

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5434831号
(P5434831)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

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

請求項の数 20 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-159988 (P2010-159988)	(73) 特許権者	000006622
(22) 出願日	平成22年7月14日(2010.7.14)		株式会社安川電機
(65) 公開番号	特開2011-41457 (P2011-41457A)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(43) 公開日	平成23年2月24日(2011.2.24)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成24年3月7日(2012.3.7)		弁理士 酒井 宏明
(31) 優先権主張番号	特願2009-165213 (P2009-165213)	(72) 発明者	山中 克利
(32) 優先日	平成21年7月14日(2009.7.14)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		株式会社安川電機内

審査官 安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直流-交流電力変換装置およびその電力変換回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

直流電源の直流電圧と、単相交流電源の単相交流電圧とを可逆的に電力変換する直流 - 交流電力変換装置であって、

前記直流電源側に3つの直流側接続端を有し、前記単相交流電源側に2つの交流側接続端を有するスイッチ回路部と、

前記直流電源と前記スイッチ回路部との間に配置したインダクタと、

前記スイッチ回路部と前記単相交流電源もしくは負荷との間に配置したキャパシタと、

前記直流電圧を昇圧または降圧させて前記直流電源の電力を前記単相交流電源もしくは前記負荷へ供給、または前記単相交流電圧を昇圧または降圧させて前記単相交流電源の電力を前記直流電源へ供給させるように、前記スイッチ回路部を駆動するコントローラと、を備えることを特徴とする直流 - 交流電力変換装置。

【請求項2】

前記スイッチ回路部は、前記インダクタの他端を第一の双方向スイッチの一端と第四の双方向スイッチの一端とに接続し、第二の双方向スイッチの一端と第五の双方向スイッチの一端とを前記インダクタの一端に接続し、第三の双方向スイッチの一端と第六の双方向スイッチの一端とを前記直流電源の負極側に接続し、前記第一の双方向スイッチの他端と前記第二の双方向スイッチの他端と前記第三の双方向スイッチの他端を前記単相交流側の一端に接続し、前記第四の双方向スイッチの他端と前記第五の双方向スイッチの他端と前記第六の双方向スイッチの他端を前記単相交流側の他端に接続した前記第一から第六の双

10

20

方向スイッチとを備え、

前記インダクタの一端は前記直流電源の正極側に接続し、

前記キャパシタの一端は前記第一の双方向スイッチの他端に、前記キャパシタの他端は前記第四の双方向スイッチの他端に接続することを特徴とする請求項 1 記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 3】

前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する電流検出器の少なくとも一つ以上の検出器と、前記検出器の検出値に基づいて、前記第一から第六の双方向スイッチをオンオフ動作させ、前記直流電源の電力を前記単相交流電源へ供給または前記単相交流電源の電力を前記直流電源へ供給するコントローラとを備えることを特徴とする請求項 2 記載の直流 - 交流電力変換装置。

10

【請求項 4】

前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と、前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器とを備え、前記直流電源から前記単相交流電源に電力を供給するように前記第一から第六の双方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替動作させる共に、PWM制御によって前記直流電源の電力を前記単相交流電源へ供給するコントローラとを備えることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 5】

前記単相交流側の電圧 V_{RS} と前記直流電源の電圧 V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第二の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

20

30

【請求項 6】

前記単相交流側の電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

40

【請求項 7】

前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と、前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する電流検出器とを備え、前記直流電源から前記単相交流電源に電力を供給するように前記第一から第六の双方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替動作させる共に、PWM制御によって前記直流電源の電力を前記単相交流電源または前記単相交流電源から前記直流電源を充電制御するコントローラとを備えることを特徴とする請求項 4 記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 8】

50

前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ のとき、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする請求項 7 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

10

【請求項 9】

前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ のとき、前記第一の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第二の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

20

前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする請求項 7 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 10】

前記第二の双方向スイッチを前記単相交流側の一端から前記直流電源の正極側の方向に電流を流す片方向スイッチ、および前記第五の双方向スイッチを前記単相交流側の他端から前記直流電源の正極側の方向に電流を流す片方向スイッチで置き換えたことを特徴とする請求項 4 乃至 8 のいずれかに記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 11】

直流電源と、前記直流電源の電圧極性を反転して出力するメカニカルスイッチと、前記電圧極性の反転前には正電圧、反転後には負電圧に接続される前記メカニカルスイッチの一方の接点に接続された前記インダクタと、前記第一の双方向スイッチと前記第四の双方向スイッチとを蓄電池側から負荷側へ電流を流す方向の第一の片方向スイッチと第四の片方向スイッチにそれぞれ置換し、

30

前記第二の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチとを負荷側から蓄電池側へ電流を流す方向の第二の片方向スイッチ、第三の片方向スイッチ、第五の片方向スイッチ、第六の片方向スイッチにそれぞれ置換した電力変換装置において、

前記直流電源の電圧を検出する前記直流電圧検出器と前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する前記電流検出器と、

40

前記直流電源から前記単相交流側に電力を供給するときは、前記メカニカルスイッチの接続を前記電圧極性の反転前の状態とし、前記単相交流側から前記直流電源を充電制御するときは、前記メカニカルスイッチの接続を前記電圧極性が反転するよう変更して、置換した前記片方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替制御すると共に PWM 制御によって、単相交流電圧を出力し前記単相交流側への電力供給、または前記直流電源への充電制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする請求項 3 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 12】

前記単相交流電圧の生成は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、

50

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第五の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第二の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御により前記単相交流電圧の生成を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 13】

前記単相交流電圧の生成は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御により前記単相交流電圧の生成を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 14】

前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 15】

前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第四の片方向スイッチと前記第二の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第一の片方向スイッチと前記第五の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする請求項 11 に記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 16】

異常検出によって動作を停止する場合は、前記インダクタの端子間を短絡して前記インダクタに流れている電流経路を確保すると共に、前記蓄電池と前記電力系統を切り離す開閉器を開とする保護動作をすることを特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれかに記載の直流 - 交流電力変換装置。

【請求項 17】

直流電源の直流電圧と、単相交流電源の単相交流電圧とを可逆的に電力変換する直流 -

10

20

30

40

50

交流電力変換回路であって、

前記直流電源側に第一から第三の直流側接続端を有し、前記単相交流電源側に第一、第二の交流側接続端を有するスイッチ回路部と、
前記直流電源と前記スイッチ回路部との間に配置したインダクタと、
前記スイッチ回路部と前記単相交流電源もしくは負荷との間に配置したキャパシタと、を備えたことを特徴とする直流 - 交流電力変換回路。

【請求項 18】

前記スイッチ回路部は、

前記第一の交流側接続端と前記第一から第三の直流側接続端とを各々双方向スイッチで接続し、

前記第二の交流側接続端と前記第四から第六の直流側接続端とを各々双方向スイッチで接続したことを特徴とする請求項 17 記載の直流 - 交流電力変換回路。

【請求項 19】

前記第一の交流側接続端と前記第二の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の交流側接続端から前記第二の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第二の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第二の交流側接続端から前記第二の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換したことを特徴とする請求項 17 記載の直流 - 交流電力変換回路。

【請求項 20】

前記第一の交流側接続端と前記第三の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の交流側接続端から前記第三の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第三の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第二の交流側接続端から前記第三の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換し、

前記第一の交流側接続端と前記第一の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の直流側接続端から前記第一の交流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第一の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の直流側接続端から前記第二の交流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換したことを特徴とする請求項 19 記載の直流 - 交流電力変換回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直流 - 交流電力変換装置およびその電力変換回路に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の電力変換装置は、一定のインダクタンスを有する電源装置と、電源装置によって発電された電力を所望の電圧および周波数に変換して電気負荷へ出力するマトリックスコンバータと、電気負荷をマトリックスコンバータと接続する対の出力ライン間に直列に接続されるコンデンサおよびスイッチとを備え、スイッチは、マトリックスコンバータが昇圧動作を行なうときオンし、マトリックスコンバータが降圧動作を行なうときオフしていた。(例えば、特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 333783 号公報 (第 20 頁、図 1、図 6)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、特許文献 1 の電力変換装置は、昇圧動作の状態では、バッテリーの一端に直列接続されたリアクトル L 1 のスイッチ側は開放となり、リアクトル L 1 に流れていた電流の経路を確保できないので、リアクトル L 1 にサージ電圧が発生しスイッチを破壊してしまう恐れがある。

