

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-93868

(P2010-93868A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)		
HO2M	7/5387	(2007.01)	HO2M	7/5387	Z	5H006		
HO2M	7/797	(2006.01)	HO2M	7/797		5H007		
HO2M	7/12	(2006.01)	HO2M	7/12	601A			

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2008-258191 (P2008-258191)  
 (22) 出願日 平成20年10月3日(2008.10.3)

(71) 出願人 000006781  
 ヤンマー株式会社  
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号  
 (74) 代理人 100075502  
 弁理士 倉内 義朗  
 (72) 発明者 茂木 進一  
 大阪市北区茶屋町1番32号 ヤンマー株式会社内  
 Fターム(参考) 5H006 BB01 BB05 CA01 CB01 CB08  
 DB07  
 5H007 BB01 BB06 BB07 CA01 CB01  
 CB02 CB05 DB13

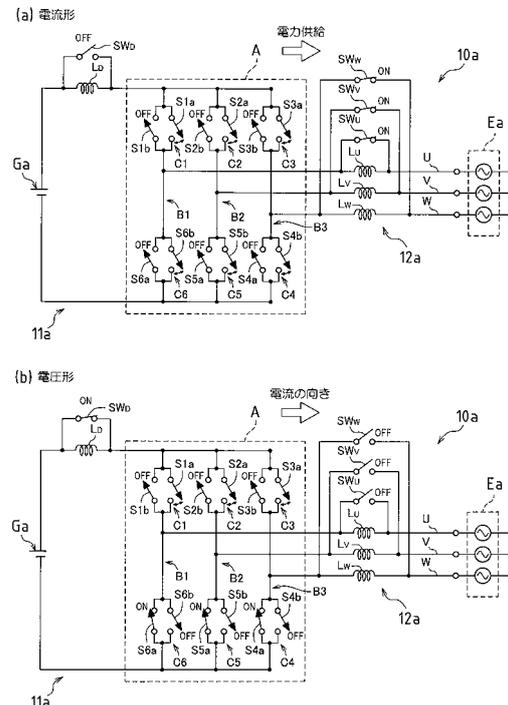
(54) 【発明の名称】 双方向電力変換器

(57) 【要約】

【課題】電圧形と電流形との使い分けができ、これにより利便性を向上させることが可能な双方向電力変換器を提供する。

【解決手段】マトリクスコンバータAによって交流-直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器10aにおいて、直流電源Gaのプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方に直流側インダクタLDを設け、交流ラインの各相U, V, Wに交流側インダクタLU, LV, LWを設け、直流側インダクタLDと並列に直流側スイッチSWDを設け、交流側インダクタLU, LV, LWと並列にそれぞれ交流側スイッチSWU, SWV, SWWを設け、電流形として使用する場合、直流側スイッチSWDをオフとし、交流側スイッチSWU, SWV, SWWを全てオンとし、電圧形として使用する場合、直流側スイッチSWDをオンとし、交流側スイッチSWU, SWV, SWWを全てオフとする。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの 1 対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流 - 直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、

直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方に直流側インダクタを設け、

交流ラインの各相或いは単相の場合は各相若しくは何れか一相に交流側インダクタを設け、

前記直流側インダクタと並列に直流側スイッチを設け、

前記交流側インダクタと並列にそれぞれ交流側スイッチを設け、

電流形として使用する場合、前記直流側インダクタと並列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとし、

電圧形として使用する場合、前記直流側インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

10

**【請求項 2】**

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの 1 対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流 - 直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、

直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方にインダクタを設け、

交流ラインの各相間にキャパシタを設けるか、または前記交流ラインの各相に Y 結線されたキャパシタを設け、

前記インダクタと並列に直流側スイッチを設け、

前記キャパシタと直列にそれぞれ交流側スイッチを設け、

電流形として使用する場合、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとし、

電圧形として使用する場合、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

20

30

**【請求項 3】**

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの 1 対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流 - 直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、

直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方に直流側インダクタを設け、

前記直流側インダクタと前記マトリクスコンバータとの間に、キャパシタと直流側スイッチよりなる直列回路を前記直流電源と並列に設け、

交流ラインの各相或いは単相の場合は各相若しくは何れか一相に交流側インダクタを設け、

前記交流側インダクタと並列にそれぞれ交流側スイッチを設け、

電流形として使用する場合、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとし、

電圧形として使用する場合、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

40

**【請求項 4】**

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの 1 対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流 - 直流間で相互に電力変

50

換を行う双方向電力変換器において、

直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方にインダクタを設け、

前記インダクタと前記マトリクスコンバータとの間に、直流側キャパシタと直流側スイッチよりなる直列回路を前記直流電源と並列に設け、

交流ラインの各相間に交流側キャパシタと交流側スイッチよりなる直列回路を設けるか、または前記交流ラインの各相に Y 結線された交流側キャパシタと交流側スイッチよりなる直列回路を設け、

電流形として使用する場合、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとし、

電圧形として使用する場合、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の双方向電力変換器において、

電流形として使用する場合、直流側から交流側への電力供給を行うときは、

前記マトリクスコンバータの各相の上アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの各相の下アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングすることを特徴とする双方向電力変換器。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の双方向電力変換器において、

電流形として使用する場合、交流側から直流側への電力供給を行うときは、

前記マトリクスコンバータの各相の上アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの各相の下アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングすることを特徴とする双方向電力変換器。

