(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6081523号
(P6081523)
(45)発行日　平成29年2月15日(2017.2.15)　(24)登録日　平成29年1月27日(2017.1.27)

(51)Int.Cl.　F I
H02M 7/48 (2007.01)　H02M 7/48 E
H02M 7/48 R

請求項の数 10　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2015-113359(P2015-113359)
(22)出願日　平成27年6月3日(2015.6.3)
(65)公開番号　特開2016-144387(P2016-144387A)
(43)公開日　平成28年8月8日(2016.8.8)
審査請求日　平成27年6月3日(2015.6.3)
(31)優先権主張番号　104102990
(32)優先日　平成27年1月29日(2015.1.29)
(33)優先権主張国　台湾(TW)

(73)特許権者　510002442
台達電子工業股▲ふん▼有限公司
Ｄｅｌｔａ　Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃｓ，Ｉｎｃ．
台湾桃園縣中▲れき▼市中▲れき▼工業區東園路３號
Ｎｏ．３，Ｔｕｎｇｙｕａｎ　Ｒｏａｄ，Ｃｈｕｎｇｌｉ　Ｉｎｄｕｓｔｒｉａｌ　Ｚｏｎｅ，Ｃｈｕｎｇｌｉ　Ｃｉｔｙ，Ｔａｏｙｕａｎ　Ｃｏｕｎｔｙ　Ｔａｉｗａｎ
(74)代理人　110000383
特許業務法人　エビス国際特許事務所

最終頁に続く

(54)【発明の名称】直流－交流変換装置及びその操作方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
直流入力電源を三相交流出力電源に変換する直流－交流変換装置であって、
前記直流入力電源に接続されるとともに、前記三相交流出力電源の第１の相に接続されて第１の経路を提供する中性点を有する入力コンデンサ群と、
第１の上アームスイッチングユニット及び当該第１の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第２の相に接続されて第１のインダクタを含む第２の経路を提供する第１の接続点に接続された第１のブリッジアームと、第２の上アームスイッチングユニット及び当該第２の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第３の相に接続されて第２のインダクタを含む第３の経路を提供する第２の接続点に接続された第２のブリッジアームと、を有する第１の変換回路と、
第３の上アームスイッチングユニット及び当該第３の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第１の直列経路が形成され、当該第１端が前記第１のインダクタに直接接続された第３のブリッジアームと、第４の上アームスイッチングユニット及び当該第４の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第２の直列経路が形成され、当該第１端が前記第２のインダクタに直接接続された第４のブリッジアームと、を有し、前記第１の

直列経路の第２端が前記第２の直列経路の第２端に接続されるとともに前記第１の経路に接続された第２の変換回路と、
前記直流入力電源が前記三相交流出力電源に変換されるように複数の制御信号を発生して前記第１の変換回路及び前記第２の変換回路をそれぞれ制御する制御回路と、を備えたことを特徴とする直流－交流変換装置。
【請求項２】
前記第２の経路に接続された前記第１のインダクタ、及び、前記第３の経路に接続された前記第２のインダクタを含む第１の出力インダクタ群と、
前記第２の経路に接続された第３のインダクタ、及び、前記第３の経路に接続された第４のインダクタを含み、前記第１のインダクタが前記第３のインダクタに直列に接続されるとともに、前記第２のインダクタが前記第４のインダクタに直列に接続された第２の出力インダクタ群と、
前記第２の経路に接続された第１のコンデンサ、及び、前記第３の経路に接続された第２のコンデンサを含む第１の出力コンデンサ群と、
前記第２の経路に接続された第３のコンデンサ、及び、前記第３の経路に接続された第４のコンデンサを含む第２の出力コンデンサ群と、
を有する出力フィルター回路をさらに備え、
前記制御回路は、少なくとも、
信号逆転ユニットと、
第１のノットゲートユニットと
第２のノットゲートユニットと、
高周波搬送波信号である三角搬送波信号を受信する反転入力端、相間信号を受信する非反転入力端、及び、第１の制御信号を出力し且つ前記第１のノットゲートユニットに接続されて第３の制御信号を出力する出力端を有する第１の比較ユニットと、
前記三角搬送波信号を受信する反転入力端、前記信号逆転ユニットに接続されて前記相間信号を受信する非反転入力端、及び、第２の制御信号を出力し且つ前記第２のノットゲートユニットに接続されて第４の制御信号を出力する出力端を有する第２の比較ユニットと、
を含む制御信号発生回路を有し、
前記相間信号は、ａ相信号からｂ相信号を引く演算を行うことによりａｂ相間信号が発生されるとともに、ｃ相信号から前記ｂ相信号を引く演算が行われることによりｃｂ相間信号が発生され、
前記相間信号が正の半サイクルである場合には、前記第１の制御信号、及び、レベルが相補的な前記第３の制御信号がそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに、前記第２の制御信号が低レベル信号であり、且つ、前記第４の制御信号が高レベル信号である一方、
前記相間信号が負の半サイクルである場合には、前記第２の制御信号、及び、レベルが相補的な前記第４の制御信号がそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに、前記第１の制御信号が低レベル信号であり、且つ、前記第３の制御信号が高レベル信号であることを特徴とする請求項１に記載の直流－交流変換装置。
【請求項３】
前記相間信号が正の半サイクルの間に、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを蓄積し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記直流入力電源、前記第１の上アームスイッチングユニット、前記第１のインダクタ、前記第３のインダクタ、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記中性点、及び、前記第２のコンデンサの順に構

成される正の半サイクルのエネルギー蓄積ループを提供する一方、
前記相間信号が正の半サイクルの間に、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを放出し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記第１のインダクタ、前記第３のインダクタ、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記第３の下アームスイッチングユニット、及び、前記第３の上アームスイッチングユニットの順に構成される正の半サイクルのエネルギー放出ループを提供することを特徴とする請求項２に記載の直流－交流変換装置。
【請求項４】
前記相間信号が負の半サイクルの間に、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを蓄積し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記直流入力電源、前記第１のコンデンサ、前記中性点、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記第３のインダクタ、前記第１のインダクタ、及び、前記第１の下アームスイッチングユニットの順に構成される負の半サイクルのエネルギー蓄積ループを提供する一方、
前記相間信号が負の半サイクルの間に、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを放出し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記第３のインダクタ、前記第１のインダクタ、前記第３の上アームスイッチングユニット、前記第３の下アームスイッチングユニット、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、及び、前記三相交流出力電源のａ相電圧の順に構成される負の半サイクルのエネルギー放出ループを提供することを特徴とする請求項２に記載の直流－交流変換装置。
【請求項５】
前記制御回路は、
第１の直流電圧及び第２の直流電圧を受けると、前記第１の直流電圧から前記第２の直流電圧を引く演算を行うことによって電圧差を発生させる第３の演算ユニットと、前記電圧差を受けると、前記電圧差の比例積分演算を実行することによって電圧差信号を発生させる比例積分制御ユニットとを有するバランス回路と、
前記ａｂ相間信号及び前記電圧差信号を受信すると、前記ａｂ相間信号から前記電圧差信号を引く演算を行うことによってａｂ相間補正信号を発生させる第４の演算ユニットと、
前記ｃｂ相間信号及び前記電圧差信号を受信すると、前記ｃｂ相間信号から前記電圧差信号を引く演算を行うことによってｃｂ相間補正信号を発生させる第５の演算ユニットと、
をさらに有し、
前記ａｂ相間補正信号及び前記ｃｂ相間補正信号は、それぞれ、前記制御信号発生回路に入力されることにより、前記第１の制御信号、前記第２の制御信号、前記第３の制御信号及び前記第４の制御信号が発生されることを特徴とする請求項２に記載の直流－交流変

