりも小さな第 2 設定値以下となるまで、端子間電圧がより高い方のコンデンサ（C 1 又は C 2）に蓄えられている電力で他方のコンデンサ（C 2 又は C 1）を充電する処理である。

【 0 0 4 4 】

以下、第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧が第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧よりも高い場合を例に、コンデンサ電圧均衡化処理の内容をより具体的に説明する。

【 0 0 4 5 】

第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧が第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧よりも高かった場合、制御ユニット 3 0 は、図 8 及び図 9 に示した内容のコンデンサ電圧均衡化処理を行う。なお、図 8、図 9 及び後述する図 1 0 におけるリアクトル L 0、コンデンサ C 0 は、それぞれ、リアクトル L u 及びリアクトル L o に相当するインダクタンス成分、コンデンサ C 3 及びコンデンサ C 4 に相当する静電容量成分である。

【 0 0 4 6 】

すなわち、第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧が第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧よりも高かった場合、制御ユニット 3 0 は、コンデンサ電圧均衡化処理を開始して、第 1 コンデンサ C 1 に放電させた電力でリアクトル L 0 及びコンデンサ C 0 を充電する放電モード（図 8（a））と、リアクトル L 0 及びコンデンサ C 0 に充電した電力で第 2 コンデンサ C 2 を充電する充電モード（図 8（b））とで交互に動作するようにインバータ回路 2 0 を制御する。さらに、図 9 に示した電流経路で、第 1 コンデンサ C 1 からの放電と第 2 コンデンサ C 2 への充電を交互に行う。なお、図 8 と図 9 の動作を低周波で入れ替え、それぞれの中の（a）と（b）の切り替えは高周波で行うのが良い。

【 0 0 4 7 】

また、第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧が第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧よりも高い場合に、インバータ回路 2 0 に図 8 の（a）、（b）に示した状態を短周期で交互に取らせる制御と、インバータ回路 2 0 に図 1 0 の（a）、（b）に示した状態を交互に取らせる制御とを繰り返すコンデンサ電圧均衡化処理であって、図 8 の（a）の状態から図 1 0 の（a）の状態へ、又は、図 1 0 の（a）の状態から図 8 の（a）の状態へ移行するコンデンサ電圧均衡化処理が実行されるようにしておいても良い。

【 0 0 4 8 】

図 7 に戻って、説明を続ける。

コンデンサ電圧均衡化処理を終えた制御ユニット 3 0 は、単相 3 線出力用制御処理を開始する（ステップ S 1 0 4）。また、電圧差の絶対値が第 1 設定値以下であった場合（ステップ S 1 0 2 ; YES）、制御ユニット 3 0 は、コンデンサ電圧均衡化処理を行うこと

10

20

30

40

50

なく、単相 3 線出力用制御処理を開始する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 4 9 】

単相 3 線出力用制御処理を開始した制御ユニット 3 0 は、まず、コンセント用継電器（自立運転用の 1 0 0 V 及び 2 0 0 V コンセントにインバータ回路 2 0 の出力端子を接続するための継電器）を ON する。そして、制御ユニット 3 0 は、図 3 ~ 図 6 を用いて説明した制御処理に、第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧と第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧の電圧差（以下、コンデンサ電圧差と表記する）を小さくするための制御処理を加えた処理を開始する。

【 0 0 5 0 】

すなわち、自立運転用の 1 0 0 V、2 0 0 V コンセントに接続される機器によっては、自立運転中に、コンデンサ電圧がアンバランスとなってしまう（第 1 コンデンサ C 1 の端子間電圧と第 2 コンデンサ C 2 の端子間電圧とが異なってしまう）場合がある。そして、コンデンサ電圧がアンバランスになると、既に説明したように、正常な単相 3 線出力が得られないことや、インバータ回路 2 0 の部品への過電流や過電圧によりインバータ回路 2 0 が破損することがあり得る。