本発明は昇圧、降圧動作の状態でのインダクタ（リアクトル）に蓄積された電磁エネルギーを放電する電流経路を確保する構成を備え、インダクタのサージ電圧発生を防止して電力変換装置の安全性と電力変換効率を向上し、直流電圧から交流電圧および交流電圧から直流電圧へ可逆的に変換する電力変換装置と電力変換回路を提供することを目的とする。

10

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 5 】

上記課題を解決するため、本発明の一の観点によれば、請求項 1 の発明は直流電源の直流電圧と、単相交流電源の単相交流電圧とを可逆的に電力変換する直流 - 交流電力変換装置であって、

前記直流電源側に 3 つの直流側接続端を有し、前記単相交流電源側に 2 つの交流側接続端を有するスイッチ回路部と、

前記直流電源と前記スイッチ回路部との間に配置したインダクタと、

前記スイッチ回路部と前記単相交流電源もしくは負荷との間に配置したキャパシタと、

前記直流電圧を昇圧または降圧させて前記直流電源の電力を前記単相交流電源もしくは前記負荷へ供給、または前記単相交流電圧を昇圧または降圧させて前記単相交流電源の電力を前記直流電源へ供給させるように、前記スイッチ回路部を駆動するコントローラと、を備える直流 - 交流電力変換装置が適用される。

20

【 0 0 0 6 】

また、請求項 2 の発明は請求項 1 において、前記スイッチ回路部は、前記インダクタの他端を第一の双方向スイッチの一端と第四の双方向スイッチの一端とに接続し、第二の双方向スイッチの一端と第五の双方向スイッチの一端とを前記インダクタの一端に接続し、第三の双方向スイッチの一端と第六の双方向スイッチの一端とを前記直流電源の負極側に接続し、前記第一の双方向スイッチの他端と前記第二の双方向スイッチの他端と前記第三の双方向スイッチの他端を前記単相交流側の一端に接続し、前記第四の双方向スイッチの他端と前記第五の双方向スイッチの他端と前記第六の双方向スイッチの他端を前記単相交流側の他端に接続した前記第一から第六の双方向スイッチとを備え、

30

前記インダクタの一端は前記直流電源の正極側に接続し、

前記キャパシタの一端は前記第一の双方向スイッチの他端に、前記キャパシタの他端は前記第四の双方向スイッチの他端に接続する直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 0 7 】

また、請求項 3 の発明は請求項 2 の発明において、前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する電流検出器の少なくとも一つ以上の検出器と、

前記検出器の検出値に基づいて、前記第一から第六の双方向スイッチをオンオフ動作させ、前記直流電源の電力を前記単相交流電源へ供給または前記単相交流電源の電力を前記直流電源へ供給するコントローラとを備える直流 - 交流電力変換装置が適用される。

40

【 0 0 0 8 】

また、請求項 4 の発明は請求項 2 または 3 の発明において、前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と、前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器とを備え、前記直流電源から前記単相交流電源に電力を供給するように前記第一から第六の双方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替動作させる共に、PWM 制御によって前記直流電源の電力を前記単相交流電源へ供給するコントローラとを備える直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 0 9 】

50

また、請求項 5 の発明は請求項 4 記載の発明において、
 前記単相交流側の電圧 V_{RS} と前記直流電源の電圧 V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第二の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

10

【0010】

また、請求項 6 の発明は請求項 4 記載の発明において、
 前記単相交流側の電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

20

【0011】

また、請求項 7 の発明は請求項 4 記載の発明において、
 前記直流電源の電圧を検出する直流電圧検出器と、前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する電流検出器とを備え、前記直流電源から前記単相交流電源に電力を供給するように前記第一から第六の双方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替動作させる共に、PWM 制御によって前記直流電源の電力を前記単相交流電源または前記単相交流電源から前記直流電源を充電制御するコントローラとを備えることを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

30

【0012】

また、請求項 8 の発明は請求項 7 記載の発明において、
 前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

40

【0013】

また、請求項 9 の発明は請求項 7 に記載の発明において、
 前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッ

50

チをオンするONモードと、前記第一の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチをオンするOFFモードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の双方向スイッチと前記第二の双方向スイッチをオンするONモードと、前記第四の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチをオンするOFFモードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記ONモードと前記OFFモードの時間比率を変えて前記PWM制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする直流-交流電力変換装置が適用される。

【0014】

また、請求項10の発明は請求項4乃至8のいずれかに記載の発明において、

前記第二の双方向スイッチを前記単相交流側の一端から前記直流電源の正極側の方向に電流を流す片方向スイッチ、および前記第五の双方向スイッチを前記単相交流側の他端から前記直流電源の正極側の方向に電流を流す片方向スイッチで置き換えたことを特徴とする直流-交流電力変換装置が適用される。

【0015】

また、請求項11の発明は請求項3記載の発明において、

直流電源と、前記直流電源の電圧極性を反転して出力するメカニカルスイッチと、
 前記電圧極性の反転前には正電圧、反転後には負電圧に接続される前記メカニカルスイッチの一方の接点に接続された前記インダクタと、前記第一の双方向スイッチと前記第四の双方向スイッチとを蓄電池側から負荷側へ電流を流す方向の第一の片方向スイッチと第四の片方向スイッチにそれぞれ置換し、

前記第二の双方向スイッチと前記第三の双方向スイッチと前記第五の双方向スイッチと前記第六の双方向スイッチとを負荷側から蓄電池側へ電流を流す方向の第二の片方向スイッチ、第三の片方向スイッチ、第五の片方向スイッチ、第六の片方向スイッチにそれぞれ置換した電力変換装置において、

前記直流電源の電圧を検出する前記直流電圧検出器と前記単相交流側の電圧を検出する交流電圧検出器と前記直流電源の電流を検出する前記電流検出器と、

前記直流電源から前記単相交流側に電力を供給するときは、前記メカニカルスイッチの接続を前記電圧極性の反転前の状態とし、前記単相交流側から前記直流電源を充電制御するときは、前記メカニカルスイッチの接続を前記電圧極性が反転するよう変更して、置換した前記片方向スイッチを前記インダクタとの相互作用により降圧動作モードまたは昇圧動作モードとなるよう切替制御すると共にPWM制御によって、単相交流電圧を出力し前記単相交流側への電力供給、または前記直流電源への充電制御を行うコントローラとを備えることを特徴とする直流-交流電力変換装置が適用される。

【0016】

また、請求項12の発明は請求項11記載の発明において、

前記単相交流電圧の生成は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンするONモードと、前記第一の片方向スイッチと前記第五の片方向スイッチをオンするOFFモードのスイッチング状態を交互に制御し、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンするONモードと、前記第四の片方向スイッチと前記第二の片方向スイッチをオンするOFFモードのスイッチング状態を交互に制御して、

前記ONモードと前記OFFモードの時間比率を変えて前記PWM制御により前記単相交流電圧の生成を行うことを特徴とする直流-交流電力変換装置が適用される。

【0017】

また、請求項13の発明は請求項11記載の発明において、

前記単相交流電圧の生成は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、

前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第一の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチ 6 をオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第四の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチ 6 をオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御により前記単相交流電圧の生成を行うことを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 4 の発明は請求項 1 1 記載の発明において、
 前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| > V_{DC}$ の場合には、前記降圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする
 直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 1 5 の発明は請求項 1 1 記載の発明において、
 前記充電制御は、前記電圧 V_{RS} と V_{DC} の関係が、 $|V_{RS}| < V_{DC}$ の場合には、前記昇圧動作モードが選択され、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} > 0$ とき、前記第四の片方向スイッチと前記第二の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第四の片方向スイッチと前記第三の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御し、
 前記電圧 V_{RS} が $V_{RS} < 0$ のとき、前記第一の片方向スイッチと前記第五の片方向スイッチをオンする ON モードと、前記第一の片方向スイッチと前記第六の片方向スイッチをオンする OFF モードのスイッチング状態を交互に制御して、
 前記電流検出器によって検出された電流検出値と電流指令との偏差量に基づいて、前記 ON モードと前記 OFF モードの時間比率を変えて前記 PWM 制御を行うことを特徴とする
 直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 1 6 の発明は請求項 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の発明において、
 異常検出によって動作を停止する場合は、前記インダクタの端子間を短絡して前記インダクタに流れている電流経路を確保すると共に、前記蓄電池と前記電力系統を切り離す開閉器を開とする保護動作をすることを特徴とする直流 - 交流電力変換装置が適用される。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 1 7 の発明は、直流電源の直流電圧と、単相交流電源の単相交流電圧とを可逆的に電力変換する直流 - 交流電力変換回路であって、
 前記直流電源側に第一から第三の直流側接続端を有し、前記単相交流電源側に第一、第二の交流側接続端を有するスイッチ回路部と、
 前記直流電源と前記スイッチ回路部との間に配置したインダクタと、
 前記スイッチ回路部と前記単相交流電源もしくは負荷との間に配置したキャパシタと、を備えた直流 - 交流電力変換回路が適用される。