換装置。
【請求項６】
直流入力電源を三相交流出力電源に変換する直流－交流変換装置の操作方法であって、
前記直流入力電源に接続されるとともに、前記三相交流出力電源の第１の相に接続されて第１の経路を提供する中性点を有する入力コンデンサ群を提供する工程と、
第１の上アームスイッチングユニット及び当該第１の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第２の相に接続されて第１のインダクタを含む第２の経路を提供する第１の接続点に接続された第１のブリッジアームと、第２の上アームスイッチングユニット及び当該第２の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第３の相に接続されて第２のインダクタを含む第３の経路を提供する第２の接続点に接続された第２のブリッジアームと、を有する第１の変換回路を提供する工程と、
第３の上アームスイッチングユニット及び当該第３の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第１の直列経路が形成され、当該第１端が前記第１のインダクタに直接接続された第３のブリッジアームと、第４の上アームスイッチングユニット及び当該第４の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第２の直列経路が形成され、当該第１端が前記第２のインダクタに直接接続された第４のブリッジアームと、を有し、前記第１の直列経路の第２端が前記第２の直列経路の第２端に接続されるとともに前記第１の経路に接続された第２の変換回路を提供する工程と、
前記直流入力電源が前記三相交流出力電源に変換されるように複数の制御信号を発生して前記第１の変換回路及び前記第２の変換回路をそれぞれ制御する制御回路を提供する工程と、を備えたことを特徴とする直流－交流変換装置の操作方法。
【請求項７】
前記第２の経路に接続された前記第１のインダクタ、及び、前記第３の経路に接続された前記第２のインダクタを含む第１の出力インダクタ群と、
前記第２の経路に接続された第３のインダクタ、及び、前記第３の経路に接続された第４のインダクタを含み、前記第１のインダクタが前記第３のインダクタに直列に接続されるとともに、前記第２のインダクタが前記第４のインダクタに直列に接続された第２の出力インダクタ群と、
前記第２の経路に接続された第１のコンデンサ、及び、前記第３の経路に接続された第２のコンデンサを含む第１の出力コンデンサ群と、
前記第２の経路に接続された第３のコンデンサ、及び、前記第３の経路に接続された第４のコンデンサを含む第２の出力コンデンサ群と、
を有する出力フィルター回路を提供する工程をさらに備え、
前記制御回路は、少なくとも、
信号逆転ユニットと、
第１のノットゲートユニットと
第２のノットゲートユニットと、
高周波搬送波信号である三角搬送波信号を受信する反転入力端、相間信号を受信する非反転入力端、及び、第１の制御信号を出力し且つ前記第１のノットゲートユニットに接続されて第３の制御信号を出力する出力端を有する第１の比較ユニットと、
前記三角搬送波信号を受信する反転入力端、前記信号逆転ユニットに接続され前記相間信号を受信する非反転入力端、及び、第２の制御信号を出力し且つ前記第２のノットゲートユニットに接続されて第４の制御信号を出力する出力端を有する第２の比較ユニットと、
を含む制御信号発生回路を有し、
前記相間信号は、ａ相信号からｂ相信号を引く演算を行うことによりａｂ相間信号が発

生されるとともに、ｃ相信号から前記ｂ相信号を引く演算を行うことによりｃｂ相間信号が発生され、
前記相間信号が正の半サイクルである場合には、前記第１の制御信号、及び、レベルが相補的な前記第３の制御信号がそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに、前記第２の制御信号が低レベル信号であり、且つ、前記第４の制御信号が高レベル信号である一方、
前記相間信号が負の半サイクルである場合には、前記第２の制御信号、及び、レベルが相補的な前記第４の制御信号がそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに、前記第１の制御信号が低レベル信号であり、且つ、前記第３の制御信号が高レベル信号であることを特徴とする請求項６に記載の直流－交流変換装置の操作方法。

【請求項８】
前記相間信号が正の半サイクルの間に、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを蓄積し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記直流入力電源、前記第１の上アームスイッチングユニット、前記第１のインダクタ、前記第３のインダクタ、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記中性点、及び、前記第２のコンデンサの順に構成される正の半サイクルのエネルギー蓄積ループを提供し、
前記相間信号が正の半サイクルの間に、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを放出し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記第１のインダクタ、前記第３のインダクタ、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記第３の下アームスイッチングユニット、及び、前記第３の上アームスイッチングユニットの順に構成される正の半サイクルのエネルギー放出ループを提供することを特徴とする請求項７に記載の直流－交流変換装置の操作方法。

【請求項９】
前記相間信号が負の半サイクルの間に、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを蓄積し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記直流入力電源、前記第１のコンデンサ、前記中性点、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、前記三相交流出力電源のａ相電圧、前記第３のインダクタ、前記第１のインダクタ、及び、前記第１の下アームスイッチングユニットの順に構成される負の半サイクルのエネルギー蓄積ループを提供する一方、
前記相間信号が負の半サイクルの間に、前記第２の制御信号が前記第１の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオフにし、前記第４の制御信号が前記第３の下アームスイッチングユニットを高周波スイッチングによりオンにし、前記第１の制御信号が前記第１の上アームスイッチングユニットをオフにし、且つ、前記第３の制御信号が前記第３の上アームスイッチングユニットをオンにする場合には、
前記第１のインダクタ及び前記第３のインダクタは、エネルギーを放出し、且つ、
前記直流－交流変換装置は、前記第３のインダクタ、前記第１のインダクタ、前記第３

の上アームスイッチングユニット、前記第３の下アームスイッチングユニット、前記三相交流出力電源のｂ相電圧、及び、前記三相交流出力電源のａ相電圧の順に構成される負の半サイクルのエネルギー放出ループを提供することを特徴とする請求項７に記載の直流－交流変換装置の操作方法。

【請求項１０】

前記制御回路は、

第１の直流電圧及び第２の直流電圧を受けると、前記第１の直流電圧から前記第２の直流電圧を引く演算を行うことによって電圧差を発生させる第３の演算ユニットと、前記電圧差を受けると、前記電圧差の比例積分演算を実行することによって電圧差信号を発生させる比例積分制御ユニットとを有するバランス回路と、

前記ａｂ相間信号及び前記電圧差信号を受信すると、前記ａｂ相間信号から前記電圧差信号を引く演算を行うことによってａｂ相間補正信号を発生させる第４の演算ユニットと、

前記ｃｂ相間信号及び前記電圧差信号を受信すると、前記ｃｂ相間信号から前記電圧差信号を引く演算を行うことによってｃｂ相間補正信号を発生させる第５の演算ユニットと、

をさらに有し、

前記ａｂ相間補正信号及び前記ｃｂ相間補正信号は、それぞれ、前記制御信号発生回路に入力されることにより、前記第１の制御信号、前記第２の制御信号、前記第３の制御信号及び前記第４の制御信号が発生されることを特徴とする請求項７に記載の直流－交流変換装置の操作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、直流－交流変換装置及びその操作方法に関し、特に、太陽光発電システムに適用される直流－交流変換装置及びその操作方法に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

図１及び図２は、それぞれ、従来技術に係る直流－交流電源変換システムの回路図及び直流－交流電源変換システムの制御回路のブロック模式図である。従来技術に係る直流－交流電源変換システムは、直流入力電圧Ｓｄｃを受信し、この直流入力電圧Ｓｄｃを三相交流出力電圧Ｓａｃに変換するものである。具体的に、直流－交流電源変換システムは、主に、三相（３アーム）インバーターが用いられている。なお、図１に示す、符号ａは三相のうちのａ相、符号ｂは三相のうちのｂ相、符号ｃは三相のうちのｃ相をそれぞれ示している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００３】

従来の三相（３アーム）インバーターは、スイッチング素子の数が多いだけでなく、そのうちの一相には少なくとも４つのスイッチング素子が使用される。ａ相を例にとっていえば、ａ相にはＳａ１、Ｓａ２、Ｓａ３及びＳａ４という４つのスイッチング素子が使用される。さらに、三相（３アーム）インバーターは、対応する信号制御（図２参照）における制御と操作の過程において、リーク電流が大きいといった欠陥がある。

【０００４】

従って、本発明は、一相における回路素子の簡素化を図ることにより、回路の簡素化を実現するとともに、バランス回路の操作と併せて、直流入力側の２つのコンデンサにおけるクロス電圧が直流入力電圧の半分となるように正確に制御することにより、寄生容量電圧によるリーク電流の影響を大きく低減することが可能な直流－交流変換装置及びその操作方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【０００５】
上述した問題を解決するために、本発明に係る直流－交流変換装置は、直流入力電源を三相交流出力電源に変換するものである。前記直流－交流変換装置は、入力コンデンサ群と、第１の変換回路と、第２の変換回路とを備えている。前記入力コンデンサ群は、前記直流入力電源に接続されるとともに、前記三相交流出力電源の第１の相に接続されて第１の経路を提供する中性点を有する。第１の変換回路は、第１の上アームスイッチングユニット及び当該第１の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第２の相に接続されて第２の経路を提供する第１の接続点に接続された第１のブリッジアームと、第２の上アームスイッチングユニット及び当該第２の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第３の相に接続されて第３の経路を提供する第２の接続点に接続された第２のブリッジアームと、を有する。前記第２の経路は、第１のインダクタを含み、前記第３の経路は、第２のインダクタを含む。前記第２の変換回路は、第３の上アームスイッチングユニット及び当該第３の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第１の直列経路が形成され、当該第１端が前記第１のインダクタに直接接続された第３のブリッジアームと、第４の上アームスイッチングユニット及び当該第４の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第２の直列経路が形成され、当該第１端が前記前記第２のインダクタに直接接続された第４のブリッジアームと、を有する。前記第１の直列経路の第２端は、前記第２の直列経路の第２端に接続されるとともに第１の経路に接続されている。前記制御回路は、前記直流入力電源が前記三相交流出力電源に変換されるように複数の制御信号を発生して前記第１の変換回路及び前記第２の変換回路をそれぞれ制御する。