【 0 0 5 1 】

そのような不具合が生ずることを抑止するために、制御ユニット 3 0 は、自立運転中に、コンデンサ電圧差が第 3 設定値を超えた場合には、コンデンサ電圧差を小さくするための 0 相電位の制御処理を行うように構成されている。なお、第 3 設定値とは、予め定められている値のことである。この第 3 設定値としては、例えば、上記した第 1 設定値と同じ値を使用することが出来る。

【 0 0 5 2 】

具体的には、コンデンサ電圧差が第 3 設定値を超えた場合、制御ユニット 3 0 は、以下の条件を満たすように 0 相電位を制御する制御処理を開始する。

【 0 0 5 3 】

条件 1：0 相電位が正又は負に変化しているときに、端子間電圧が高い方のコンデンサ（C 1 又は C 2）に蓄積された電力が他方のコンデンサに蓄積された電力よりも多く消費される。

条件 2：0 相電位を、1 スイッチング周期内の時間平均値が“ 0 ”となるように変化させる。

条件 3：0 相電位を正又は負となる時間が、コンデンサ電圧差に応じた時間となる。

【 0 0 5 4 】

なお、条件 3 は、0 相電位を上下する時間がコンデンサ電圧差に比例するといった条件であっても、0 相電位を上下する時間が、コンデンサ電圧差に比例した値と、コンデンサ電圧差の時間積分値とから求められるといった条件であっても、0 相電位を上下する時間が、コンデンサ電圧差に比例した値と、コンデンサ電圧差の時間積分値と、コンデンサ電圧差の時間微分値とから求められるといった条件であっても良い。

【 0 0 5 5 】

条件 1 が成立すれば、両コンデンサ C 1 及び C 2 の端子間電圧差を低減することが出来る。また、条件 2 が成立すれば、 V_{uo} 、 V_{wo} 、 V_{uw} の波形に悪影響を与えない（各出力波形を歪ませない）ことが出来る。具体的には、正の V_{uo} の出力時を例に説明すると、図 1 1 から明らかなように、条件 2 が成立すれば、 V_{uo} の 1 スイッチング周期内の積分値が、0 相電位を変化させない場合と同じ値となる。従って、条件 2 が成立すれば、 V_{uo} 、 V_{wo} 、 V_{uw} の波形に悪影響を与えない（各出力波形を歪ませない）ことが出来る。また、条件 3 が成立するようにしておけば、両コンデンサ C 1 及び C 2 の端子間電圧差を、短時間のうちに低減することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

そして、インバータ回路 2 0 は、条件 1 ~ 3 を満たした状態で図 1 1 に示してあるように U 相電位、0 相電位を変化させることができる構成を有している。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

具体的には、第2コンデンサC2の端子間電圧の方が第1コンデンサC1の端子間電圧よりも高い場合、モード1で動作しているインバータ回路20(図5(a))を、図12に示した電流経路が形成されるモード5で動作させれば、U相電位を変えずに、O相電位を上げること(O相電位を、端子21pの電位(正電位)とすること)が出来る。また、モード2で動作しているインバータ回路20(図5(b))を、図13に示した電流経路が形成されるモード6で動作させれば、U相電位を変えずに、第2コンデンサC2に蓄えられた電力に基づき、O相電位を下げる(O相電位を、端子21nの電位(負電位)とすること)が出来る。

【0058】

そのため、第2コンデンサC2の端子間電圧の方が第1コンデンサC1の端子間電圧よりも高い状況下、正の V_{uo} を出力する場合、単相3線出力用制御処理では、図11に示してあるように、インバータ回路20の動作モードが、モード1、5、1、2、6、2といった順に繰り返し変更される。

【0059】

正の V_{uo} の出力時に上記制御が行われる場合、単相3線出力用制御処理では、負の V_{uo} の出力時、正/負の V_{uo} の出力時にも同様の制御が行われる。すなわち、上記条件1~3を満たすように、U端子24uの接続先を、一時的に、中性点から入力端子21p又は21nに変更する制御が行われる。