【 0 0 2 2 】

また、請求項 1 8 の発明は、請求項 1 7 において前記スイッチ回路部は、
 前記第一の交流側接続端と前記第一から第三の直流側接続端とを各々双方向スイッチで接

10

20

30

40

50

続し、

前記第二の交流側接続端と前記第四から第六の直流側接続端とを各々双方向スイッチで接続した直流 - 交流電力変換回路が適用される。

【0023】

また、請求項19の発明は、請求項17において前記第一の交流側接続端と前記第二の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の交流側接続端から前記第二の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに

置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第二の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第二の交流側接続端から前記第二の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換した直流 - 交流電力変換回路が適用される。

10

【0024】

また、請求項20の発明は、請求項19において前記第一の交流側接続端と前記第三の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の交流側接続端から前記第三の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに

置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第三の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第二の交流側接続端から前記第三の直流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換し、

前記第一の交流側接続端と前記第一の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の直流側接続端から前記第一の交流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに

20

置換し、

前記第二の交流側接続端と前記第一の直流側接続端とを接続した双方向スイッチを前記第一の直流側接続端から前記第二の交流側接続端の方向へ通電する片方向スイッチに置換した直流 - 交流電力変換回路が適用される。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、インダクタのサージ電圧発生を防止して電力変換装置の安全性と電力変換効率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0026】

【図1】本発明の第1実施形態を示す電力変換装置の構成図

【図2】本発明の第2実施形態を示す電力変換装置の構成図

【図3】本発明の第3実施形態を示す電力変換装置の構成図

【図4】本発明の第1実施形態における蓄電池から降圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図5】本発明の第1実施形態における蓄電池から昇圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図6】本発明の第1実施形態における系統側（単相交流電源）から降圧動作によって蓄電池を充電する場合の電流経路を示す図

40

【図7】本発明の第1実施形態における系統側（単相交流電源）から昇圧動作によって蓄電池を充電する場合の電流経路を示す図

【図8】本発明の第2実施形態における蓄電池から降圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図9】本発明の第2実施形態における蓄電池から昇圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図10】本発明の第2実施形態における系統側（単相交流電源）から降圧動作によって蓄電池を充電する場合の電流経路を示す図

【図11】本発明の第2実施形態では系統側（単相交流電源）から昇圧動作によって蓄電池を充電することは出来ないことを示す図

50

【図12】本発明の第3実施形態における蓄電池から降圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図13】本発明の第3実施形態における蓄電池から昇圧動作によって電力を系統側（単相交流電源）に出力する場合の電流経路を示す図

【図14】本発明の第3実施形態における系統側（単相交流電源）から降圧動作によって蓄電池を充電する場合の電流経路を示す図

【図15】本発明の第3実施形態における系統側（単相交流電源）からの昇圧動作によって蓄電池を充電する場合の電流経路を示す図

【図16】本発明のコントローラが電力変換装置の異常検出時に行う保護動作のためのインダクタ電流の還流を行う電流経路を示す図

10

【図17】降圧コンバータの回路図およびその動作原理を示す図

【図18】昇圧コンバータの回路図およびその動作原理を示す図

【図19】本発明における蓄電池電圧VDCと単相交流電圧VRSの関係と降圧・昇圧動作領域を示す図

【図20】本発明における蓄電池電圧VDCと単相交流電圧VRSを時間の関数で表わした場合の降圧・昇圧動作の切替を示す図

【発明を実施するための形態】

【0027】

（本発明の動作原理）

本実施形態の電力変換装置では、インダクタ1を用いて、電源電圧の降圧・昇圧を行い電力変換する。降圧コンバータを示す図17と昇圧コンバータを示す図18の各構成は、図1において各双方向スイッチをオンオフすることで実現できる。第1実施形態である図1の回路は、双方向スイッチ24～29によって端子U、V、Wと、端子R、Sの間を接続しているため、インダクタ1の端子Uの電流を双方向スイッチのオン・オフ制御で他の各端子に自由に接続することができる。従って、R-S端子間に正負電圧の単相交流電圧を発生することができる。

20

以下に、まず本発明の降圧動作と昇圧動作原理を説明する。図17は降圧コンバータの回路図およびその動作原理を示す図であり、図18は昇圧コンバータの回路図およびその動作原理を示す図である。

【0028】

まず、降圧コンバータの動作について説明する。

図17(a)において、直流電源Vbと直列に接続されたスイッチSWをオンし、図17(b)ONモードの破線のように直流電源VbからインダクタLと、キャパシタCと負荷Loadに電流を流す。ここで、Cはキャパシタである。次に、スイッチSWをオフして電源を切り離し、図17(c)OFFモードの破線のようにインダクタLと、キャパシタCと負荷Load、およびダイオードDに電流を流す。降圧コンバータはこのONモードとOFFモードを繰り返し切替え、ON・OFFの時比率を変えてパルス幅変調し、負荷Loadに印加される電圧平均値VOUTを制御する。

30

降圧コンバータのオン時比率 $T_{on} = \text{ONモードの時間} / (\text{ONモードの時間} + \text{OFFモードの時間})$ 1とすると、 $V_{OUT} = V_{DC} \times T_{on}$ である。ここで、VDCは直流電源Vbの電圧である。

40

【0029】

次に、昇圧コンバータの動作について説明する。

図18(a)において、まずスイッチSWをオンして、図18(b)ONモードの破線のように直流電源Vbと直列接続されたインダクタLにのみ電流を流す。次に、スイッチSWをオフして、図18(c)OFFモードの破線のように直流電源Vb、インダクタL、ダイオードD、およびキャパシタCと負荷Loadへ電流を流す。昇圧コンバータはこのONモードとOFFモードを繰り返し切替え、ON・OFFの時比率を変えてパルス幅変調し、負荷Loadに印加される電圧平均値を制御する。

昇圧コンバータのオン時比率 $T_{on} = \text{ONモードの時間} / (\text{ONモードの時間} + \text{OFFモー$

50

ドの時間)とすると、 $VOUT = VDC / (1 - Ton)$ である。

図17の降圧コンバータ、図18の昇圧コンバータは共に回路構成上、出力できる電圧は片電圧(正)だけとなる。

【0030】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、同一名称には同一符号を付け重複説明を適宜省略する。

(第1実施形態)

【0031】

図1は、本発明の第1実施形態を示す電力変換装置の構成図である。同図において、第1実施形態を示す電力変換装置は、インダクタ1、IGBTとダイオードを直列接続した片方向スイッチ2~13、フィルタ用のキャパシタ14、直流電源である蓄電池15、負荷16、電力系統側の単相交流電源17、蓄電池15の電圧を検出する直流電圧検出器18、電力系統側の単相交流電源17の電圧を検出する交流電圧検出器19、蓄電池15の電流を検出する電流検出器20、コントローラ21、を備える。電力変換回路31はインダクタ1、第一から第六の双方向スイッチ24~29、キャパシタ14から構成され、点線で示す部分である。またスイッチ回路部32は第一から第六の双方向スイッチ24~29から構成され、点線で示す部分である。また、片方向スイッチ2~13を2つ逆向きに接続して双方向スイッチ24~29を構成する。ただし、ここで示す双方向スイッチ24~29の構成は一例であり、これに限定されるものではない。

コントローラ21は、上述の各検出器の検出信号に基づいて次に示す双方向スイッチ(24~29)または片方向スイッチ(2~13)のスイッチング状態を制御する。コントローラ21は、指令値と各検出器の検出信号とを比較してPI制御等を行う演算器22と、この演算結果に基づいてPWM制御信号を生成し、スイッチング制御を行うPWM制御器23と、を備えている。