【０００６】
上述した問題を解決するために、本発明に係る直流－交流変換装置の操作方法による上記直流－交流変換装置は、直流入力電源を三相交流出力電源に変換するものである。本発明に係る操作方法は、前記直流入力電源に接続されるとともに、前記三相交流出力電源の第１の相に接続されて第１の経路を提供する中性点を有する入力コンデンサ群を提供する工程と、第１の上アームスイッチングユニット及び当該第１の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第２の相に接続されて第１のインダクタを含む第２の経路を提供する第１の接続点に接続された第１のブリッジアームと、第２の上アームスイッチングユニット及び当該第２の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニットを含み、前記三相交流出力電源の第３の相に接続されて第２のインダクタを含む第３の経路を提供する第２の接続点に接続された第２のブリッジアームと、を有する第１の変換回路を提供する工程と、第３の上アームスイッチングユニット及び当該第３の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第１の直列経路が形成され、当該第１端が前記第１のインダクタに直接接続された第３のブリッジアームと、第４の上アームスイッチングユニット及び当該第４の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第２の直列経路が形成され、当該第１端が前記第２のインダクタに直接接続された第４のブリッジアームとを有し、前記第１の直列経路の第２端が前記第２の直列経路の第２端に接続されるとともに前記第１の経路に接続された第２の変換回路を提供する工程と、前記直流入力電源が前記三相交流出力電源に変換されるように複数の制御信号を発生し前記第１の変換回路及び前記第２の変換回路をそれぞれ制御する制御回路を提供する工程とを含む。

【発明の効果】
【０００７】
以上のように、本発明に係る直流－交流変換装置及びその操作方法によれば、スイッチ

ング、出力インダクタ群及び出力コンデンサ群の数を低減することができ、しかも、寄生容量電圧によるリーク電流の影響を大きく減らすことができる。

【０００８】

以下に、本発明について図面を参照して説明する。以下の説明によって、本発明の目的、特徴及び特性が詳しく理解されると考えているが、添付した図面は、説明のための参考にすぎず、本発明を制限するものではないことを付け加えておく。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】従来技術に係る直流－交流電源変換システムの回路図である。

【図２】従来技術に係る直流－交流電源変換システムの制御回路を模式的に示すブロック図である。

【図３】本発明に係る直流－交流変換装置の一実施形態を示す回路図である。

【図４Ａ】本発明に係る直流－交流変換装置の制御回路の第１の実施形態を模式的に示すブロック図である。

【図４Ｂ】本発明に係る直流－交流変換装置の制御回路の第２の実施形態を模式的に示すブロック図である。

【図５】本発明に係る直流－交流変換装置の制御信号発生回路を示す回路図である。

【図６】本発明に係る直流－交流変換装置の制御信号を模式的に示す波形図である。

【図７Ａ】本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより正の半サイクルの間にエネルギーを蓄積する電流経路を示す模式図である。

【図７Ｂ】本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより正の半サイクルの間にエネルギーを放出する電流経路を示す模式図である。

【図７Ｃ】本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより負の半サイクルの間にエネルギーを蓄積する電流経路を示す模式図である。

【図７Ｄ】本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより負の半サイクルの間にエネルギーを放出する電流経路を示す模式図である。

【図８】本発明に係る直流－交流変換装置の他の実施形態を示す回路図である。

【図９】本発明に係る直流－交流変換装置の操作方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、本発明の技術内容及び詳しい説明について図面を参照しながら説明する。

【００１１】

図３は、本発明に係る直流－交流変換装置の一実施形態を示す回路図である。

図３に示すように、本発明に係る直流－交流変換装置は、直流入力電源Ｓｄｃを三相交流出力電源Ｓａｃに変換するものである。この直流－交流変換装置は、入力コンデンサ群１０と、第１の変換回路１１と、第２の変換回路１２と、制御回路２とを備えている。入力コンデンサ群１０は、直列に接続されて直流入力電源Ｓｄｃを受け取る第１のコンデンサ１０１及び第２のコンデンサ１０２を備えている。ここで、第１のコンデンサ１０１及び第２のコンデンサ１０２は、中性点Ｐｏに接続されることによって、第１のコンデンサ１０１及び第２のコンデンサ１０２の各クロス電圧が直流入力電源Ｓｄｃによる直流入力電圧の半分になるように維持する。ここで、第１のコンデンサ１０１の両端に跨がる電圧の大きさが第１の直流電圧Ｖｐであり、第２のコンデンサ１０２の両端に跨がる電圧の大きさが第２の直流電圧Ｖｎである。

【００１２】

三相交流出力電源Ｓａｃは、第１の相Ｐｈ１、第２の相Ｐｈ２及び第３の相Ｐｈ３といった３つの相を有する。説明の便宜のために、第１の相Ｐｈ１がｂ相電圧Ｖｂに、第２の相Ｐｈ２がａ相電圧Ｖａに、及び、第３の相Ｐｈ３がｃ相電圧Ｖｃに、それぞれ対応するものとする。

以下の説明において、三相交流出力電源Ｓａｃが三相バランス電源であることを例として説明するため、三相交流出力電源Ｓａｃの３つの相に対応する相電圧は、上述した例に

限らない。
ここに、中性点Ｐｏは、三相交流出力電源Ｓａｃの第１の相Ｐｈ１に接続されている。すなわち、この中性点Ｐｏがｂ相電圧Ｖｂに接続されることによって第１の経路Ｐｔｈ１を構成している。
【００１３】
第１の変換回路１１は、第１のブリッジアーム１１１と、第２のブリッジアーム１１２とを備えている。第１のブリッジアーム１１１は、第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕと、第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌとを備え、第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕ及び第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌが第１の接続点Ｐ１に接続されている。第２のブリッジアーム１１２は、第２の上アームスイッチングユニット１１２Ｕと、第２の上アームスイッチングユニット１１２Ｕに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニット１１２Ｌとを有し、第２の上アームスイッチングユニット１１２Ｕ及び第２の下アームスイッチングユニット１１２Ｌが第２の接続点Ｐ２に接続されている。なお、第１の接続点Ｐ１は、三相交流出力電源Ｓａｃの第２の相Ｐｈ２に接続されている。すなわち、第１の接続点Ｐ１がａ相電圧Ｖａに接続されることによって第２の経路Ｐｔｈ２を構成している。また、第２の接続点Ｐ２は、三相交流出力電源Ｓａｃの第３の相Ｐｈ３に接続されている。すなわち、第２の接続点Ｐ２がｃ相電圧Ｖｃに接続されることによって第３の経路Ｐｔｈ３を構成している。
【００１４】
第２の変換回路１２は、第３のブリッジアーム１２３と、第４のブリッジアーム１２４とを備えている。第３のブリッジアーム１２３は、第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕと、第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌとを有することによって、第１端Ｔ１１及び第２端Ｔ１２を有する第１の直列経路Ｐｓ１が形成され、第１端Ｔ１１が第２の経路Ｐｔｈ２に接続されている。第４のブリッジアーム１２４は、第４の上アームスイッチングユニット１２４Ｕと、第４の上アームスイッチングユニット１２４Ｕに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニット１２４Ｌとを有することによって、第１端Ｔ２１及び第２端Ｔ２２を有する第２の直列経路Ｐｓ２が形成され、第１端Ｔ２１が第３の経路Ｐｔｈ３に接続されている。さらに、第１の直列経路Ｐｓ１の第２端Ｔ１２は、第２の直列経路Ｐｓ２の第２端Ｔ２２に接続されるとともに、第１の経路Ｐｔｈ１に接続されている。
【００１５】
制御回路２は、直流入力電圧の寄生容量効果によるリーク電流が低減されるように、複数の制御信号を発生させて第１の変換回路１１及び第２の変換回路１２のそれぞれを制御する。
【００１６】
ここで、本願に係る直流－交流変換装置において、第１の変換回路１１の第１のブリッジアーム１１１は、第２の変換回路１２の第３のブリッジアーム１２３に実質的に対応して配置され、本実施形態の場合、三相交流出力電源Ｓａｃの同じ相に、ａ相電圧Ｖａのａ相ブリッジアームの構造が対応している。同様に、第１の変換回路１１の第２のブリッジアーム１１２は、第２の変換回路１２の第４のブリッジアーム１２４に実質的に対応して配置され、本実施形態の場合、三相交流出力電源Ｓａｃの同じ相に、ｃ相電圧Ｖｃのｃ相ブリッジアームの構造が対応している。
【００１７】
さらに、直流－交流変換装置は、さらに、出力フィルター回路３０を備えている。出力フィルター回路３０は、第１の出力インダクタ群と、第２の出力インダクタ群と、第１の出力コンデンサ群と、第２の出力コンデンサ群とを備えている。第１の出力インダクタ群は、第２の経路Ｐｔｈ２に接続された第１のインダクタＬａ１と、第３の経路Ｐｔｈ３に接続された第２のインダクタＬｃ１とを備えている。第２の出力インダクタ群は、第２の経路Ｐｔｈ２に接続された第３のインダクタＬａ２と、第３の経路Ｐｔｈ３に接続された