【請求項 7】

請求項 1 から 4 の何れか一つに記載の双方向電力変換器において、

電圧形として使用する場合、前記交流ラインのそれぞれ各相に流れる電流の向きに関して、

直流側から交流側に向かう方向のときは、前記マトリクスコンバータの当該相の上アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの当該相の下アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オンとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、

交流側から直流側に向かう方向のときは、前記マトリクスコンバータの当該相の下アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの当該相の上アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オンとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

交流 - 直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

直流から交流或いは交流から直流へ電力を変換する電力変換器としては、電圧形のもの  
と電流形のものとは知られている。このような電力変換器を用いたシステムを構築するに  
あたって、電圧形の電力変換器または電流形の電力変換器のどちらを選択するかは、通常  
、直流側の電圧と交流側の電圧との大小関係で決定される。すなわち、直流側の電圧に比  
べて交流側の電圧が大きい場合には、電力変換器を電流形のものとし、直流側の電圧に比  
べて交流側の電圧が小さい場合には、電力変換器を電圧形のものとする。

【0003】

ところで、従来、交流 - 直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器として、マト  
リクスコンバータを備えたものがある。

【0004】

例えば、下記特許文献1には、各相の上下アームを、それぞれ、導通方向が互いに逆向  
きの1対のスイッチよりなる双方向スイッチとしたマトリクスコンバータを備え、このマ  
トリクスコンバータによって直流電源と交流機器との間で相互に電力を変換する双方向  
電力変換器が開示されている。

【特許文献1】特開2005-348544号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来の双方向電力変換器では、交流 - 直流間で相互に電力変換を行う利  
点があるものの、電圧形であれば電圧形のみ構成を、また、電流形であれば電流形のみ  
の構成をとり、一つの双方向電力変換器で電圧形と電流形との使い分けがなされてい  
ないのが実情である。例えば、特許文献1に記載の双方向電力変換器は、電圧形のみ  
構成のものである。

【0006】

このため、例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が大きい（或いは小さい）場  
合において、電圧形（或いは電流形）の双方向電力変換器を用いるときには、直流側  
の電圧を交流側の電圧よりも昇圧（或いは降圧）した上で電圧形（或いは電流形）  
の双方向電力変換器に入力する必要があり、利便性に欠ける。

【0007】

そこで、本発明は、電圧形と電流形との使い分けができ、これにより利便性を向上  
させることが可能な双方向電力変換器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、前記課題を解決するため、次の第1態様から第4態様の双方向電力変換器  
を提供する。

【0009】

(1) 第1態様の双方向電力変換器

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの1対のスイッチより  
なる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流 - 直流間で相互に  
電力変換を行う双方向電力変換器において、直流側に接続される直流電源のプラス端  
子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方に直流側インダクタを設け、交  
流ラインの各相或いは単相の場合は各相若しくは何れか一相に交流側インダクタを  
設け、前記直流側インダクタと並列に直流側スイッチを設け、前記交流側インダク  
タと並列にそれぞれ交流側スイッチを設け、電流形として使用する場合、前記直  
流側インダクタと並列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダ  
クタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとし、電圧形として使用する場合、  
前記直流側インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流  
側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双  
方向電力変換器。

【0010】

本発明に係る第1態様の双方向電力変換器では、前記直流側インダクタと並列な前記直

10

20

30

40

50

流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとするときには、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「直流側インダクタ」「マトリクスコンバータ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0011】

また、前記直流側インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとするときには、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「マトリクスコンバータ」「交流側インダクタ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0012】

このように、本発明に係る第1態様の双方向電力変換器によれば、一つの双方向電力変換器を電流形、電圧形のいずれでも使用することが可能となり、これにより利便性の向上を図ることができる。

【0013】

本発明に係る第1態様の双方向電力変換器は、例えば、系統連系用インバータとして好適に用いることができる。

【0014】

(2)第2態様の双方向電力変換器

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの1対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流-直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方にインダクタを設け、交流ラインの各相間にキャパシタを設けるか、または前記交流ラインの各相にY結線されたキャパシタを設け、前記インダクタと並列に直流側スイッチを設け、前記キャパシタと直列にそれぞれ交流側スイッチを設け、電流形として使用する場合、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとし、電圧形として使用する場合、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

【0015】

本発明に係る第2態様の双方向電力変換器では、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとするときには、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「インダクタ」「マトリクスコンバータ」「キャパシタ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0016】

また、前記インダクタと並列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとするときには、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「マトリクスコンバータ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0017】

このように、本発明に係る第2態様の双方向電力変換器によれば、一つの双方向電力変換器を電流形、電圧形のいずれでも使用することが可能となり、これにより利便性の向上を図ることができる。

【0018】

本発明に係る第2態様の双方向電力変換器は、直流から交流へ電力を変換するときは、例えば、モータ駆動用インバータとして、また、交流から直流へ電力を変換するときは、例えば、発電機整流用コンバータとして好適に用いることができる。

【0019】

(3)第3態様の双方向電力変換器

10

20

30

40

50

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの1対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流-直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方に直流側インダクタを設け、前記直流側インダクタと前記マトリクスコンバータとの間に、キャパシタと直流側スイッチよりなる直列回路を前記直流電源と並列に設け、交流ラインの各相或いは単相の場合は各相若しくは何れか一相に交流側インダクタを設け、前記交流側インダクタと並列にそれぞれ交流側スイッチを設け、電流形として使用する場合、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとし、電圧形として使用する場合、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

10

**【0020】**

本発明に係る第3態様の双方向電力変換器では、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオンとするときには、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「直流側インダクタ」「マトリクスコンバータ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