【0032】

本実施形態における電力変換装置の接続関係を説明する。第一の双方向スイッチ(24)の一端と第四の双方向スイッチ(27)の一端とをインダクタ1の一端に接続し、第二の双方向スイッチ(25)の一端と第五の双方向スイッチ(28)の一端とをインダクタ1の他端に接続し、インダクタ1の他端を蓄電池15の正極に接続し、第三の双方向スイッチ(26)の一端と第六の双方向スイッチ(29)の一端とを蓄電池15の負極に接続し、第一の双方向スイッチ(24)の他端と第二の双方向スイッチ(25)の他端と第三の双方向スイッチ(26)の他端とを負荷側16の一端に接続し、第四の双方向スイッチ(27)の他端と第五の双方向スイッチ(28)の他端と第六の双方向スイッチ(29)の他端とを負荷側16の他端に接続し、第一の双方向スイッチ(24)の他端と第四の双方向スイッチ(27)の他端とにキャパシタ14を接続する。

【0033】

(本電力変換装置の3つの使用パターン)

本電力変換装置は直流電圧と交流電圧を可逆的に変換するため3つの使用パターンがある。直流から交流へ変換する場合は、本電力変換装置を系統電源に連系して使用する系統連系パターン(U1)と、ポータブル電源装置のように系統から切り離して使用する単独運転パターン(U2)の二つの使用パターンがある。系統電源(単相交流)から直流へ変換する場合は直流電源である蓄電池を充電する充電パターン(U3)がある。

系統連系パターン(U1)としては例えば太陽光発電、風力発電、燃料電池等のパワーコンディショナ、無停電電源装置(UPS)として使用できる。この場合、検出器としては系統連系のため系統の電源電圧を検出する交流電圧検出器は必要であるが、蓄電池の直流電圧を検出する直流電圧検出器は蓄電池の定格電圧などを用いて省略することもできる。また単独運転パターン(U2)としては系統電源の無い山間地などでの単相交流電源装置として使用できる。この場合、ユーザは単相交流電源17を図示しないスイッチで本電力変換回路から切り離す。また交流電圧出力を検出する交流電圧検出器は出力電圧指令で代用することもできる。蓄電池の直流電圧を検出する直流電圧検出器は蓄電池の定格電圧な

どを用いて省略することもできる。

また充電パターン（U3）としては例えば本電力変換装置に接続される直流電源である蓄電池への充電動作を、電気自動車、ハイブリッド自動車用充電スタンド用の電源装置として使用できる。この場合、蓄電池の電流を検出する電流検出器、系統の電源電圧を検出する交流電圧検出器は必要である。蓄電池の直流電圧を検出する直流電圧検出器は蓄電池の充電要否判断や充電完了判断をする場合には必要となる。

【0034】

本実施形態における電力変換装置での降圧動作または昇圧動作をするために、コントローラ21は、蓄電池電圧VDCと単相交流電圧VRSの絶対値|VRS|との大小関係、および、端子Sを基準にして端子R-S間の単相交流電圧VRSを測定した場合のVRSの正負極性に基づいて以下のような制御を行う。

10

なお、下記の説明において、VRSの正負極性は、端子Rの電圧が端子Sの電圧より高い場合をVRS > 0、逆に低い場合をVRS < 0として表わしている。

【0035】

A1) 蓄電池15から電力を系統側（単相交流電源17）に出力する場合

A1-1) |VRS| < VDCの場合（降圧動作）

蓄電池15から系統側に電力を出力し、且つ、|VRS| < VDCの条件では図4に示す電流経路にて降圧動作によって単相交流電圧VRSを出力する。コントローラ21はVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図4のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅

20

変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の低い電圧を出力させる。すなわち、VRS > 0では、図4の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、VRS < 0の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電圧VRSを出力する。

なお、図4は、煩雑を避けるために、図1との対応関係が損なわれない範囲で、図中の符号を省略している（以下、同様）。

【0036】

A1-2) |VRS| > VDCの場合（昇圧動作）

蓄電池15から系統側に電力を出力し、且つ、|VRS| > VDCの条件では図5に示す電流経路にて昇圧動作によって単相交流電圧VRSを出力する。コントローラ21はVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図5のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅

30

変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の高い電圧を出力させる。すなわち、上述のA1-1)の場合と同様に、図5に示す(a)と(b)、または(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御することによって単相交流電圧VRSを出力する。

【0037】

A2) 系統側（単相交流電源17）から蓄電池15を充電する場合

A2-1) |VRS| > VDCの場合（降圧動作）

系統側から電力を入力して蓄電池15を充電し、且つ、|VRS| > VDCの条件では図6に示す電流経路にて降圧動作を行う。コントローラ21はVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図6のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の高い電圧の単相交流電源17から蓄電池15の充電を行う。

40

すなわち、VRS > 0では、図6の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、VRS < 0の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電源17から蓄電池15を充電する。

【0038】

A2-2) |VRS| < VDCの場合（昇圧動作）

系統側から電力を入力して蓄電池15を充電し、且つ、|VRS| < VDCの条件では図7

50

に示す電流経路にて昇圧動作を行う。コントローラ 21 は VRS が正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図7のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧 VDC よりも絶対値の低い電圧の単相交流電源 17 から充電を行う。

すなわち、上述の A2-1) の場合と同様に、図7に示す (a) と (b)、または (c) と (d) のスイッチング状態を交互に制御することによって単相交流電源 17 から蓄電池 15 を充電する。

【0039】

なお、図4～図7の説明図では IGBT のオン・オフ状態が分り易いように IGBT をメカニカルスイッチで代用して記載している。

コントローラ 21 は蓄電池 15 から電力を出力する場合は、単相交流電圧 VRS の検出値と単相正弦波の電圧指令を比較し、その偏差量を PI 制御器などを用いて制御信号とし、PWM パルスの時比率を調整することで交流電圧の出力を行う。また、蓄電池充電の際は、蓄電池 15 の電流検出値と電流指令を比較し、その偏差量を PI 制御器などを用いて制御信号とし、PWM パルスの時比率を調整することによって充電電流を流す。

以上のように、第1実施形態では、双方向スイッチのオン・オフ状態とパルス幅変調制御によって単相交流電圧の出力、および単相交流電源から蓄電池の充電を行うことができる。また、上記 A1) と A2) どちらも動作時は電流経路上にある IGBT とダイオードの総数が必ず4個となるので、導通損失を低減できる。さらに、インダクタ 1 を流れる電流の経路を確保しているため、サージ電圧が発生せず安全性を向上することができる。

【0040】

(第2実施形態)

図2は、第2実施形態を示す電力変換装置の構成図である。同図において、第1実施形態の図1と異なる点は双方向スイッチ 25、28の部分それぞれ片方向スイッチ 4 および 10 で構成したことである。この変更に伴い、コントローラ 21a やその構成要素である PWM 制御器 23a の部分の構成が変更となる。その他の部分については図1と同一である。

第2実施形態の電力変換装置の出力は、無停電電源装置 (UPS) を想定したものであり、負荷 16 と並列に単相交流電源 17 が接続されている。この無停電電源装置 (UPS) は蓄電池 15 の充電を単相交流電源 17 から行い、停電時は単相交流電源 17 を切り離し蓄電池 15 から負荷 16 に電力を供給する。

【0041】

第2実施形態である図2の回路は、双方向スイッチ 24、27によって端子 U と端子 R および S の間を接続し、双方向スイッチ 26、29によって端子 W と端子 R および S の間を接続している。また、端子 V と端子 R および S の間は、端子 R および S から端子 V へ電流が流れる方向にそれぞれ片方向スイッチ 4、10 を接続している。インダクタ 1 の端子 U の電流は、双方向スイッチ 24、27 のオン・オフ制御で端子 R および S に自由に接続することができる。従って、R-S 端子間に正負電圧の単相交流電圧を発生することができる。

【0042】

図2のコントローラ 21a は、蓄電池電圧 VDC と単相交流電圧 VRS の絶対値 $|VRS|$ との大小関係、および、第1実施形態にて説明した VRS の正負極性に基づいて以下のような制御を行う。

B1) 蓄電池 15 から電力を系統側 (単相交流電源 17) に出力する場合

B1-1) $|VRS| < VDC$ の場合 (降圧動作)

蓄電池 15 から系統側に電力を出力し、且つ、 $|VRS| < VDC$ の条件では図8に示す電流経路にて降圧動作によって単相交流電圧 VRS を出力する。コントローラ 21a は VRS が正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図8のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧 VDC よりも絶対値の低い電圧を出力させる。

すなわち、 $VRS > 0$ では、図8の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、 $VRS < 0$ の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電圧 VRS を出力する。

【0043】

B1-2) $|VRS| > VDC$ の場合(昇圧動作)