第４のインダクタＬｃ２とを備えている。ここで、第１のインダクタＬａ１は、第３のインダクタＬａ２に直列に接続され、第２のインダクタＬｃ１は、第４のインダクタＬｃ２に直列に接続されている。

【００１８】

第１の出力コンデンサ群は、第２の経路Ｐｔｈ２に接続された第１のコンデンサＣａ１と、第３の経路Ｐｔｈ３に接続された第２のコンデンサＣｃ１とを備えている。第２の出力コンデンサ群は、第２の経路Ｐｔｈ２に接続された第３のコンデンサＣａ２と、第３の経路Ｐｔｈ３に接続された第４のコンデンサＣｃ２とを備えている。

【００１９】

以上、本発明の回路構造について説明したが、本発明では、それ以外に、この回路構造に対応する制御手段も提供する。図４Ａは、本発明に係る直流－交流変換装置の制御回路の第１の実施形態を模式的に示すブロック図である。

【００２０】

本願の制御手段は、両相間の基準信号に基づいて制御を行なう。具体的には、図３に示すように、第１の相Ｐｈ１に対応するｂ相電圧Ｖｂは、第１の経路Ｐｔｈ１を介して、直流入力側の中性点Ｐｏに直接接続されている。従って、上述した両相間の基準信号に基づいて制御を行なうとは、従来技術の回路構造において、各相の信号Ｓａ，Ｓｂ，Ｓｃに基づいて制御を行なうのとは異なり、本発明では、ａｂ相間信号Ｓａｂ及びｃｂ相間信号Ｓｃｂを基準信号として複数の制御信号への変換に用いられている（詳しくは後述する）。ここで、ａｂ相間信号Ｓａｂは、ａ相信号とｂ相信号との引き算により求められるようになっている。すなわち、Ｓａｂ＝Ｓａ－Ｓｂである。また、ｃｂ相間信号Ｓｃｂは、ｃ相信号とｂ相信号との引き算により求められるようになっている。すなわち、Ｓｃｂ＝Ｓｃ－Ｓｂである。

このように、本願の回路構造では、第２の相Ｐｈ２に対応するａ相電圧Ｖａが、第２の経路Ｐｔｈ２を介して直流入力側の中性点Ｐｏに直接接続されるものである場合、利用される基準信号がｂａ相間信号Ｓｂａ及びｃａ相間信号Ｓｃａであることがわかる。同様に、第３の相Ｐｈ３に対応するｃ相電圧Ｖｃが第３の経路Ｐｔｈ３を介して直流入力側の中性点Ｐｏに直接接続されるものである場合、利用される基準信号がａｃ相間信号Ｓａｃとｂｃ相間信号Ｓｂｃであることが分かる。

従って、用いられる回路構造が異なると、それに応じて、対応する相間信号を、基準信号として複数の制御信号への変換に用いられるようにマッチングする必要がある。

【００２１】

図４Ａに示すように、制御構造は、主に、第２の経路Ｐｔｈ２、第１の経路Ｐｔｈ１及び第３の経路Ｐｔｈ３を流れるａ相電流ｉａ、ｂ相電流ｉｂ及びｃ相電流ｉｃをそれぞれ変換することによって、各相の信号である、ａ相信号Ｓａ、ｂ相信号Ｓｂ及びｃ相信号Ｓｃを発生させる。具体的に、本願に係る制御構造は、各相電流ｉａ，ｉｂ及びｉｃを両相座標（ｄ－ｑ軸）で変換及び演算を行うことにより、制御プロセスの複雑さを低減させ、さらに、両相座標を三相座標に変換することにより、それぞれの相の信号、ａ相信号Ｓａ、ｂ相信号Ｓｂ及びｃ相信号Ｓｃを求めることができる。ｄ－ｑ軸の変換技術は、電力システムの変換においてよく見られる座標変換技術であるため、その説明を省略する。

【００２２】

ここで、本願に係る回路構造では、各相の信号が基準信号として複数の制御信号への変換に直接用いられるのではなく、ａ相信号Ｓａ及びｂ相信号Ｓｂが第１の演算ユニット２１に入力されるようになっている。第１の演算ユニット２１では、ａ相信号Ｓａ及びｂ相信号Ｓｂが入力されると、ａ相信号Ｓａからｂ相信号Ｓｂを引く演算を実行することによって、ａｂ相間信号Ｓａｂを発生させるようにしている。同様に、ｃ信号Ｓｃとｂ相信号Ｓｂは、第２の演算ユニット２２に入力されるようになっており、第２の演算ユニット２２おいて、ｃ相信号Ｓｃからｂ相信号Ｓｂを引く演算が実行され、ｃｂ相間信号Ｓｃｂが発生されるようになっている。

このようにして得られたａｂ相間信号Ｓａｂ及びｃｂ相間信号Ｓｃｂは、さらに制御信

号発生回路２０に入力され、三角搬送波信号Ｓｔｒｉを用いて演算することにより、第１の変換回路１１及び第２の変換回路１２をそれぞれ制御するためのそれらのスイッチングユニットの複数の制御信号を発生させる（詳しくは後述する）。

【００２３】

図４Ｂは、本発明に係る直流－交流変換装置の制御回路の第２の実施形態を模式的に示すブロック図である。第２の実施形態では、制御回路２がバランス回路２３と、第４の演算ユニット２４と、第５の演算ユニット２５とをさらに備えている点において、図４Ａに示す第１の実施形態と大きく異なる。バランス回路２３は、第３の演算ユニット２３１と、比例積分制御ユニット（ＰＩ　ｃｏｎｔｒｏｌｌｅｒ）２３２とを備えている。第３の演算ユニット２３１は、直流入力側の第１の直流電圧Ｖｐ及び第２の直流電圧Ｖｎを受け取り、第３の演算ユニット２３１で第１の直流電圧Ｖｐから第２の直流電圧Ｖｎを引く演算が実行されることにより、両直流電圧間の電圧差を発生させる。そして、比例積分制御ユニット２３２により電圧差により比例積分演算を行うことにより、安定した電圧差信号△Ｓｐｎを発生させる。

【００２４】

第４の演算ユニット２４は、ａｂ相間信号Ｓａｂ及び電圧差信号△Ｓｐｎを受信すると、ａｂ相間信号Ｓａｂから電圧差信号△Ｓｐｎを引く演算が行われ、ａｂ相間補正信号Ｓａｂ’を発生させる。同様に、第５の演算ユニット２５は、ｃｂ相間信号Ｓｃｂ及び電圧差信号△Ｓｐｎを受信すると、ｃｂ相間信号Ｓｃｂから電圧差信号△Ｓｐｎを引く演算が行われ、ｃｂ相間補正信号Ｓｃｂ’を発生させる。

すなわち、バランス回路２３において、直流入力側の第１の直流電圧Ｖｐ及び第２の直流電圧Ｖｎの電圧差を演算して変換した後、発生された電圧差信号△Ｓｐｎが、両電圧間のバランスを取る補償量となる。また、第４の演算ユニット２４及び第５の演算ユニット２５において、この補償量をａｂ相間信号Ｓａｂ及びｃｂ相間信号Ｓｃｂのそれぞれに結合する演算を行い、得られたａｂ相間補正信号Ｓａｂ’及びｃｂ相間補正信号Ｓｃｂ’を基準信号（変換して得られた複数の制御信号）として用いて、第１の変換回路１１及び第２の変換回路１２のそれぞれを制御する。このように制御することにより、第１のコンデンサ１０１及び第２のコンデンサ１０２のクロス電圧を維持することができ、その結果、第１の直流電圧Ｖｐ及び第２の直流電圧Ｖｎをより正確に直流入力電圧の半分とすることが可能となっている。

【００２５】

図５は、本発明に係る直流－交流変換装置の制御信号発生回路を示す回路図である。制御信号発生回路２０は、信号逆転ユニット２０１と、第１のノットゲートユニット２０２と、第２のノットゲートユニット２０３と、第１の比較ユニット２０４と、第２の比較ユニット２０５とを備えている。第１の比較ユニット２０４は、反転入力端と、非反転入力端と、出力端とを有している。非反転入力端はａｂ相間信号Ｓａｂを、反転入力端は三角搬送波信号Ｓｔｒｉをそれぞれ受信し、出力端は第１の制御信号S_{A1}を出力する。また、出力端は、第１のノットゲートユニット２０２に接続されて第３の制御信号S_{A3}を出力する。即ち、第１の制御信号S_{A1}及び第３の制御信号S_{A3}は、それぞれ、レベルが相補的な高周波スイッチング信号である。ここで、三角搬送波信号Ｓｔｒｉは、高周波搬送波信号である。