**【0021】**

また、前記キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側インダクタと並列な前記交流側スイッチを全てオフとするときには、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「直流側インダクタ」「キャパシタ」「マトリクスコンバータ」「交流側インダクタ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

20

**【0022】**

このように、本発明に係る第3態様の双方向電力変換器によれば、一つの双方向電力変換器を電流形、電圧形のいずれでも使用することが可能となり、これにより利便性の向上を図ることができる。

**【0023】**

本発明に係る第3態様の双方向電力変換器は、例えば、系統連系用インバータとして好適に用いることができる。

30

**【0024】****(4) 第4態様の双方向電力変換器**

各相の上下アームとして、それぞれ、導通方向が互いに逆向きの1対のスイッチよりなる双方向スイッチを使用するマトリクスコンバータによって交流-直流間で相互に電力変換を行う双方向電力変換器において、直流側に接続される直流電源のプラス端子側およびマイナス端子側の両方またはこれらの一方にインダクタを設け、前記インダクタと前記マトリクスコンバータとの間に、直流側キャパシタと直流側スイッチよりなる直列回路を前記直流電源と並列に設け、交流ラインの各相間に交流側キャパシタと交流側スイッチよりなる直列回路を設けるか、または前記交流ラインの各相にY結線された交流側キャパシタと交流側スイッチよりなる直列回路を設け、電流形として使用する場合、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとし、電圧形として使用する場合、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとすることを特徴とする双方向電力変換器。

40

**【0025】**

本発明に係る第4態様の双方向電力変換器では、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオフとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオンとするときには、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「インダクタ」「マトリクスコンバータ」「交流側キャパシタ」「

50

交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0026】

また、前記直流側キャパシタと直列な前記直流側スイッチをオンとし、かつ、前記交流側キャパシタと直列な前記交流側スイッチを全てオフとするときには、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源」「インダクタ」「直流側キャパシタ」「マトリクスコンバータ」「交流側負荷」の回路構成を実現することが可能となる。

【0027】

このように、本発明に係る第4態様の双方向電力変換器によれば、一つの双方向電力変換器を電流形、電圧形のいずれでも使用することが可能となり、これにより利便性の向上を図ることができる。

10

【0028】

本発明に係る第4態様の双方向電力変換器は、直流から交流へ電力を変換するときは、例えば、モータ駆動用インバータとして、また、交流から直流へ電力を変換するときは、例えば、発電機整流用コンバータとして好適に用いることができる。

【0029】

本発明に係る第1態様から第4態様の双方向電力変換器において、電流形として使用する場合、直流側から交流側への電力供給を行うときは、前記マトリクスコンバータの各相の上アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの各相の下アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングする態様を例示できる。かかるスイッチング制御により、電流形として使用する場合において直流側から交流側への電力供給を良好に行うことができる。

20

【0030】

本発明に係る第1態様から第4態様の双方向電力変換器において、電流形として使用する場合、交流側から直流側への電力供給を行うときは、前記マトリクスコンバータの各相の上アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの各相の下アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングする態様を例示できる。かかるスイッチング制御により、電流形として使用する場合において交流側から直流側への電力供給を良好に行うことができる。

30

【0031】

本発明に係る第1態様から第4態様の双方向電力変換器において、電圧形として使用する場合、前記交流ラインのそれぞれ各相に流れる電流の向きに関して、直流側から交流側に向かう方向のときは、前記マトリクスコンバータの当該相の上アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの当該相の下アームを構成するスイッチのうち、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オンとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オフとし、交流側から直流側に向かう方向のときは、前記マトリクスコンバータの当該相の下アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチをスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとし、かつ、前記マトリクスコンバータの当該相の上アームを構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチを常時オンとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチを常時オフとする態様を例示できる。かかるスイッチング制御により、電圧形として使用する場合において双方向での電力変換を良好に行うことができる。

40

【発明の効果】

【0032】

50

以上説明したように、本発明によると、電圧形と電流形との使い分けができ、これにより利便性を向上させることが可能な双方向電力変換器を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施の形態は、本発明を具体化した一例であって、本発明の技術的範囲を限定する性格のものではない。

【0034】

(第1実施形態)

先ず、本発明の第1実施形態に係る双方向電力変換器を系統連系用インバータとして用いる場合を例にとって説明する。

【0035】

図1は、第1実施形態に係る双方向電力変換器10aの概略構成を示す回路図である。図1に示す双方向電力変換器10aは、マトリクスコンバータAと、該マトリクスコンバータAの直流側回路11aと、該マトリクスコンバータAの交流側回路12aと、該双方向電力変換器10a全体の制御を司る制御部13aとを備えている。

【0036】

マトリクスコンバータAは、本実施の形態では、三相のものとされており、アーム対B1, B2, B3が三対並列に接続されている。

【0037】

アーム対B1, B2, B3は、それぞれ、上アームC1, C2, C3および下アームC6, C5, C4が直列に接続されている。

【0038】

上アームC1, C2, C3および下アームC6, C5, C4は、いずれも、双方向スイッチより成っている。双方向スイッチC1, C2, C3, C4, C5, C6は、それぞれ、導通方向を互いに逆向きにして並列接続した1対のスイッチ(S1a, S1b), (S2a, S2b), (S3a, S3b), (S4a, S4b), (S5a, S5b), (S6a, S6b)より成るものである。各スイッチS1a~S6a, S1b~S6bは、ここでは、逆阻止形のIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)とされている。