【0060】

そして、単相3線出力用制御処理では、コンデンサ電圧差が、第3設定値以下の第4設定値(例えば、第2設定値と同じ値)以下となったときに、通常の制御処理が開始される。

【0061】

図7に戻って、自立運転用制御処理の残りのステップについて説明する。

上記のような内容の単相3線出力用制御処理を開始した制御ユニット30は、自立運転モードの解除が指示されるのを監視する(ステップS105)。そして、制御ユニット30は、自立運転モードの解除が指示された場合(ステップS105;YES)には、単相3線出力用制御処理を終了する(ステップS106)と共に、この自立運転用制御処理を終了して、三相交流出力用制御処理を開始する。

【0062】

以上、説明したように、本実施形態に係る電力変換装置は、上記条件1~3を満たされるように、O相電位を制御する処理を行う機能を有している。そして、当該処理が行われれば、 V_{uo} 及び V_{wo} (及び V_{uw})の波形に悪影響が与えられずに、端子間電圧が高い方のコンデンサの端子間電圧を他方のコンデンサの端子間電圧に近づくことになる。従って、電力変換装置では、正常な単相3線出力が得られなくなるといったような不具合が発生しない形で単相3線出力を得ることが出来る。また、電力変換装置の制御ユニット30は、コンデンサ電圧平衡化処理を行う機能(図7,図8等参照)を有している。従って、電力変換装置によれば、第1コンデンサC1と第2コンデンサC2の端子間電圧に大きな差がある状態で単相3線出力用制御処理が開始されて不具合が生じることも抑止することが出来る。

【0063】

《変形例》

上記した実施形態に係る電力変換装置は、各種の変形を行えるものである。例えば、電力変換装置を、単相で系統連系する装置や単相3線出力のみを行う装置に変形することが出来る。また、図14に示してあるように、電力変換装置のインバータ回路20の第1コンデンサC1、第2コンデンサC2に、それぞれ、数百k程度の抵抗25p、抵抗25nを並列接続しておくと共に、上記したコンデンサ電圧均衡化処理の代わりに、コンデンサ電圧差が第2設定値以下となるのを待機する処理が行われるようにしておくことが出来る。また、図15に示してあるように、第1コンデンサC1、第2コンデンサC2に、それぞれ、抵抗26pとスイッチング素子27pとを直列接続した回路、抵抗26nとスイ

10

20

30

40

50

ッチング素子 27n を直列接続した回路を並列接続しておくと共に、上記したコンデンサ電圧均衡化処理の代わりに、スイッチング素子 27p、27n を、一定時間の間だけ、又は、コンデンサ電圧差が規定値以下となるまで、ON する処理が行われるようにしておくことも出来る。

【0064】

また、電力変換装置を、図16に示した構成を有する装置、すなわち、第1コンデンサC1の両端と第2コンデンサC2の両端とに印加する電圧を個別に制御可能な、2つの直流発電装置35と接続されるDC/DC変換回路10を備えた装置に変形することも出来る。この場合、制御ユニット30を、第1コンデンサC1の端子間電圧と第2コンデンサC2の端子間電圧とが一致するようにDC/DC変換回路10を制御するユニットとして

10

【0065】

また、単相3線出力用制御処理中のO相電位の制御処理は、第1コンデンサC1及び第2コンデンサC2の中の、端子間電圧が高い方のコンデンサに蓄積された電力が他方のコンデンサに蓄積された電力よりも多く消費されるようにO相電位を正負に変化させる処理でありさえすれば、上記したものと具体的な内容が異なる処理であっても良い。従って、例えば、第2コンデンサC2の端子間電圧の方が第1コンデンサC1の端子間電圧よりも高い状況下において正のVu_oを出力する場合(図11参照)、インバータ回路20の動作モードが、モード5、1、6、2といった順や、モード1、5、6、2といった順で繰