【００２６】

第２の比較ユニット２０５は、反転入力端と、非反転入力端と、出力端とを有する。非反転入力端は、信号逆転ユニット２０１に接続され、ａｂ相間信号Ｓａｂを受信する。反転入力端は、三角搬送波信号Ｓｔｒｉを受信し、出力端は第２の制御信号S_{A2}を出力する。また、この出力端は、第２のノットゲートユニット２０３に接続され、第４の制御信号S_{A4}を出力する。すなわち、第２の制御信号S_{A2}及び第４の制御信号S_{A4}は、レベルが相補的な高周波スイッチング信号である。

【００２７】

上述した第１の比較ユニット２０４の非反転入力端がａｂ相間信号Ｓａｂを受信して、

第１の相Ｐｈ１に対応するｂ相電圧Ｖｂが第１の経路Ｐｔｈ１を介して直流入力側の中性点Ｐｏに直接接続される場合、本願による回路構造では、基準信号としてａｂ相間信号Ｓａｂやｃｂ相間信号Ｓｃｂが用いられるようになっている。

つまり、この回路構造において、ａ相回路のスイッチング制御を行おうとする場合、制御信号発生回路２０は、第１の比較ユニット２０４の非反転入力端がａｂ相間信号Ｓａｂを受信することにより、対応する制御信号S_{A1}～S_{A4}を発生させる。同様に、この回路構造において、ｃ相回路のスイッチング制御を行おうとする場合、制御信号発生回路２０は、第１の比較ユニット２０４の非反転入力端がｃｂ相間信号Ｓｃｂを受信することにより、対応する制御信号S_{C1}～S_{C4}を発生させる。直流－交流変換装置の説明については、後で詳細に論述する。

【００２８】

図６は、本発明に係る直流－交流変換装置の制御信号を模式的に示す波形図である。説明や解釈を簡便にするため、図６は、第１の相Ｐｈ１に対応するｂ相電圧Ｖｂが第１の経路Ｐｔｈ１を介して直流入力側の中性点Ｐｏに直接接続され、ａ相回路のスイッチング制御の実行に用いられる基準信号がａｂ相間信号Ｓａｂである場合例として説明する。

具体的に、制御信号発生回路２０は、ａｂ相間信号Ｓａｂを基準信号として発生した、第１の制御信号S_{A1}によって第１の変換回路１１の第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕを、第３の制御信号S_{A3}によって第２の変換回路１２の第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕを、第２の制御信号S_{A2}によって第１の変換回路１１の第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌを、第４の制御信号S_{A4}によって第２の変換回路１２の第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌをそれぞれ制御するようになっている。

【００２９】

制御信号発生回路２０は、同様に、ｃｂ相間信号Ｓｃｂの基準信号として発生した制御信号S_{C1}～S_{C4}に基づいて、対応する第１の変換回路１１の第２の上アームスイッチングユニット１１２Ｕ、第２の下アームスイッチングユニット１１２Ｌ、第２の変換回路１２の第４の上アームスイッチングユニット１２４Ｕ、及び、第４の下アームスイッチングユニット１２４Ｌをそれぞれ制御する。このような制御は、動作原理が上述したａ相回路のスイッチング制御と大きく異なっておらず、同様な制御であるため、その説明を省略する。

【００３０】

また、図６に示すように、相間信号Ｓａｂが正の半サイクルである場合（時間ｔ０～ｔ１間隔）には、第１の制御信号S_{A1}とレベルが相補的な第３の制御信号S_{A3}とがそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに第２の制御信号S_{A2}が低レベル信号であり、且つ、第４の制御信号S_{A4}が高レベル信号である。ここで、第１の制御信号S_{A1}及び第３の制御信号S_{A3}は、パルス幅変調信号（ＰＷＭ　ｓｉｇｎａｌ）である。また、パルス幅変調信号のスイッチング周波数（ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ　ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）は、三角搬送波信号Ｓｔｒｉの周波数に等しくなっている。

【００３１】

相間信号Ｓａｂが負の半サイクルである場合（時間ｔ１～ｔ２間隔）には、第２の制御信号S_{A2}とレベルが相補的な第４の制御信号S_{A4}とがそれぞれ高周波スイッチング信号であるとともに第１の制御信号S_{A1}が低レベル信号であり、且つ、第３の制御信号S_{A3}とは、高レベル信号である。ここで、第２の制御信号S_{A2}及び第４の制御信号S_{A4}は、それぞれ、パルス幅変調信号（ＰＷＭ　ｓｉｇｎａｌ）である。また、パルス幅変調信号のスイッチング周波数（ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ　ｆｒｅｑｕｅｎｃｙ）は、三角搬送波信号Ｓｔｒｉの周波数に等しくなっている。

【００３２】

図７Ａは、本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより正の半サイクルの間にエネルギーを蓄積する電流経路を示す模式図である。相間信号Ｓａｂが正の半サイクルである場合には、第１の制御信号S_{A1}による高周波スイッチングにより第

１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕがオンされ、第３の制御信号S_{A3}による高周波スイッチングにより第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕがオフされ、第２の制御信号S_{A2}によって第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌがオフされ、第４の制御信号S_{A4}によって第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌがオンされ、かつ、第１のインダクタＬａ１及び第３のインダクタＬａ２によってエネルギーが蓄積される。このため、直流－交流変換装置は、直流入力電源Ｓｄｃ、第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕ、第１のインダクタＬａ１、第３のインダクタＬａ２、ａ相電圧Ｖａ、ｂ相電圧Ｖｂ、中性点Ｐｏ及び第２のコンデンサ１０２の順に構成され、再び直流入力電源Ｓｄｃに戻る正の半サイクルのエネルギー蓄積ループＬｐｓを提供することとなる。

【００３３】

図７Ｂは、本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより正の半サイクルの間にエネルギーを放出する電流経路を示す模式図である。相間信号Ｓａｂが正の半サイクルである場合には、第１の制御信号S_{A1}による高周波スイッチングにより第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕがオフされ、第３の制御信号S_{A3}による高周波スイッチングにより第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕがオンされ、第２の制御信号S_{A2}によって第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌがオフされ、第４の制御信号S_{A4}によって第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌがオンされ、かつ、第１のインダクタＬａ１及び第３のインダクタＬａ２によってエネルギーが放出される。このため、直流－交流変換装置は、第１のインダクタＬａ１、第３のインダクタＬａ２、ａ相電圧Ｖａ、ｂ相電圧Ｖｂ、第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌ及び第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕの順に構成され、再び第１のインダクタＬａ１に戻る正の半サイクルのエネルギー放出ループＬｐｒを提供することとなる。

【００３４】

図７Ｃは、本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより負の半サイクルの間にエネルギーを蓄積する電流経路を示す模式図である。相間信号Ｓａｂが負の半サイクルである場合には、第２の制御信号S_{A2}による高周波スイッチングにより第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌがオンされ、第４の制御信号S_{A4}による高周波スイッチングにより第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌがオフされ、第１の制御信号S_{A1}によって第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕがオフされ、第３の制御信号S_{A3}によって第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕがオンされ、かつ、第１のインダクタＬａ１及び第３のインダクタＬａ２によってエネルギーが蓄積される。このため、直流－交流変換装置は、順次、直流入力電源Ｓｄｃ、第１のコンデンサ１０１、中性点Ｐｏ、ｂ相電圧Ｖｂ、ａ相電圧Ｖａ、第３のインダクタＬａ２、第１のインダクタＬａ１及び第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌの順に構成され、再び直流入力電源Ｓｄｃに戻る負の半サイクルのエネルギー蓄積ループＬｎｓを提供することとなる。

【００３５】

図７Ｄは、本発明に係る直流－交流変換装置におけるａｂ相スイッチングにより負の半サイクルの間にエネルギーを放出する電流経路を示す模式図である。相間信号Ｓａｂが負の半サイクルである場合には、第２の制御信号S_{A2}による高周波スイッチングにより第１の下アームスイッチングユニット１１１Ｌがオフされ、第４の制御信号S_{A4}による高周波スイッチングにより第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌがオンされ、第１の制御信号S_{A1}によって第１の上アームスイッチングユニット１１１Ｕがオフされ、第３の制御信号S_{A3}によって第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕがオンされ、かつ、第１のインダクタＬａ１及び第３のインダクタＬａ２によってエネルギーが放出される。このため、直流－交流変換装置は、第３のインダクタＬａ２、第１のインダクタＬａ１、第３の上アームスイッチングユニット１２３Ｕ、第３の下アームスイッチングユニット１２３Ｌ、ｂ相電圧Ｖｂ及びａ相電圧Ｖａの順に構成され、再び第３のインダクタＬａ２に戻る負の半サイクルのエネルギー放出ループＬｎｒを提供することとなる。