【0039】

なお、本明細書でいう上下アームのうち、上アームとは、直流電源のプラス端子側に接続されるアーム群(図1ではC1, C2, C3)を指し、下アームとは直流電源のマイナス端子側に接続されるアーム群(図1ではC6, C5, C4)を指す。

【0040】

マトリクスコンバータAの上アームC1, C2, C3および下アームC6, C5, C4は、制御部13aによって、通電状態(オン状態)と、非通電状態(オフ状態)との切替制御(スイッチング制御)が行われるようになっており、制御部13aの出力系に接続されている。

【0041】

マトリクスコンバータAの直流側回路11aは、入力側に直流電源Gaが接続され且つ出力側にマトリクスコンバータAが接続されている。直流電源Gaは、所望の直流出力が得られるものであれば、いずれのものでもよい。この直流電源Gaとしては、それには限定されないが、例えば、太陽電池、燃料電池、エンジンと発電機と整流器とを組み合わせたもの等を挙げることができる。

【0042】

直流側回路11aは、直流電源Gaのプラス端子側およびマイナス端子側のうちの何れか少なくとも一方(ここではプラス端子側)に、その接続ラインに対して直列に接続された直流側インダクタL<sub>D</sub>が設けられている。

【0043】

そして、直流側インダクタL<sub>D</sub>が設けられた接続ラインには、直流側インダクタL<sub>D</sub>と並

10

20

30

40

50

列に接続された直流側スイッチ  $SW_D$  が設けられている。この直流側スイッチ  $SW_D$  は、ここでは、リレースイッチとされている。直流側スイッチ  $SW_D$  は、制御部 13 a によって、スイッチング（オン/オフ）制御が行われるようになっており、制御部 13 a の出力系に接続されている。

【0044】

マトリクスコンバータ A の交流側回路 12 a には、各アーム対 B 1, B 2, B 3 の各アーム対 B 1, B 2, B 3 の上アーム C 1, C 2, C 3 と下アーム C 6, C 5, C 4 との間において、それぞれ、U 相、V 相、W 相の三相ライン U, V, W を介して交流側負荷（ここでは三相系統）E a が接続されている。U 相、V 相、W 相の各ライン U, V, W には、それぞれ、該各ライン U, V, W に対して直列接続された交流側インダクタ  $L_U, L_V, L_W$  が設けられている。

10

【0045】

そして、各ライン U, V, W には、それぞれ、交流側インダクタ  $L_U, L_V, L_W$  と並列にそれぞれ接続された交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  が設けられている。この交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  は、ここでは、リレースイッチとされている。交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  は、制御部 13 a によって、スイッチング（オン/オフ）制御が行われるようになっており、制御部 13 a の出力系に接続されている。

【0046】

なお、図示していないが、U 相、V 相、W 相の各ライン U, V, W において、交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  に並列接続されたインダクタ  $L_U, L_V, L_W$  と負荷 E a との間に、それぞれ、該各ライン U, V, W に対して並列接続されたキャパシタと該各ライン U, V, W に対して該キャパシタよりも負荷側に直列接続されたインダクタとから成るフィルタを 1 または複数設けることもできる。後述する図 5 の第 3 実施形態の交流側回路 12 a についても同様である。

20

【0047】

かかる構成を備えた双方向電力変換器 10 a では、制御部 13 a によるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  への制御が行われることによって、電力変換器 10 a を電圧形のものとするか或いは電流形のものとするかが適宜選択された状態で交流 - 直流間で相互に電力変換を行えるようになっている。

30

【0048】

詳しくは、制御部 13 a は、CPU (Central Processing Unit) 14 と、記憶部 15 とを備えている。記憶部 15 は、ROM (Read Only Memory) 15 1 および RAM (Random Access Memory) 15 2 を含み、各種制御プログラムや必要な関数およびテーブルを記憶するようになっている。

【0049】

制御部 13 a は、CPU 14 によって、スイッチング制御プログラムを記憶部 15 から読み出し、該読み出したスイッチング制御プログラムを実行することで、マトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  のスイッチング制御を行うように構成されている。かかる構成は、後述する第 2 実施形態から第 4 実施形態の制御部 13 b ~ 13 d についても同様である。

40

【0050】

図 2 は、第 1 実施形態の双方向電力変換器 10 a におけるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  のスイッチング制御状態を示す図であって、図 2 (a) は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示しており、図 2 (b) は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示している。なお、図 2 において、制御部 13 a は図示を省略している。後述する図 4、図 6 および図 8 についても同様である。

【0051】

第 1 実施形態の双方向電力変換器 10 a では、制御部 13 a は、入力系から入力された

50

指示信号（例えば、電流形か電圧形かを選択的に切り換える図示しない切換スイッチ等の切換手段からの指示信号）に基づき、電流形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が大きい場合）には、直流側インダクタ $L_D$ と並列な直流側スイッチ $SW_D$ をオフとし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオンとする（図2（a）参照）。

【0052】

一方、電圧形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が小さい場合）には、直流側インダクタ $L_D$ と並列な直流側スイッチ $SW_D$ をオンとし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオフとする（図2（b）参照）。

【0053】

なお、制御部10aによらず、前記切換手段への直接的な人為操作によって電流形か電圧形かの切り換えを行ってもよい。また、制御部10aは、人為操作によらず、前記切換手段の電流形か電圧形かの切り換えを直流側および交流側にそれぞれ設けた電圧センサからの検出信号に基づき自動的に行ってもよい。これらのことは、後述する第2から第4実施形態の双方向電力変換器10b～10dについても同様である。