蓄電池15から系統側に電力を出力し、且つ、 $|VRS| > VDC$ の条件では図9に示す電流経路にて昇圧動作によって単相交流電圧 VRS を出力する。コントローラ21aは VRS が正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図9のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧 VDC よりも絶対値の高い電圧を出力させる。

10

すなわち、上述のB1-1)の場合と同様に、図9に示す(a)と(b)、または(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御することによって単相交流電圧 VRS を出力する。

【0044】

B2) 系統側(単相交流電源17)から蓄電池15を充電する場合

B2-1) $|VRS| > VDC$ の場合(降圧動作)

系統側から電力を入力して蓄電池15を充電し、且つ、 $|VRS| > VDC$ の条件では図10に示す電流経路にて降圧動作を行う。コントローラ21aは VRS が正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図10のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧 VDC よりも絶対値の高い電圧の単相交流電源17から蓄電池15の充電を行う。

20

すなわち、 $VRS > 0$ では、図10の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、 $VRS < 0$ の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電源17から蓄電池15を充電する。

【0045】

なお、図8～図10の説明図ではIGBTのオン・オフ状態が分り易いようにIGBTをメカニカルスイッチで代用して記載している。

コントローラ21aは蓄電池15から電力を出力する場合は、単相交流電圧 VRS の検出値と単相正弦波の電圧指令を比較し、その偏差量をPI制御器などを用いて制御信号とし、PWMパルスの時比率を調整することで交流電圧の出力を行う。また、蓄電池充電の際は、蓄電池15の電流検出値と電流指令を比較し、その偏差量をPI制御器などを用いて制御信号とし、PWMパルスの時比率を調整することによって充電電流を流す。

30

以上のように、第2実施形態では、双方向スイッチおよび片方向スイッチのオン・オフ状態とパルス幅変調制御によって単相交流電圧の出力、および単相交流電源からの充電を行うことができる。また、電流経路上にあるIGBTとダイオードの総数が必ず4個となるので、導通損失が低減できる。さらに、第2実施形態においてもインダクタ1を流れる電流の経路を確保することができるので、サージ電圧が発生せず安全性を向上することができる。

【0046】

第2実施形態が第1実施形態と異なる部分は、端子Vの電流方向は一定方向なので、端子Vがオンとなる状態ではインダクタ1の電流は端子UからR、および端子UからSに流れる方向にしかコントロールできないことである。従って、第1実施形態に比べ、蓄電池15から降圧動作によって系統側に電力を出力する場合に、インダクタ1の電流零近傍での制御特性が悪くなる。また、図11の(a)(c)に示す電流経路から明らかのように系統側から昇圧動作により蓄電池15を充電する電流は流せないという問題がある。しかし、第2実施形態の回路構成の場合は、双方向スイッチの使用数を2個減らすことができるというメリットがある。

40

【0047】

(第3実施形態)

図3は、第3実施形態を示す電力変換装置の構成図である。同図において、第1実施形

50

態の図1と異なる点は双方向スイッチ24～29の部分それぞれ片方向スイッチ3、4、6、9、10、12で構成し、蓄電池15の正負極性の接続状態を切替えるためのメカニカルスイッチ30を設けたことである。この変更に伴い、コントローラ21bやその構成要素であるPWM制御器23bの部分の構成が変更となる。その他の部分については図1と同一である。

第3実施形態の電力変換装置の出力は、無停電電源装置(UPS)を想定したものであり、負荷16と並列に単相交流電源17が接続されている。この無停電電源装置(UPS)は蓄電池15の充電を単相交流電源17から行い、停電時は単相交流電源17を切り離し蓄電池15から負荷16に電力を供給する。

【0048】

第3実施形態である図3の回路は、片方向スイッチ3、4、6、9、10、12によって、端子U、V、Wと端子R、Sの間を接続する。蓄電池15から負荷16へ電力を送る場合には、端子Uに蓄電池15の正極を接続し、端子Wに蓄電池15の負極を接続する。系統側から蓄電池15を充電する場合には、端子Uに蓄電池15の負極を接続し、端子Wに蓄電池15の正極を接続するようにメカニカルスイッチ、例えば、リレーなどで切替える。端子U、Wと端子R、S間の片方向スイッチの接続は電流形インバータの構成と同じとなり、インダクタ1の端子Uの電流を片方向スイッチのオン・オフ制御で出力端子である端子R、Sに自由に接続することができる。従って、R-S端子間に正負電圧の単相交流電圧を発生することができる。

【0049】

図3のコントローラ21bは、蓄電池電圧VDCと単相交流電圧VRSの絶対値|VRS|との大小関係、および、第1実施形態にて説明したVRSの正負極性に基づいて以下のよ

【0050】

C1)蓄電池15から電力を系統側(単相交流電源17)に出力する場合

C1-1)|VRS|<VDCの場合(降圧動作)

蓄電池15から系統側に電力を出力し、且つ、|VRS|<VDCの条件では図12に示す電流経路にて降圧動作によって単相交流電圧VRSを出力する。コントローラ21bはVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図12のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の低い電圧を出力させる。

すなわち、VRS>0では、図12の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、VRS<0の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電圧VRSを出力する。

【0051】

C1-2)|VRS|>VDCの場合(昇圧動作)

蓄電池15から系統側に電力を出力し、且つ、|VRS|>VDCの条件では図13に示す電流経路にて昇圧動作によって単相交流電圧VRSを出力する。コントローラ21bはVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図13のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の高い電圧を出力させる。

すなわち、上述のC1-1)の場合と同様に、図13に示す(a)と(b)、または(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御することによって単相交流電圧VRSを出力する。

【0052】

C2)系統側(単相交流電源17)から蓄電池15を充電する場合

第3実施形態においては、系統側から蓄電池15を充電する場合、最初に、メカニカルスイッチ30にて、蓄電池15の正負極性の接続変更を行う必要があることは上述した通りである。以下の説明においては、この接続変更はすでに完了しているものとする。

C2-1)|VRS|>VDCの場合(降圧動作)

系統側から電力を入力して蓄電池15を充電し、且つ、 $|VRS| > VDC$ の条件では図14に示す電流経路にて降圧動作を行う。コントローラ21bはVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図14のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の高い電圧の単相交流電源17から蓄電池15の充電を行う。

すなわち、 $VRS > 0$ では、図14の(a)と(b)のスイッチング状態を交互に制御し、 $VRS < 0$ の場合は同図の(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御して単相交流電源17から蓄電池15を充電する。

【0053】

C2-2) $|VRS| < VDC$ の場合(昇圧動作)

10

系統側から電力を入力して蓄電池15を充電し、且つ、 $|VRS| < VDC$ の条件では図15に示す電流経路にて昇圧動作を行う。コントローラ21bはVRSが正か負かの状態によって、ONモード、OFFモードの電流経路を図15のように変化させる。それぞれの状態において、ONモード、OFFモードの時間比率を変えてパルス幅変調し蓄電池電圧VDCよりも絶対値の低い電圧の単相交流電源17から充電を行う。

すなわち、上述のC2-1)の場合と同様に、図15に示す(a)と(b)、または(c)と(d)のスイッチング状態を交互に制御することによって単相交流電源17から蓄電池15を充電する。

【0054】

なお、図12～図15の説明図ではIGBTのオン・オフ状態が分り易いようにIGBTをメカニカルスイッチで代用して記載している。

20

コントローラ21bは蓄電池15から電力を出力する場合は、単相交流電圧VRSの検出値と単相正弦波の電圧指令を比較し、その偏差量をPI制御器などを用いて制御信号とし、PWMパルスの時比率を調整することで交流電圧の出力を行う。また、充電の際は、蓄電池15の電流検出値と電流指令を比較し、その偏差量をPI制御器などを用いて制御信号とし、PWMパルスの時比率を調整することによって充電電流を流す。

以上のように、第3実施形態では、蓄電池の極性切替と片方向スイッチのオン・オフ状態とパルス幅変調制御によって単相交流電圧の出力、および単相交流電源からの充電を行うことができる。また、電流経路上にあるIGBTとダイオードの総数が必ず4個となるので、導通損失が低減できる。第1実施形態および第2実施形態と比較した場合、メカニカルスイッチが追加されるが、双方向スイッチの使用数が大幅に削減できるので装置を安価にできる。また、インダクタ1を流れる電流の経路を確保することができるので、サージ電圧が発生せず安全性を向上することができる。