20

【0066】

また、O相電位を制御する制御処理が常に行われるように、電力変換装置(制御ユニット30)を変形しても良い。ただし、当該制御処理は、第1コンデンサC1の端子間電圧と第2コンデンサC2の端子間電圧がほぼ一致している場合には、不要な処理である。そして、当該制御処理のON/OFFが頻繁に行われるのも好ましいことではないので、制御ユニット30は、上記したように、コンデンサ電圧差が第3設定値を超えている場合にO相電位を制御する処理を開始し、コンデンサ電圧差が第4設定値よりも小さな第4設定値以下となった場合に当該処理を終了する装置として構成しておくことが好ましい。

【0067】

また、制御ユニット20を、単相3線出力用制御処理の実行中に、コンデンサ電圧差が過度に大きくなった場合、単相3線出力用制御処理を中止すると共にコンセント用継電器をOFFし、コンデンサ電圧均衡化処理によりコンデンサ電圧差を小さくしてから、単相3線出力を再開するユニットに変形しておいても良い。さらに、インバータ回路20の具体的な構成(回路構成、使用されている素子)が上記したのものとは異なっても良いことや、自立運転時の電力の出力先が自立運転用のコンセントではなくても良いことなどは当然のことである。

30

【符号の説明】

【0068】

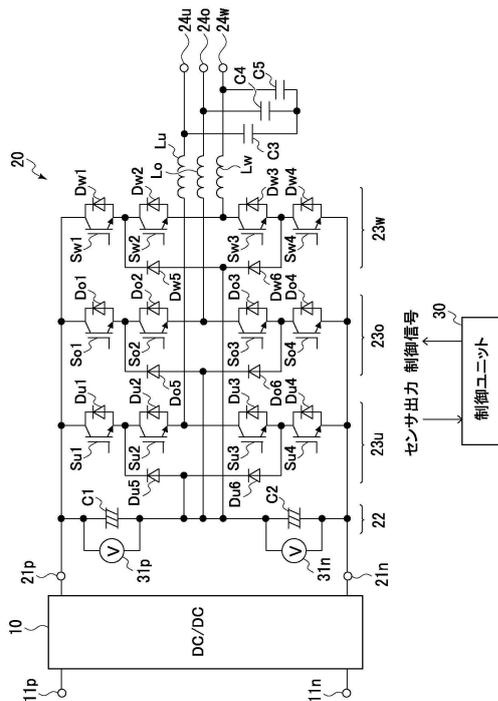
10 DC/DC変換回路
 11n、11p 入力端子
 20 インバータ回路
 21n、21p 入力端子
 22 分圧回路
 23o O相用レグ
 23u U相用レグ
 23w W相用レグ
 24o O端子
 24u U端子
 24w W端子

40

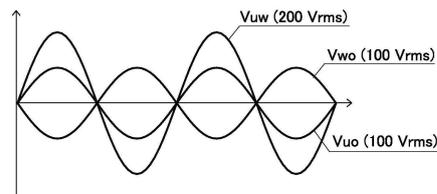
50

- 27n、27p スイッチング素子
- 30 制御ユニット
- 31n、41p 電圧センサ
- 35 直流発電装置
- 40 負荷
- C1～C5 コンデンサ
- Du1～Du6、Do1～Do6、Dw1～Dw6 ダイオード
- Lu、Lo、Lw リアクトル
- Su1～Su4、So1～So4、Sw1～Sw6 スイッチング素子