【0054】

以上説明した第1実施形態の双方向電力変換器10aでは、図2（a）に示すように、直流側インダクタ $L_D$ と並列な直流側スイッチ $SW_D$ をオフ（直流側インダクタ $L_D$ に電流が通過する状態）とし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオン（交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ に電流が通過しない状態）とすることで、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源Ga」「直流側インダクタ $L_D$ 」「マトリクスコンバータA」「交流側系統Ea」の回路構成を実現することが可能となる。

【0055】

また、図2（b）に示すように、直流側インダクタ $L_D$ と並列な直流側スイッチ $SW_D$ をオン（直流側インダクタ $L_D$ に電流が通過しない状態）とし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオフ（交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ に電流が通過する状態）とすることで、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源Ga」「マトリクスコンバータA」「交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ 」「交流側系統Ea」の回路構成を実現することが可能となる。

【0056】

このように、第1実施形態の双方向電力変換器10aによれば、一つの双方向電力変換器10aで電流形と電圧形との使い分けが可能となり、これにより、システム設計の際に直流側の電圧と交流側の電圧との大小関係を意識にすることなく（例えば、直流側の電圧を昇圧或いは降圧するといった回路を設けることなく）容易に利用することができる。

【0057】

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態に係る双方向電力変換器について、直流から交流へ電力を変換するときは、モータ駆動用インバータとして、また、交流から直流へ電力を変換するときは、発電機整流用コンバータとして用いる場合を例にとって説明する。

【0058】

図3は、第2実施形態に係る双方向電力変換器10bの概略構成を示す回路図である。図3に示す双方向電力変換器10bは、マトリクスコンバータAと、該マトリクスコンバータAの直流側回路11aと、該マトリクスコンバータAの交流側回路12bと、該双方向電力変換器10b全体の制御を司る制御部13bとを備えている。

【0059】

以下、第2実施形態の双方向電力変換器10bについて、前記第1実施形態の双方向電力変換器10aとは異なる点を中心に説明する。なお、図3において、前記第1実施形態

10

20

30

40

50

の双方向電力変換器 10 a の構成要素と同様の構成要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0060】

マトリクスコンバータ A の直流側回路 11 a は、入力側に直流電源 G b が接続され且つ出力側にマトリクスコンバータ A が接続されている。直流電源 G b は、ここでは、充電可能な二次電池（蓄電池）やキャパシタなどである。

【0061】

マトリクスコンバータ A の交流側回路 12 b には、各アーム対 B 1, B 2, B 3 の各上下アーム間において、それぞれ、U 相、V 相、W 相の三相ライン U, V, W を介して交流側負荷（ここでは駆動源および発電機として作用する三相交流モータ）E b が接続されている。U 相、V 相、W 相の各ライン U, V, W には、第 1 実施形態の交流側インダクタ  $L_U, L_V, L_W$  およびスイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  に代えて、それぞれ、該各ライン U, V, W に対して並列接続された（Y 結線された）、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  とからなる直列回路が設けられている。

10

【0062】

なお、図示していないが、U 相、V 相、W 相の各ライン U, V, W において、交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  に直列接続されたキャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と負荷 E b との間に、それぞれ、該各ライン U, V, W に対して直列接続されたインダクタと該各ライン U, V, W に対して該インダクタよりも負荷側に並列接続されたキャパシタとから成るフィルタを 1 または複数設けることもできる。後述する図 7 の第 4 実施形態の交流側回路 12 b についても同様である。

20

【0063】

かかる構成を備えた双方向電力変換器 10 b では、制御部 13 b によるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  への制御が行われることによって、電力変換器 10 b を電圧形のものとするか或いは電流形のものとするかが適宜選択された状態で交流 - 直流間で相互に電力変換を行えるようになっている。

【0064】

図 4 は、第 2 実施形態の双方向電力変換器 10 b におけるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  のスイッチング制御状態を示す図であって、図 4 ( a ) は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示しており、図 4 ( b ) は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示している。

30

【0065】

第 2 実施形態の双方向電力変換器 10 b では、制御部 13 b は、電流形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が大きい場合）には、直流側インダクタ  $L_D$  と並列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオフとし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオンとする（図 4 ( a ) 参照）。

【0066】

一方、電圧形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が小さい場合）には、直流側インダクタ  $L_D$  と並列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオンとし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオフとする（図 4 ( b ) 参照）。

40

【0067】

以上説明した第 2 実施形態の双方向電力変換器 10 b では、図 4 ( a ) に示すように、直流側インダクタ  $L_D$  と並列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオフ（直流側インダクタ  $L_D$  に電流が通過する状態）とし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオン（交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  に電流が通過する状態）とすることで、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源 G b」、「直流側インダクタ  $L_D$ 」、「マトリクスコンバータ A」、「交流側キャパ

50

シタ  $C_U, C_V, C_W$  「交流側モータ E b」の回路構成を実現することが可能となる。

【0068】

また、図4(b)に示すように、直流側インダクタ  $L_D$  と並列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオン（直流側インダクタ  $L_D$  に電流が通過しない状態）とし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオフ（交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  に電流が通過しない状態）とすることで、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源 G b」 「マトリクスコンバータ A」 「交流側モータ E b」の回路構成を実現することが可能となる。

【0069】

このように、第2実施形態の双方向電力変換器 10 b によれば、一つの双方向電力変換器 10 b で電流形と電圧形との使い分けが可能となり、これにより、システム設計の際に直流側の電圧と交流側の電圧との大小関係を意識にすることなく（例えば、直流側の電圧を昇圧或いは降圧するといった回路を設けることなく）容易に利用することができる。