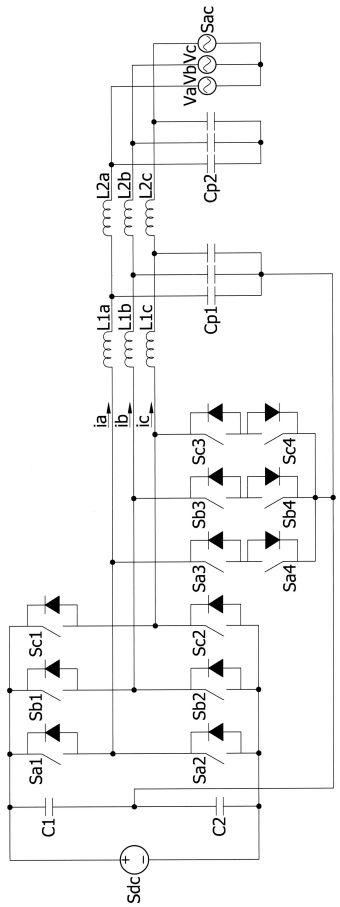
【００３６】
図８は、本発明に係る直流－交流変換装置の他の実施形態を示す回路図である。図８に示す直流－交流変換装置の回路は、実質的に図３に示す好ましい実施形態と同様である。つまり、図８に示す構成（図３と同じ符号の素子又はユニット）は図３に示す構成と実質的に同じであるので、この他の実施形態の回路によっても、図３に示すような回路と同様な作用及び効果を達成することができる。図８に示す回路についての説明は、図３及びその明細書の記述を参照すれば理解できるため省略する。
【００３７】
図９は、本発明に係る直流－交流変換装置の操作方法を示すフローチャートである。直流－交流変換装置は、直流入力電源を三相交流出力電源に変換するものである。本発明に係る操作方法は、下記の工程を含む。まず、直流入力電源に接続されるとともに三相交流出力電源の第１の相に接続されて第１の経路を提供する中性点を有する入力コンデンサ群を提供する（Ｓ１０）。ここで、この入力コンデンサ群は、第１のコンデンサと、第２のコンデンサとを備え、第１のコンデンサ及び第２のコンデンサは、直列に接続され、直流入力電源を受け取る。また、第１のコンデンサ及び第２のコンデンサは、中性点に接続されることで、第１のコンデンサ及び第２のコンデンサのそれぞれのクロス電圧が直流入力電源による直流入力電圧の半分になるように維持する。第１のコンデンサの両端に跨る電圧（の大きさ）が第１の直流電圧であり、第２のコンデンサの両端に跨る電圧（の大きさ）が第２の直流電圧である。
【００３８】
そして、第１の上アームスイッチングユニット及び第１の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第１の下アームスイッチングユニットを含み、三相交流出力電源の第２の相に接続されて第２の経路を提供する第１の接続点に接続された第１のブリッジアームと、第２の上アームスイッチングユニット及び第２の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第２の下アームスイッチングユニットとを含み、三相交流出力電源の第３の相に接続されて第３の経路を提供する第２の接続点に接続された第２のブリッジアームとを有する第１の変換回路を提供する（Ｓ２０）。
【００３９】
さらに、第３の上アームスイッチングユニット及び第３の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第３の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第１の直列経路が形成され、当該第１端が第２の経路に接続された第３のブリッジアームと、第４の上アームスイッチングユニット及び第４の上アームスイッチングユニットに直列に接続された第４の下アームスイッチングユニットを有することによって第１端及び第２端を有する第２の直列経路が形成され、当該第１端が第３の経路に接続された第４のブリッジアームとを有し、第１の直列経路の第２端が第２の直列経路の第２端に接続されるとともに第１の経路に接続された第２の変換回路を提供する（Ｓ３０）。
【００４０】
最後に、直流入力電源が三相交流出力電源に変換されるように複数の制御信号を発生して第１の変換回路及び第２の変換回路をそれぞれ制御する制御回路を提供する（Ｓ４０）。
【００４１】
さらに、操作方法は、出力フィルター回路を提供することをさらに含む。出力フィルター回路は、第１の出力インダクタ群と、第２の出力インダクタ群と、第１の出力コンデンサ群と、第２の出力コンデンサ群とを備えている。第１の出力インダクタ群は、第２の経路に接続された第１のインダクタと、第３の経路に接続された第２のインダクタを備えている。第２の出力インダクタ群は、第２の経路に接続された第３のインダクタと、第３の経路に接続された第４のインダクタとを備えている。ここで、第１のインダクタは、第３のインダクタに直列に接続され、第２のインダクタは、第４のインダクタに直列に接続されている。

【００４２】
第１の出力コンデンサ群は、第２の経路に接続された第１のコンデンサと、第３の経路に接続された第２のコンデンサとを備えている。第２の出力コンデンサ群は、第２の経路に接続された第３のコンデンサと、第３の経路に接続された第４のコンデンサとを備えている。
【００４３】
なお、制御回路は、バランス回路と、第４の演算ユニットと、第５の演算ユニットとをさらに備えている。バランス回路は、第３の演算ユニットと、比例積分制御ユニットとを備えている。第３の演算ユニットは、第１の直流電圧と第２の直流電圧を受けると、第１の直流電圧から第２の直流電圧を引く演算が実行されることによって、電圧差を発生させる。比例積分制御ユニットは、電圧差を受けると、電圧差の比例積分演算を実行することによって、電圧差信号を発生させる。第４の演算ユニットは、ａｂ相間信号及び電圧差信号を受信すると、ａｂ相間信号から電圧差信号を引く演算が行われることによって、ａｂ相間補正信号を発生させる。第５の演算ユニットは、ｃｂ相間信号と電圧差信号を受信すると、ｃｂ相間信号から電圧差信号を引く演算が行われることによって、ｃｂ相間補正信号を発生させる。ここで、ａｂ相間補正信号及びｃｂ相間補正信号は、制御信号発生回路に入力されることによって、これらの制御信号が発生されるようになっている。これら変換して得られた複数の制御信号によって第１の変換回路及び第２の変換回路が制御されることにより、第１のコンデンサ及び第２のコンデンサのクロス電圧、即ち、第１の直流電圧及び第２の直流電圧がより正確に直流入力電圧の半分となるように維持されることとなる。
【００４４】
このように、本発明は、以下に示す特徴及び利点を有している。
【００４５】
本発明に係る直流－交流変換装置によれば、（１）一相の回路素子を簡素化することが可能なため、スイッチング、出力インダクタ群及び出力コンデンサ群の数を低減することができる。
【００４６】
（２）上述した第１の変換回路及び第２の変換回路によって、出力インダクタ群によるエネルギーの蓄積や放出が実現されるようになっており、しかも、上述したバランス回路２３によって、直流入力側の第１の直流電圧Ｖｐ及び第２の直流電圧Ｖｎの電圧差に基づき（電圧差を演算・変換することによって）、発生された電圧差信号△Ｓｐｎが、両電圧間のバランスを取る補償量となり、第１のコンデンサ１０１及び第２のコンデンサ１０２のクロス電圧、即ち、第１の直流電圧Ｖｐ及び第２の直流電圧Ｖｎが、より正確に直流入力電圧の半分となるように維持される。その結果、寄生容量電圧によるリーク電流の影響を大きく減らすことができる。
【００４７】
以上、本発明の好ましい具体的な実施形態を、図面を参照しつつ詳述したが、本発明の特徴はこれに限られるものではない。また、本発明は、以上の説明および図面により限定されることはなく、本発明のあらゆる範囲が特許請求の範囲に準じるべきものである。さらに、本発明の特許請求の範囲の精神とその類似する変形に合致する実施形態がいずれも本発明の範囲に含まれるべきものであり、この技術に熟知する何れの者（当業者等）が本発明の分野において容易に考えられるあらゆる変形や修正も、本願の特許請求の範囲の範疇に含まれることはもちろんであることを付け加えておく。
【符号の説明】
【００４８】
Ｓｄｃ　直流入力電源
Ｓａｃ　三相交流出力電源
Ｖｐ　第１の直流電圧
Ｖｎ　第２の直流電圧