30

【0055】

図19は、各実施形態において、蓄電池電圧VDCと単相交流電圧VRSとの高低と、昇圧動作・降圧動作を行う電圧領域の対応関係を示したものである。コントローラは、外部から入力される蓄電池から電力を取り出す(放電)かまたは充電するかの状態切替と、VDC、VRSの検出値と、図19に示した対応関係に基づいて降圧動作と昇圧動作を切替える。図19の零近傍の斜線は、VDC、 $|VRS|$ がスイッチのオン電圧程度(数ボルト)まで低い値に近付くと制御できない状態となるため、その制御不能状態を示している。

40

【0056】

また、図20は、単相交流電圧VRSの時間変化とコントローラが行う降圧動作・昇圧動作の切替対応図を示したものである。充電時は $|VRS|$ がスイッチのオン時の電圧降下程度(数ボルト)まで低くなると昇圧動作ができなくなるので、この状態では制御不能となる。しかし、充電時に系統の力率が1(電圧と電流の位相差が零)になるように動作させると、この制御不能部分での電流もほぼ零となって電流の歪が軽微となる。

【0057】

各実施形態において、片方向スイッチとして、IGBTとダイオードを直列接続した構成を用いた場合を説明したが、逆阻止形IGBT(RB-IGBT)を使えば、ダイオードは必要なくなり、さらに電流経路の素子数を低減し導通損失も低減できる。

50

【 0 0 5 8 】

各実施形態において、蓄電池から電力を系統側へ出力する場合にV R Sの過電圧を検出した場合、または、系統側から蓄電池を充電する場合にV D Cの過電圧を検出した場合、さらに、出力電流や蓄電池の過電流を検出した場合などの異常時には、電力変換装置の動作を停止しなければならない。しかし、この保護動作において、動作の停止を全てのスイッチをオフすることで行った場合は、インダクタ1に蓄積された電磁エネルギーが一挙に放電されるためサージ電圧が発生し、電力変換回路31内のスイッチが破壊する恐れがある。この問題を解決するために、本実施形態のコントローラは、このような異常を検出した際には図16に示すようなインダクタの電流を還流させるモードへ移行する。これによってサージ電圧の発生を抑制しつつ、入力端子と出力端子の間を切り離す不図示の開閉器の接点を開状態として保護動作を行う。インダクタを流れる電流の経路を確保するので、サージ電圧が発生せず安全性を向上することができる。

10

【 0 0 5 9 】

図16において、(a)と(b)は、第1実施形態の回路構成に対応するものであり、(a)は双方向スイッチ27と28をオンした場合、(b)は双方向スイッチ24と25をオンした場合を示す。また、同図の(c)と(d)は、第2実施形態の回路構成に対応するものであり、(c)は双方向スイッチ27と片方向スイッチ10をオンした場合、(d)は双方向スイッチ24と片方向スイッチ4をオンした場合を示す。さらに、同図の(e)と(f)は第3実施形態の回路構成に対応するものであり、(e)は片方向スイッチ9と10をオンした場合、(f)は片方向スイッチ3と4をオンした場合を示す。上述の各スイッチのオン動作によって、インダクタ1の電流を還流させることができ、電力変換装置における異常検出時のサージ電圧の発生を抑制することができる。

20

【 符号の説明 】

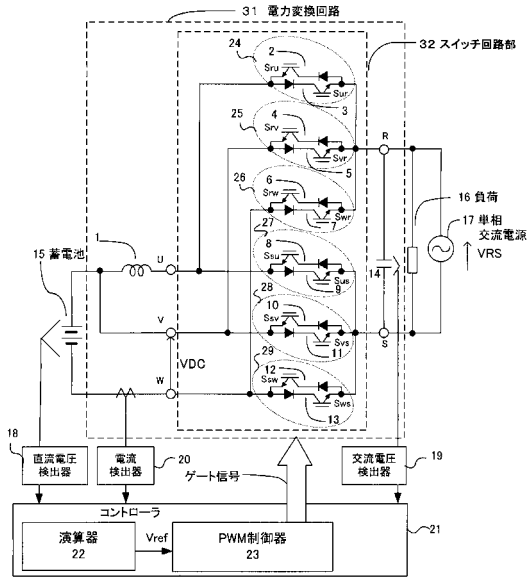
【 0 0 6 0 】

- 1 インダクタ
- 2 ~ 13 片方向スイッチ
- 14 キャパシタ
- 15 蓄電池(直流電源)
- 16 負荷
- 17 単相交流電源
- 18 直流電圧検出器
- 19 交流電圧検出器
- 20 電流検出器
- 21、21a、21b コントローラ
- 22 演算器
- 23、23a、23b PWM制御器
- 24 ~ 29 双方向スイッチ
- 30 メカニカルスイッチ
- 31 電力変換回路
- 32 スイッチ回路部
- Vb 直流電源
- SW スイッチ
- L インダクタ(リアクトル)
- C キャパシタ(コンデンサ)
- D ダイオード
- Load 負荷