【0070】

（第3実施形態）

次に、本発明の第3実施形態に係る双方向電力変換器を系統連系用インバータとして用いる場合を例にとって説明する。

【0071】

図5は、第3実施形態に係る双方向電力変換器 10 c の概略構成を示す回路図である。図5に示す双方向電力変換器 10 c は、マトリクスコンバータ A と、該マトリクスコンバータ A の直流側回路 11 b と、該マトリクスコンバータ A の交流側回路 12 a と、該双方向電力変換器 10 c 全体の制御を司る制御部 13 c とを備えている。

【0072】

以下、第3実施形態の双方向電力変換器 10 c について、前記第1実施形態の双方向電力変換器 10 a とは異なる点を中心に説明する。なお、図5において、前記第1実施形態の双方向電力変換器 10 a の構成要素と同様の構成要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0073】

マトリクスコンバータ A の直流側回路 11 b は、入力側に直流電源 G a が接続され且つ出力側にマトリクスコンバータ A が接続されている。

【0074】

直流側回路 11 b は、直流電源 G a のプラス端子側およびマイナス端子側のうちの何れか少なくともの一方（ここではプラス端子側）に、その接続ラインに対して直列に接続された直流側インダクタ  $L_D$  が設けられている。

【0075】

また、直流側インダクタ  $L_D$  とマトリクスコンバータ A との間に、直流電源 G a と並列に接続された直列回路 F が設けられている。直列回路 F は、直流側キャパシタ  $C_D$  と直流側スイッチ  $SW_D$  とを直列接続したものである。

【0076】

かかる構成を備えた双方向電力変換器 10 c では、制御部 13 c によるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  への制御が行われることによって、電力変換器 10 c を電圧形のものとするか或いは電流形のものとするかが適宜選択された状態で交流 - 直流間で相互に電力変換を行えるようになっている。

【0077】

図6は、第3実施形態の双方向電力変換器 10 c におけるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  のスイッチング制御状態を示す図であって、図6(a)は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示しており、図6(b)は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 8 】

第3実施形態に係る双方向電力変換器10cでは、制御部13cは、電流形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が大きい場合）には、直流側キャパシタ $C_D$ と直列な直流側スイッチ $SW_D$ をオフとし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオンとする（図6（a）参照）。

## 【 0 0 7 9 】

一方、電圧形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が小さい場合）には、直流側キャパシタ $C_D$ と直列な直流側スイッチ $SW_D$ をオンとし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオフとする（図6（b）参照）。

10

## 【 0 0 8 0 】

以上説明した第3実施形態の双方向電力変換器10cでは、図6（a）に示すように、直流側キャパシタ $C_D$ と直列な直流側スイッチ $SW_D$ をオフ（直流側キャパシタ $C_D$ に電流が通過しない状態）とし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオン（交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ に電流が通過しない状態）とすることで、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源Ga」「直流側インダクタ $L_D$ 」「マトリクスコンバータA」「交流側系統Ea」の回路構成を実現することが可能となる。

## 【 0 0 8 1 】

また、図6（b）に示すように、直流側キャパシタ $C_D$ と直列な直流側スイッチ $SW_D$ をオン（直流側キャパシタ $C_D$ に電流が通過する状態）とし、かつ、交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ と並列な交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ を全てオフ（交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ に電流が通過する状態）とすることで、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源Ga」「直流側インダクタ $L_D$ 」「直流側キャパシタ $C_D$ 」「マトリクスコンバータA」「交流側インダクタ $L_U, L_V, L_W$ 」「交流側系統Ea」の回路構成を実現することが可能となる。

20

## 【 0 0 8 2 】

このように、第3実施形態の双方向電力変換器10cによれば、第1および第2実施形態と同様、一つの双方向電力変換器10cで電流形と電圧形との使い分けが可能となる。

## 【 0 0 8 3 】

（第4実施形態）

次に、本発明の第4実施形態に係る双方向電力変換器について、直流から交流へ電力を変換するときは、モータ駆動用インバータとして、また、交流から直流へ電力を変換するときは、発電機整流用コンバータとして用いる場合を例にとって説明する。

30

## 【 0 0 8 4 】

図7は、第4実施形態に係る双方向電力変換器10dの概略構成を示す回路図である。図7に示す双方向電力変換器10dは、マトリクスコンバータAと、該マトリクスコンバータAの直流側回路11bと、該マトリクスコンバータAの交流側回路12bと、該双方向電力変換器10d全体の制御を司る制御部13dとを備えている。

## 【 0 0 8 5 】

以下、第4実施形態の双方向電力変換器10dについて、前記第2実施形態の双方向電力変換器10bとは異なる点を中心に説明する。なお、図7において、前記第2実施形態の双方向電力変換器10bの構成要素と同様の構成要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

40

## 【 0 0 8 6 】

マトリクスコンバータAの直流側回路11bは、入力側に直流電源Gbが接続され且つ出力側にマトリクスコンバータAが接続されている。

## 【 0 0 8 7 】

直流側回路11bは、直流電源Gbのプラス端子側およびマイナス端子側のうちの何れか少なくともの一方（ここではプラス端子側）に、その接続ラインに対して直列に接続さ

50

れた直流側インダクタ  $L_D$  が設けられている。

【0088】

また、直流側インダクタ  $L_D$  とマトリクスコンバータ A との間に、直流電源  $G_b$  と並列に接続された直列回路 F が設けられている。直列回路 F は、直流側キャパシタ  $C_D$  と直流側スイッチ  $SW_D$  とを直列接続したものである。