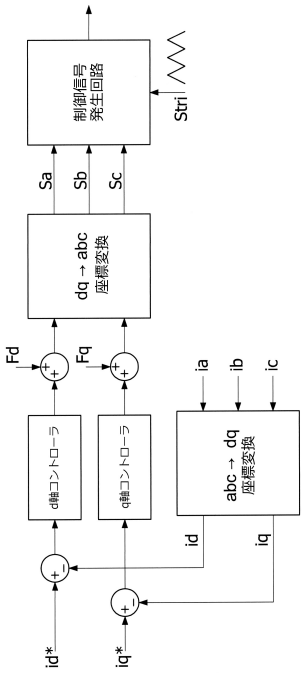
１０　入力コンデンサ群
１１　第１の変換回路
１２　第２の変換回路
１０１　第１のコンデンサ
１０２　第２のコンデンサ
１１１　第１のブリッジアーム
１１２　第２のブリッジアーム
１２３　第３のブリッジアーム
１２４　第４のブリッジアーム
２　制御回路
２０　制御信号発生回路
２０１　信号逆転ユニット
２０２　第１のノットゲートユニット
２０３　第２のノットゲートユニット
２０４　第１の比較ユニット
２０５　第２の比較ユニット
２１　第１の演算ユニット
２２　第２の演算ユニット
２３　バランス回路
２３１　第３の演算ユニット
２３２　比例積分制御ユニット
２４　第４の演算ユニット
２５　第５の演算ユニット
３０　出力フィルター回路
１１１Ｕ　第１の上アームスイッチングユニット
１１１Ｌ　第１の下アームスイッチングユニット
１１２Ｕ　第２の上アームスイッチングユニット
１１２Ｌ　第２の下アームスイッチングユニット
１２３Ｕ　第３の上アームスイッチングユニット
１２３Ｌ　第３の下アームスイッチングユニット
１２４Ｕ　第４の上アームスイッチングユニット
１２４Ｌ　第４の下アームスイッチングユニット
Ｌａ１　第１のインダクタ
Ｌｃ１　第２のインダクタ
Ｌａ２　第３のインダクタ
Ｌｃ２　第４のインダクタ
Ｃａ１　第１のコンデンサ
Ｃｃ１　第２のコンデンサ
Ｃａ２　第３のコンデンサ
Ｃｃ２　第４のコンデンサ
Ｐｏ　中性点
Ｐ１　第１の接続点
Ｐ２　第２の接続点
Ｐｔｈ１　第１の経路
Ｐｔｈ２　第２の経路
Ｐｔｈ３　第３の経路
Ｐｓ１　第１の直列経路
Ｐｓ２　第２の直列経路
Ｐｈ１　第１の相
Ｐｈ２　第２の相

Ｐｈ３　第３の相
Ｔ１１　（第１の直列経路の）第１端
Ｔ１２　（第１の直列経路の）第２端
Ｔ２１　（第２の直列経路の）第１端
Ｔ２２　（第２の直列経路の）第２端
Ｖａ　ａ相電圧
Ｖｂ　ｂ相電圧
Ｖｃ　ｃ相電圧
ｉａ　ａ相電流
ｉｂ　ｂ相電流
ｉｃ　ｃ相電流
Ｓａ　ａ相信号
Ｓｂ　ｂ相信号
Ｓｃ　ｃ相信号
Ｓａｂ　ａｂ相間信号
Ｓｃｂ　ｃｂ相間信号
Ｓａｂ’　ａｂ相間補正信号
Ｓｃｂ’　ｃｂ相間補正信号
Ｓｔｒｉ　三角搬送波信号
S_{A1}　第１の制御信号
S_{A2}　第２の制御信号
S_{A3}　第３の制御信号
S_{A4}　第４の制御信号
△Ｓｐｎ　電圧差信号
Ｌｐｓ　正の半サイクルのエネルギー蓄積ループ
Ｌｐｒ　正の半サイクルのエネルギー放出ループ
Ｌｎｓ　負の半サイクルのエネルギー蓄積ループ
Ｌｎｒ　負の半サイクルのエネルギー放出ループ
ｔ０～ｔ２　時間
Ｓ１０～Ｓ４０　工程
Ｃｐ１，Ｃｐ２　寄生容量
Ｉｃｐ１，Ｉｃｐ２　リーク電流

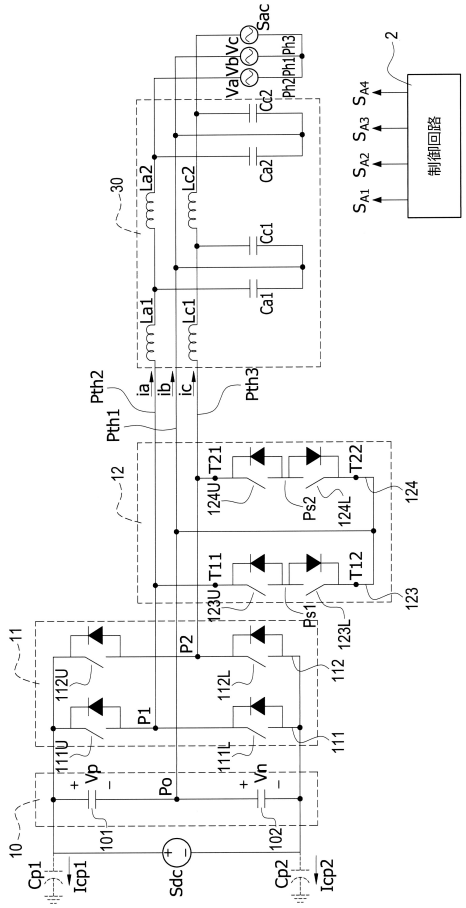
【図１】


Sac
VaVbVc
Cp2
L2a
L2b
L2c
Cp1
L1a
L1b
L1c
ia
ib
ic
Sc3
Sc4
Sb3
Sb4
Sa3
Sa4
Sc1
Sc2
Sb1
Sb2
Sa1
Sa2
C1
C2
Sdc

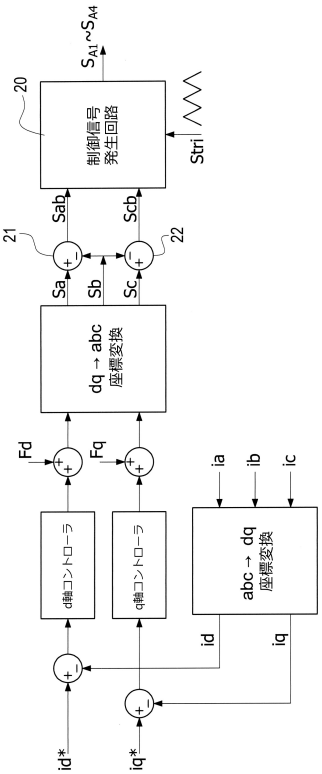
【図２】


制御信号
発生回路
Stri
Sa
Sb
Sc
dq → abc
座標変換
Fd
Fq
d軸コントローラ
q軸コントローラ
ia
ib
ic
abc → dq
座標変換
id
iq
id*
iq*

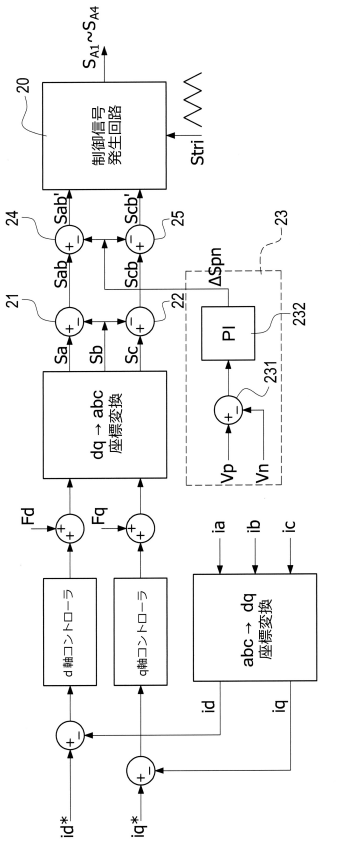
【図３】


Sac
VaVbVc
Cc2
Ph2Ph1Ph3
2
制御回路
SA1 SA2 SA3 SA4
30
La2
Lc2
Ca2
Cc1
Ca1
La1
Lc1
Pth2
Pth1
Pth3
ia
ib
ic
12
T21
T22
124U
124L
Ps2
124
T11
T12
123U
123L
Ps1
123
11
P2
112U
112L
112
P1
111U
111L
111
Vp
Vn
Po
101
102
10
Cp1
Icp1
Sdc
Cp2
Icp2

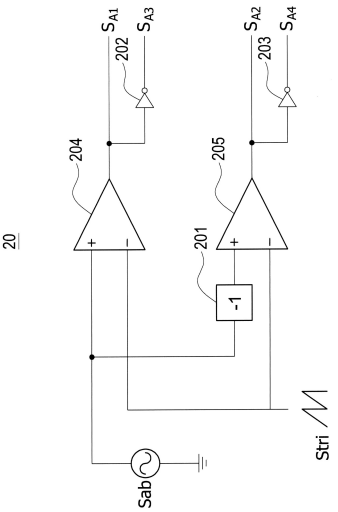
【図４Ａ】


SA1~SA4
20
制御信号
発生回路
Stri
Sab
Scb
21
22
Sa
Sb
Sc
dq → abc
座標変換
Fd
Fq
d軸コントローラ
q軸コントローラ
ia
ib
ic
abc → dq
座標変換
id
iq
id*
iq*

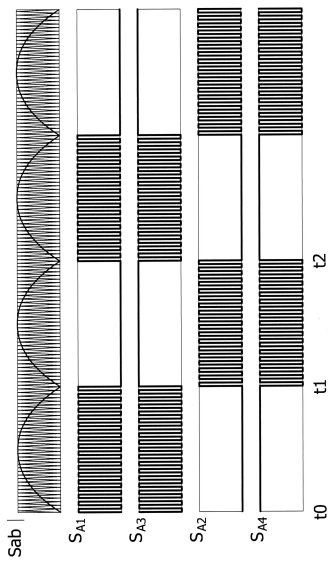
【図４Ｂ】


制御信号
発生回路
Stri
dq → abc
座標変換
PI
ΔSpn
Vp
Vn
Fd
Fq
d軸コントローラ
q軸コントローラ
abc → dq
座標変換
ia
ib
ic
id
iq
id*
iq*
Sab
Scb
Sa
Sb
Sc