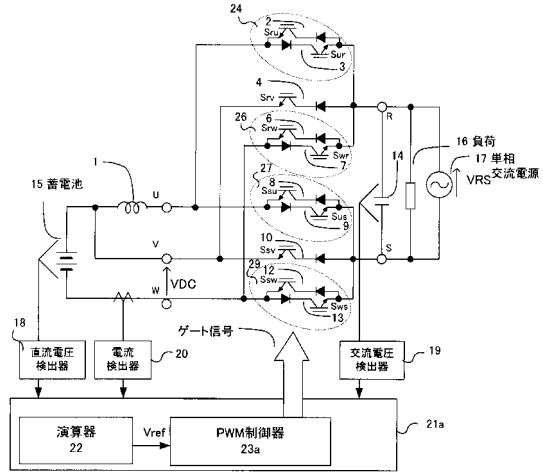
30

40

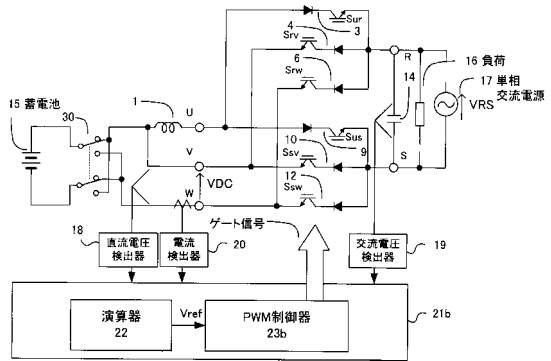
【図1】



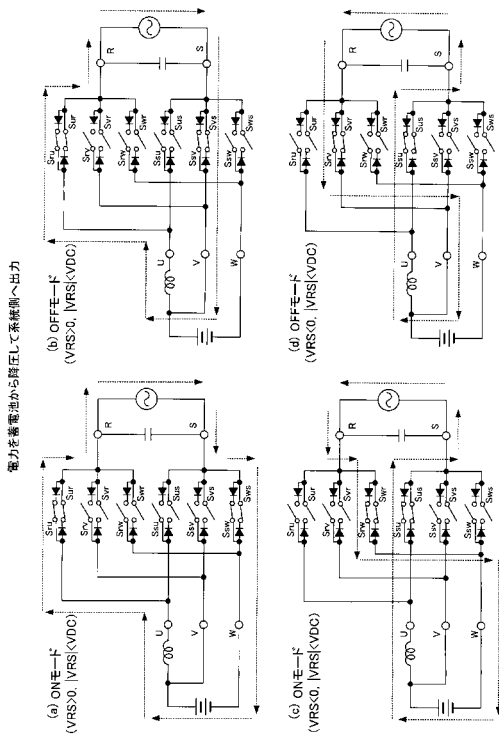
【図2】



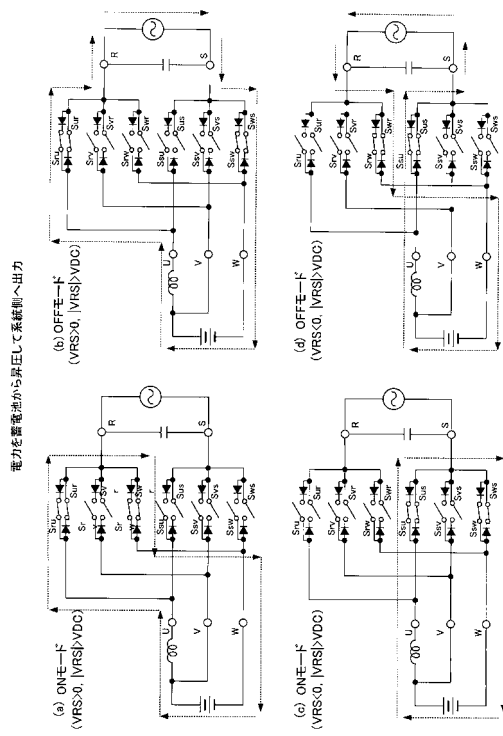
【図3】



【図4】

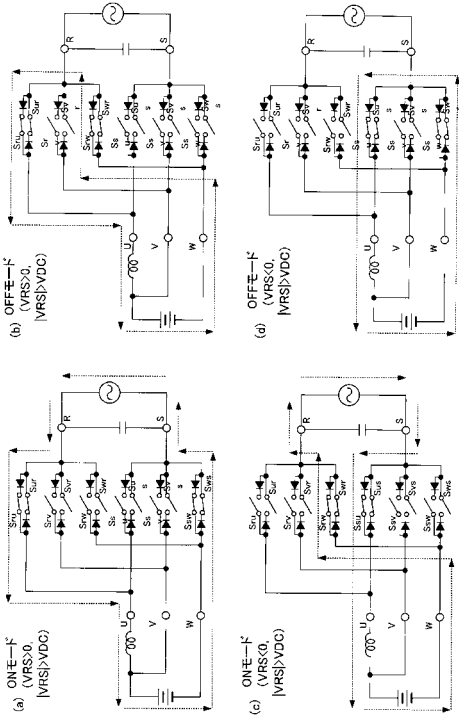


【図5】



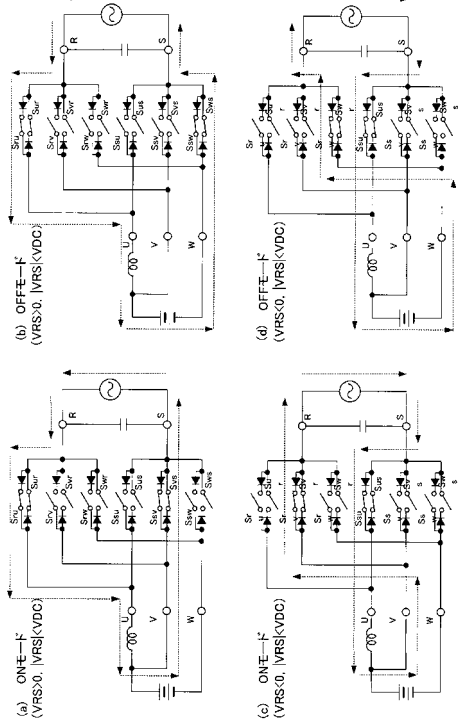
【 図 6 】

電力を系統側から降圧して蓄電池へ充電



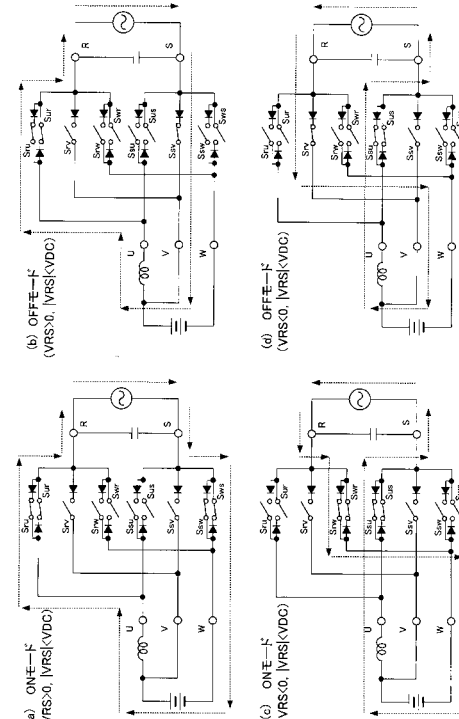
【 図 7 】

電力を系統側から昇圧して蓄電池へ充電



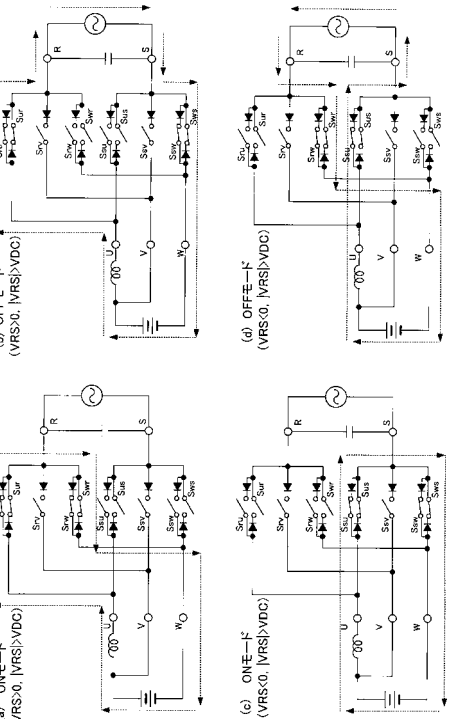
【 図 8 】

電力を蓄電池から降圧して系統側へ出力



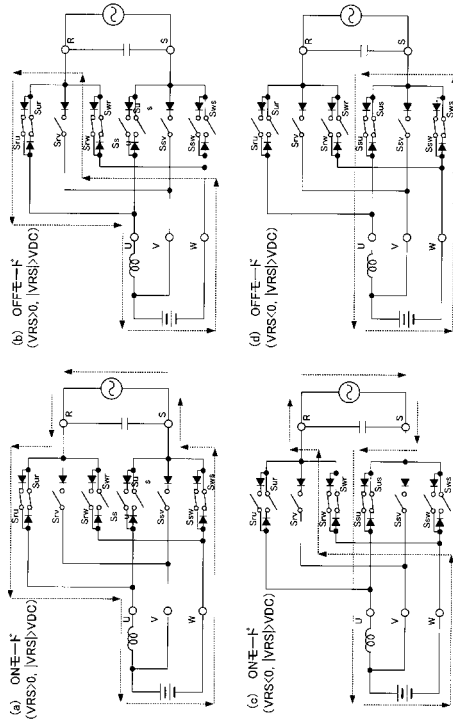
【 図 9 】

電力を蓄電池から昇圧して系統側へ出力



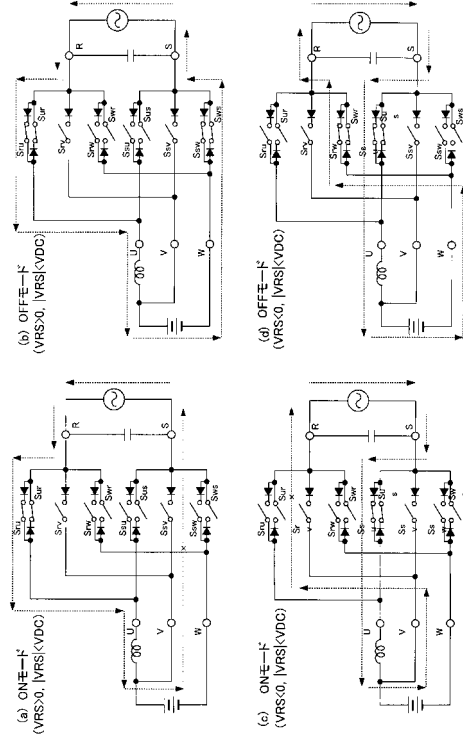
【図 10】

電力を系統側から降圧して蓄電池へ充電



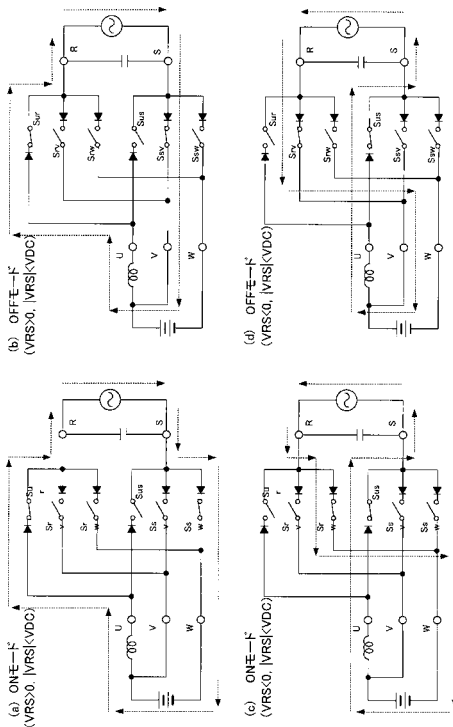
【図 11】

電力を系統側から降圧して蓄電池へ充電