【0089】

かかる構成を備えた双方向電力変換器 10 d では、制御部 13 d によるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  への制御が行われることによって、電力変換器 10 d を電圧形のものとするか或いは電流形のものとするかが適宜選択された状態で交流 - 直流間で相互に電力変換を行えるようになっている。

10

【0090】

図 8 は、第 4 実施形態の双方向電力変換器 10 d におけるマトリクスコンバータ A の各アーム並びに直流側スイッチ  $SW_D$  および交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  のスイッチング制御状態を示す図であって、図 8 ( a ) は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示しており、図 8 ( b ) は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示している。

【0091】

第 4 実施形態の双方向電力変換器 10 d では、制御部 13 d は、電流形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が大きい場合）には、直流側キャパシタ  $C_D$  と直列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオフとし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオンとする（図 8 ( a ) 参照）。

20

【0092】

一方、電圧形として使用する場合（例えば、直流側の電圧に比べて交流側の電圧が小さい場合）には、直流側キャパシタ  $C_D$  と直列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオンとし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオフとする（図 8 ( b ) 参照）。

【0093】

以上説明した第 4 実施形態の双方向電力変換器 10 d では、図 8 ( a ) に示すように、直流側キャパシタ  $C_D$  と直列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオフ（直流側キャパシタ  $C_D$  に電流が通過しない状態）とし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオン（交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  に電流が通過する状態）とすることで、電流形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源  $G_b$ 」「直流側インダクタ  $L_D$ 」「マトリクスコンバータ A」「交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$ 」「交流側モータ  $E_b$ 」の回路構成を実現することが可能となる。

30

【0094】

また、図 8 ( b ) に示すように、直流側キャパシタ  $C_D$  と直列な直流側スイッチ  $SW_D$  をオン（直流側キャパシタ  $C_D$  に電流が通過する状態）とし、かつ、交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  と直列な交流側スイッチ  $SW_U, SW_V, SW_W$  を全てオフ（交流側キャパシタ  $C_U, C_V, C_W$  に電流が通過しない状態）とすることで、電圧形として構成すべき回路構成、すなわち直流側から交流側へ「直流電源  $G_b$ 」「直流側インダクタ  $L_D$ 」「直流側キャパシタ  $C_D$ 」「マトリクスコンバータ A」「交流側モータ  $E_b$ 」の回路構成を実現することが可能となる。

40

【0095】

このように、第 4 実施形態の双方向電力変換器 10 d によれば、第 1 から第 3 実施形態と同様、一つの双方向電力変換器 10 d で電流形と電圧形との使い分けが可能となる。

【0096】

次に、第 1 実施形態から第 4 実施形態の双方向電力変換器 10 a ~ 10 d において、電流形とした場合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動作、および電圧形とした場

50

合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動作について、図 2、図 4、図 6 および図 8 を参照しながら以下に説明する。

【 0 0 9 7 】

[ 電流形として使用する場合 ]

図 2 ( a ) および図 6 ( a ) は、直流側から交流側への電力供給を行う場合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動作を示している。また、図 4 ( a ) および図 8 ( a ) は、交流側から直流側への電力供給を行う場合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動作を示している。

【 0 0 9 8 】

第 1 実施形態から第 4 実施形態の双方向電力変換器 1 0 a ~ 1 0 d において、制御部 1 3 a ~ 1 3 d は、図 2 ( a ) および図 6 ( a ) に示すように、直流側から交流側における各相のライン U , V , W のうちいずれかのラインへの電力供給を行うときは、対応するライン U , V , W の上アーム C 1 , C 2 , C 3 を構成するスイッチ ( S 1 a , S 1 b ) , ( S 2 a , S 2 b ) , ( S 3 a , S 3 b ) のうち、直流側から交流側へ導通するスイッチ S 1 a , S 2 a , S 3 a をスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチ S 1 b , S 2 b , S 3 b を常時オフとし、かつ、下アーム C 6 , C 5 , C 4 を構成するスイッチ ( S 6 a , S 6 b ) , ( S 5 a , S 5 b ) , ( S 4 a , S 4 b ) のうち、直流側から交流側へ導通するスイッチ S 6 a , S 5 a , S 4 a を常時オフとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチ S 6 b , S 5 b , S 4 b をスイッチングする。

10

【 0 0 9 9 】

なお、図 4 ( a ) および図 8 ( a ) に示す構成においても、図示していないが、直流側から交流側への電力供給を行うときは、図 2 ( a ) および図 6 ( a ) に示すスイッチング動作と同様の動作が行われる。

20

【 0 1 0 0 】

一方、図 4 ( a ) および図 8 ( a ) に示すように、交流側における各相のライン U , V , W のうちいずれかのラインから直流側への電力供給を行うときは、対応するライン U , V , W の上アーム C 1 , C 2 , C 3 を構成するスイッチ ( S 1 a , S 1 b ) , ( S 2 a , S 2 b ) , ( S 3 a , S 3 b ) のうち、交流側から直流側へ導通するスイッチ S 1 b , S 2 b , S 3 b をスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチ S 1 a , S 2 a , S 3 a を常時オフとし、かつ、下アーム ( S 6 a , S 6 b ) , ( S 5 a , S 5 b ) , ( S 4 a , S 4 b ) を構成するスイッチのうち、交流側から直流側へ導通するスイッチ S 6 b , S 5 b , S 4 b を常時オフとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチ S 6 a , S 5 a , S 4 a をスイッチングする。