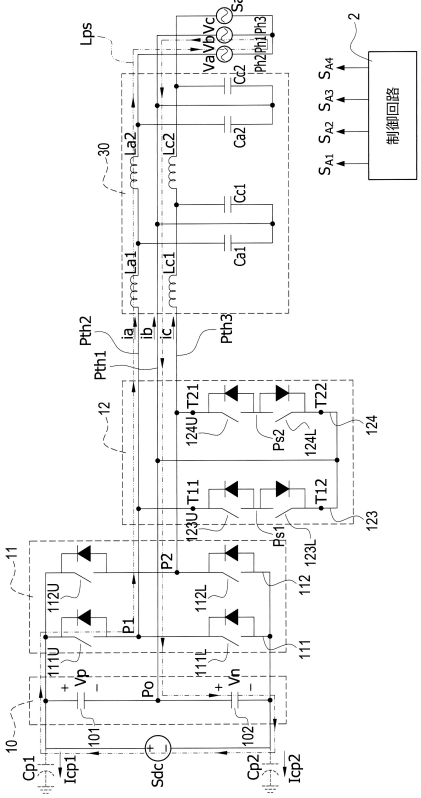
【図５】


20
204
205
201
202
203
-1
Sab
Stri

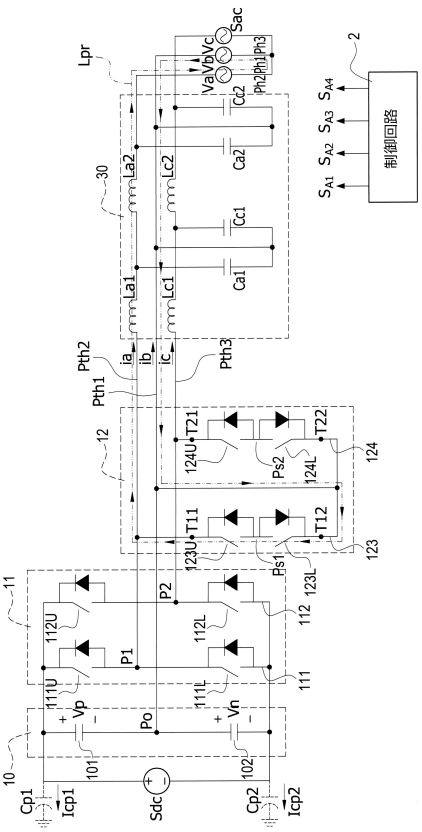
【図６】


Sab
t0
t1
t2

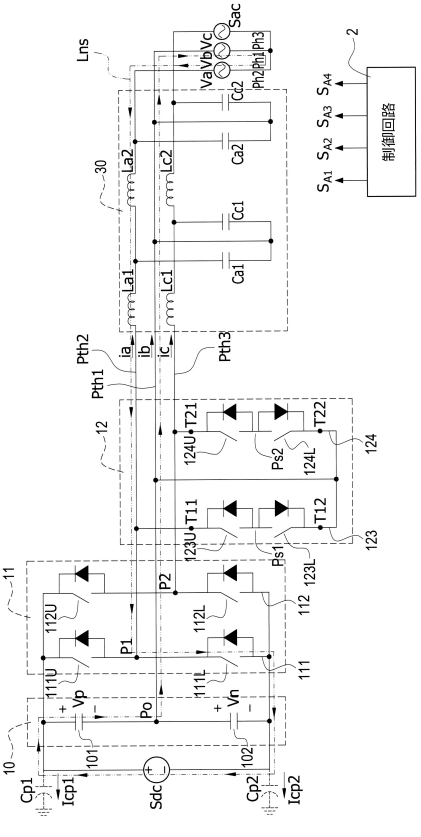
【図７Ａ】


制御回路
Lps
Sac
Va
Vb
Vc
Pth1
Pth2
Pth3
ia
ib
ic
Ca1
Ca2
Cc1
Cc2
La1
La2
Lc1
Lc2
T11
T12
T21
T22
Ps1
Ps2
P1
P2
Po
Vp
Vn
Sdc
Cp1
Cp2
Icp1
Icp2

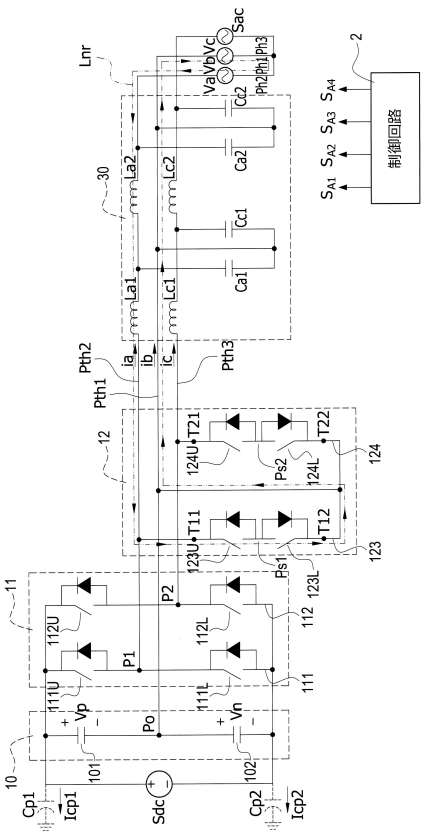
【図７Ｂ】



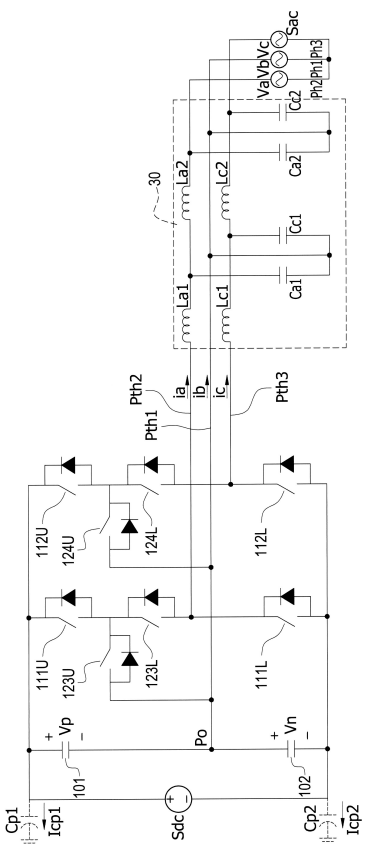
【図７Ｃ】



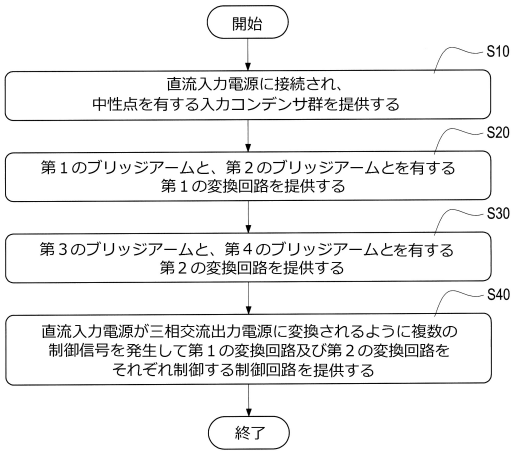
【図７Ｄ】



【図８】



【図９】


開始
S10
直流入力電源に接続され、
中性点を有する入力コンデンサ群を提供する
S20
第１のブリッジアームと、第２のブリッジアームとを有する
第１の変換回路を提供する
S30
第３のブリッジアームと、第４のブリッジアームとを有する
第２の変換回路を提供する
S40
直流入力電源が三相交流出力電源に変換されるように複数の
制御信号を発生して第１の変換回路及び第２の変換回路を
それぞれ制御する制御回路を提供する
終了

フロントページの続き

(72)発明者　辛　偉綸
台湾桃園縣中▲れき▼市中▲れき▼工業區東園路３號
(72)発明者　陳　弘毅
台湾桃園縣中▲れき▼市中▲れき▼工業區東園路３號

審査官　木村　励

(56)参考文献　米国特許出願公開第２０１４／００４９９９８（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１０－２７３４３８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－７７０６５（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第２６５１０２５（ＥＰ，Ａ１）
欧州特許出願公開第２１０７６７２（ＥＰ，Ａ１）
FUJITA,Hideaki、AMMA,Ryosuke , Photovoltaic Power Conversion Circuit Using a Symmetric Boost Converter for Low-Voltage Distribution Systems, IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) 2014, 米国, IEEE, ２０１４年　9月１４日, p.5607-5612

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｈ０２Ｍ　　７／４８