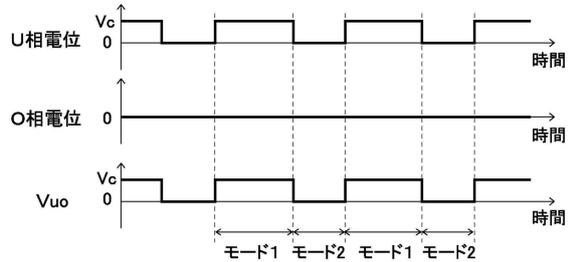
【図1】



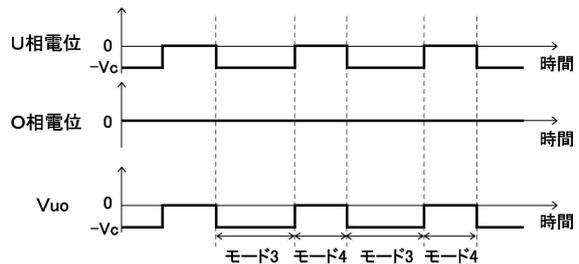
【図2】



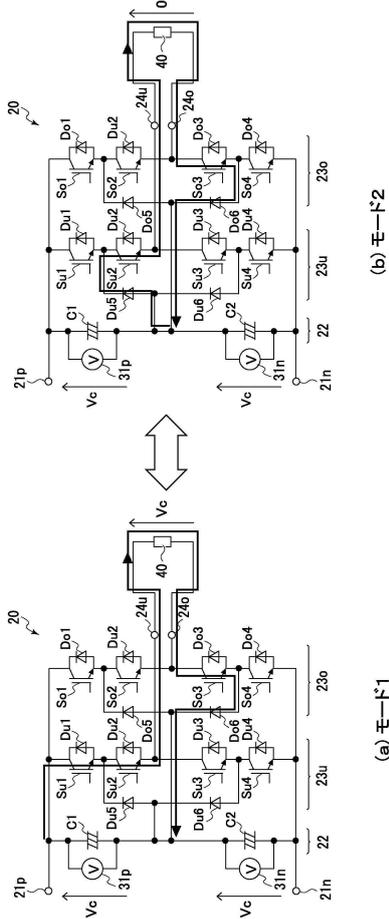
【図3】



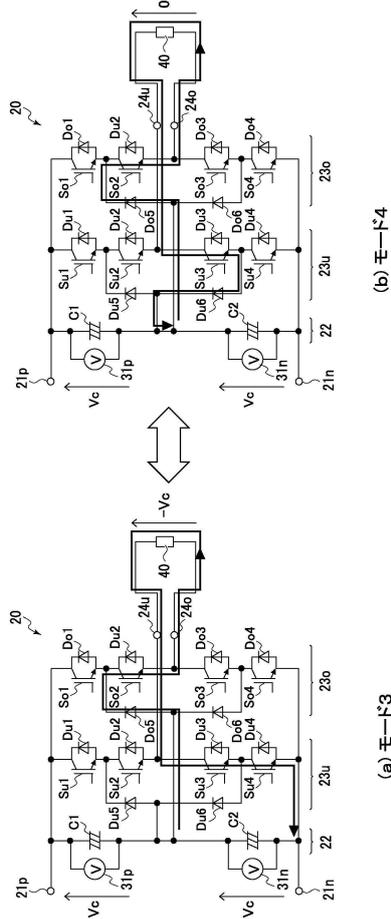
【図4】



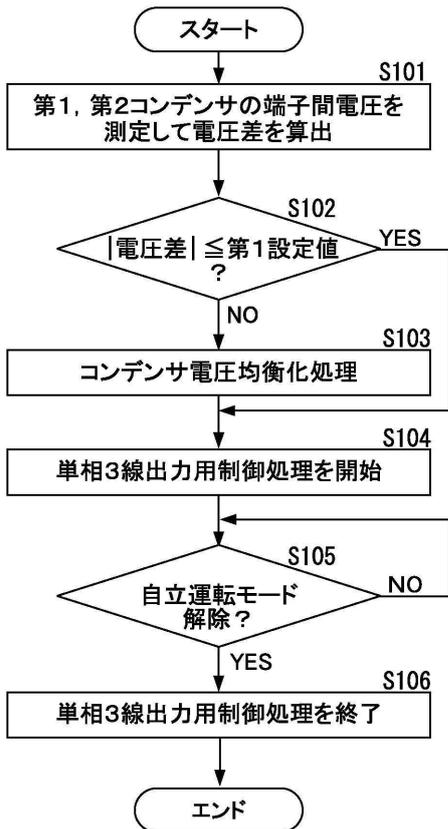
【図5】



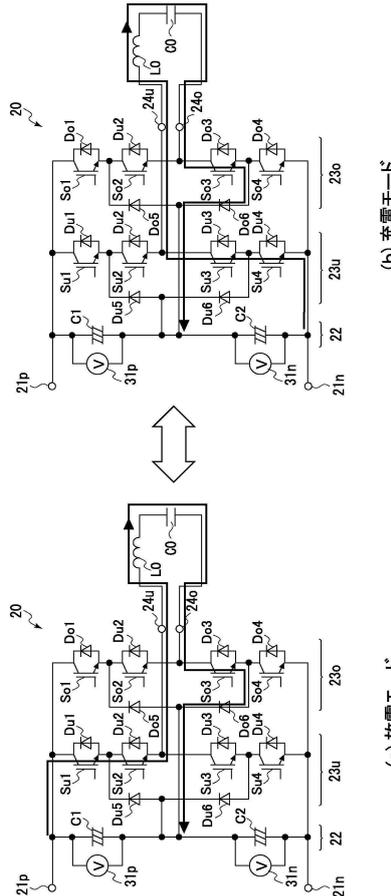
【図6】



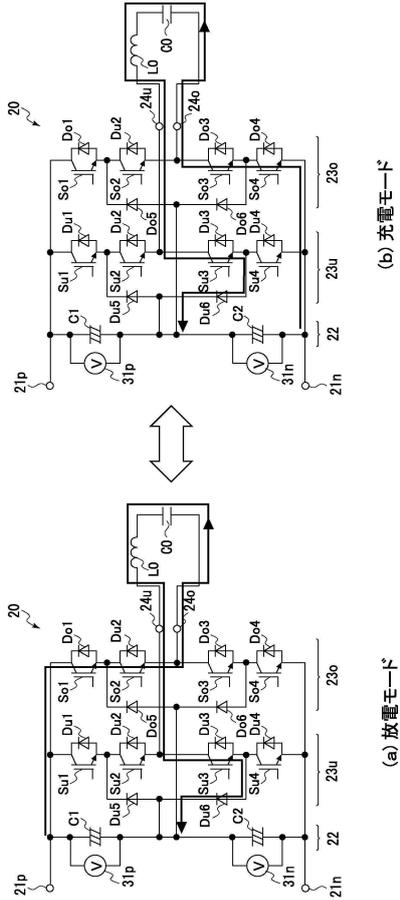
【図7】



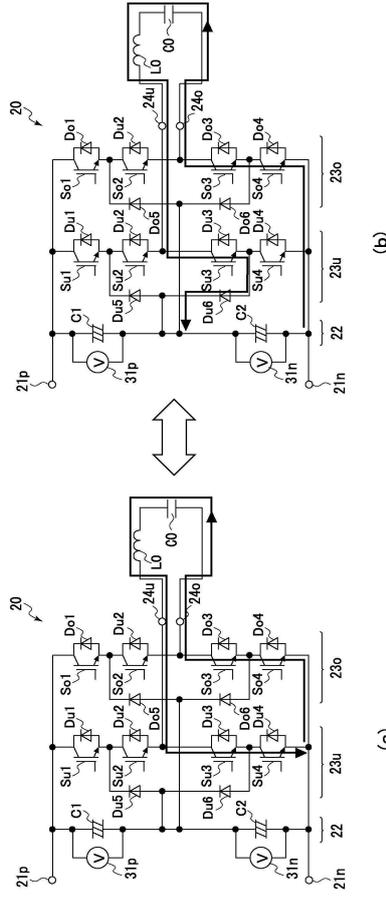
【図8】



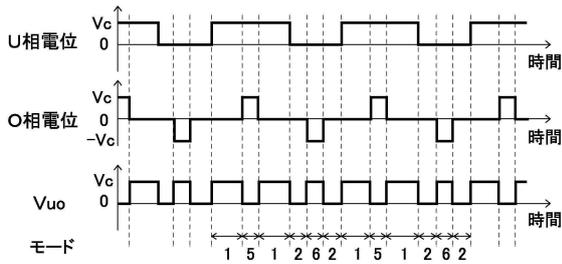
【図9】