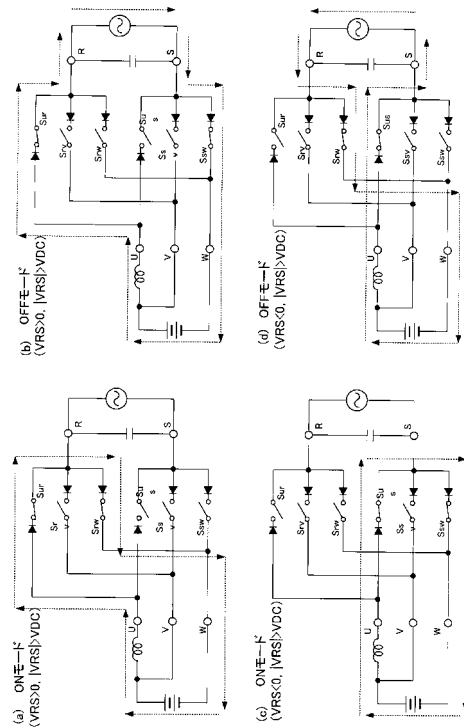
【図 12】

電力を蓄電池から降圧して系統側へ出力

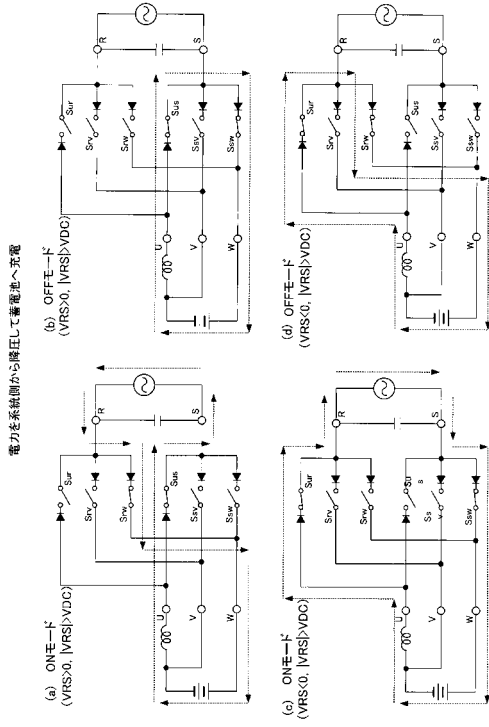


【図 13】

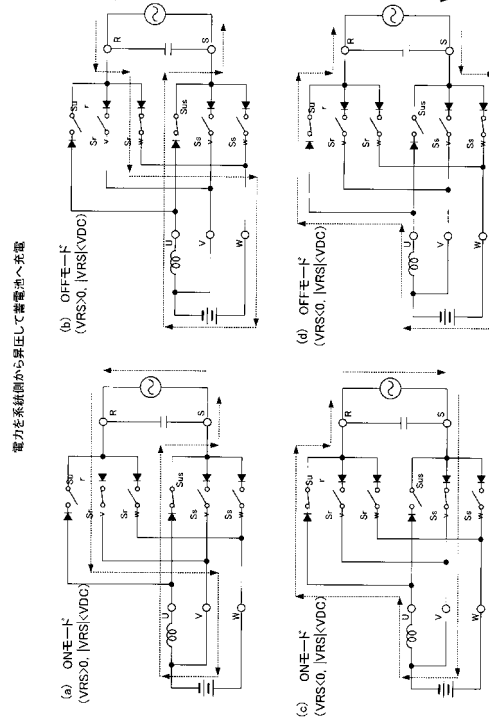
電力を蓄電池から降圧して系統側へ出力



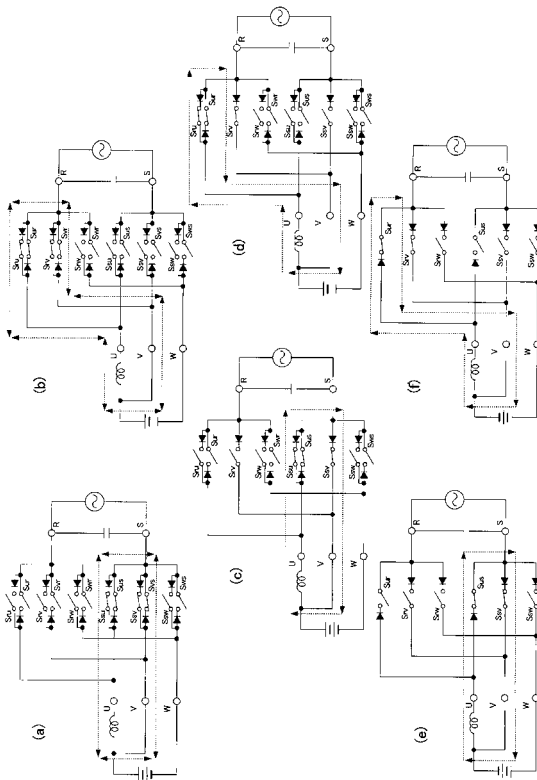
【 図 14 】



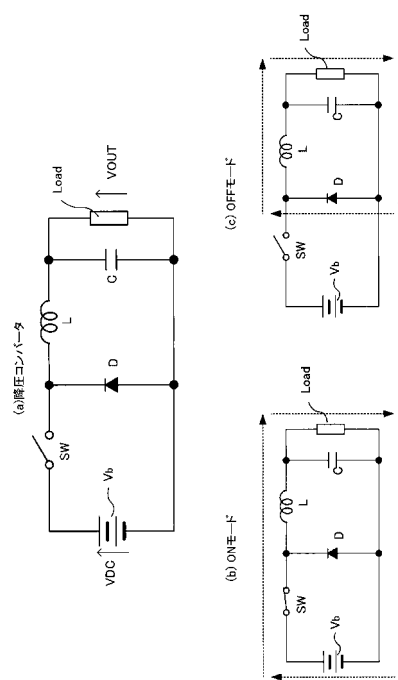
【 図 15 】



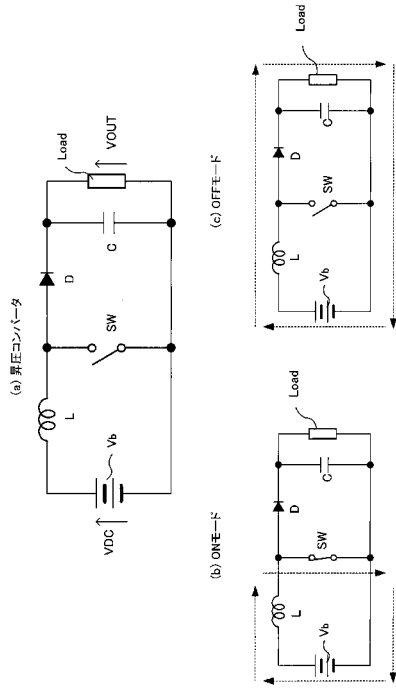
【 図 16 】



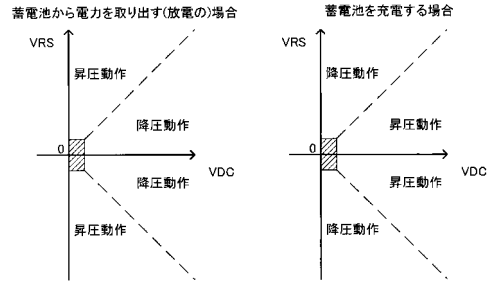
【 図 17 】



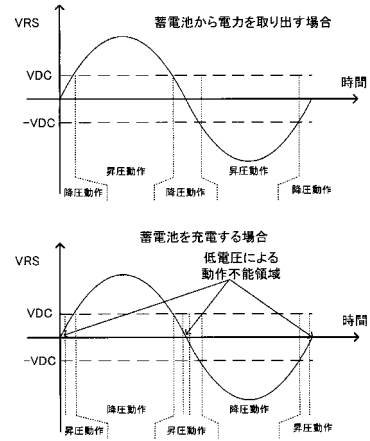
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-220886(JP,A)
特開2002-247862(JP,A)
特開2004-242418(JP,A)
特開2006-025518(JP,A)
特開2008-029058(JP,A)
特開2005-333783(JP,A)
特開2011-010540(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 7/48