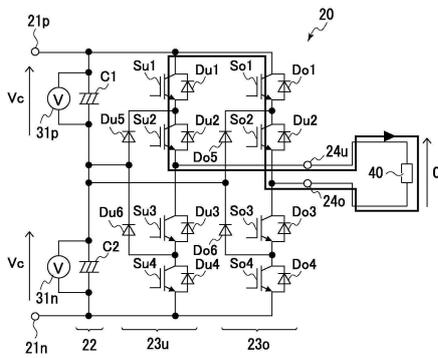
【図10】



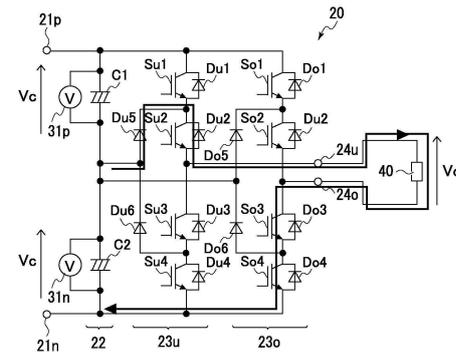
【図11】



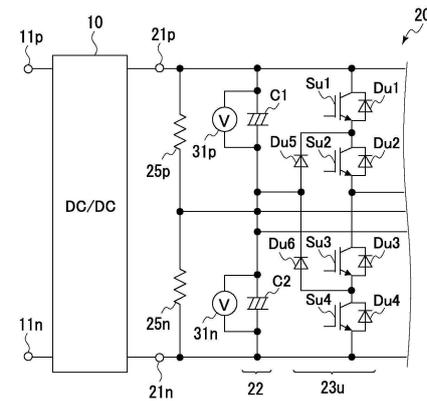
【図12】



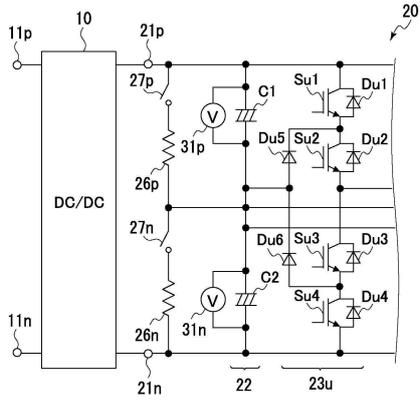
【図13】



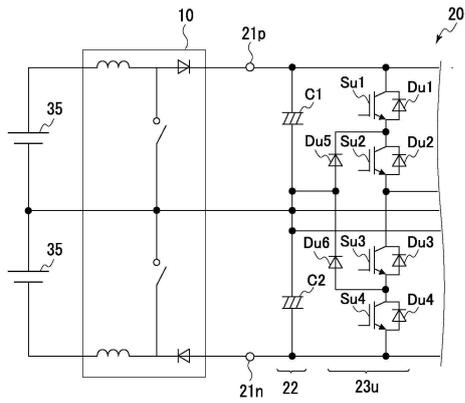
【図14】



【 15 】



【 16 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100123098
弁理士 今堀 克彦
- (74)代理人 100138357
弁理士 矢澤 広伸
- (72)発明者 山下 知己
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 小林 健二
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 馬淵 雅夫
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内
- (72)発明者 池本 悟
京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロン株式会社内

審査官 佐藤 匡

- (56)参考文献 特開2014-033565(JP,A)
特開平09-331684(JP,A)
特開2013-021771(JP,A)
特開2008-289211(JP,A)
特開2014-079133(JP,A)
特開2003-018859(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0141786(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| H02M | 7/487 |
| H02M | 7/48 |