30

【 0 1 0 1 】

なお、図 2 ( a ) および図 6 ( a ) に示す構成においても、図示していないが、交流側から直流側への電力供給を行うときは、図 4 ( a ) および図 8 ( a ) に示すスイッチング動作と同様の動作が行われる。

【 0 1 0 2 】

このように、双方向電力変換器 1 0 a ~ 1 0 d を電流形とした回路構成に基づき、電力を供給する方向に応じてマトリクスコンバータ A における各スイッチの導通する方向を考慮したスイッチング制御を行うことで、電流形動作モードにおいて直流側から交流側或いは交流側から直流側への電力供給 (ここでは、第 1 および第 3 実施形態での系統 E a との連系、第 2 および第 4 実施形態でのモータ E b の駆動或いは蓄電池やキャパシタ G b への充電) を良好に行うことが可能となる。

40

【 0 1 0 3 】

[ 電圧形として使用する場合 ]

図 2 ( b ) および図 6 ( b ) は、各相のライン U , V , W に流れる電流の向きが直流側から交流側に向かう方向の場合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動作を示している。また、図 4 ( b ) および図 8 ( b ) は、各相のライン U , V , W に流れる電流の向きが交流側から直流側に向かう方向の場合でのマトリクスコンバータ A のスイッチング動

50

作を示している。

【0104】

第1実施形態から第4実施形態の双方向電力変換器10a～10dにおいて、制御部13a～13dは、交流側における各相のラインU、V、Wのそれぞれのラインに流れる電流の向きに関して、図2(b)および図6(b)に示すように、直流側から交流側に向かう方向のときは、対応するラインU、V、Wの上アームC1、C2、C3を構成するスイッチ(S1a、S1b)、(S2a、S2b)、(S3a、S3b)のうち、直流側から交流側へ導通するスイッチS6a、S5a、S4aをスイッチングする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチS6b、S5b、S4bを常時オフとし、かつ、下アームC6、C5、C4を構成するスイッチ(S6a、S6b)、(S5a、S5b)、(S4a、S4b)のうち、直流側から交流側へ導通するスイッチS6a、S5a、S4aを常時オンとする一方、交流側から直流側へ導通するスイッチS6b、S5b、S4bを常時オフとする。

10

【0105】

なお、図4(b)および図8(b)に示す構成においても、図示していないが、各相のラインU、V、Wに流れる電流の向きが直流側から交流側に向かう方向のときは、図2(b)および図6(b)に示すスイッチング動作と同様の動作が行われる。

【0106】

一方、図4(b)および図8(b)に示すように、交流側から直流側に向かう方向のときは、対応するラインU、V、Wの下アームC6、C5、C4を構成するスイッチ(S6a、S6b)、(S5a、S5b)、(S4a、S4b)のうち、交流側から直流側へ導通するスイッチS6b、S5b、S4bをスイッチングする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチS6a、S5a、S4aを常時オフとし、かつ、上アームC1、C2、C3を構成するスイッチ(S1a、S1b)、(S2a、S2b)、(S3a、S3b)のうち、交流側から直流側へ導通するスイッチS1b、S2b、S3bを常時オンとする一方、直流側から交流側へ導通するスイッチS1a、S2a、S3aを常時オフとする。

20

【0107】

なお、図2(b)および図6(b)に示す構成においても、図示していないが、各相のラインU、V、Wに流れる電流の向きが交流側から直流側に向かう方向のときは、図4(b)および図8(b)に示すスイッチング動作と同様の動作が行われる。

30

【0108】

ここで、電圧形として使用する場合、制御部13a～13dによる各相のラインU、V、Wに流れる電流の向きを識別は、例えば、各ラインU、V、Wに流れる電流を検知する電流センサ(図示せず)の検出値や、スイッチング制御構成から判断できる各ラインU、V、Wに流す電流の向きを認識することで行うことができる。

【0109】

このように、双方向電力変換器10a～10dを電圧形とした回路構成に基づき、各ラインU、V、Wに流れる電流の方向に応じてマトリクスコンバータAにおける各スイッチの導通する方向を考慮したスイッチング制御を行うことで、電圧形動作モードにおいて双方向での電力変換(ここでは、第1および第3実施形態での系統Eaとの連系、第2および第4実施形態でのモータEbの駆動或いは蓄電池やキャパシタGbへの充電)を良好に行うことが可能となる。

40

【0110】

なお、第1実施形態から第4実施形態の双方向電力変換器10a～10dに用いた双方向スイッチC1、C2、C3、C4、C5、C6の各スイッチ(S1a、S1b)～(S6a、S6b)は、逆阻止形のIGBTとしたが、図9に示すように、IGBT100に対して該IGBT100におけるダイオード110の導通方向とは逆方向になるように直列にダイオード200を接続した逆阻止特性を示すIGBTや逆阻止特性を示す別の半導体素子としてもよい。

【0111】

50

また、第1実施形態から第4実施形態の双方向電力変換器10a～10dは、三相構成のものであるが、それ以外の相構成、例えば、単相構成のものとしてもよい。この単相構成の場合、第1および第3実施形態の双方向電力変換器10a, 10cにおいて、交流側インダクタを各相若しくは何れか一相に設けることができる。

【0112】

また、第2実施形態および第4実施形態の双方向電力変換器10b, 10dにおいて、交流ラインの各相U, V, WにY結線された、交流側キャパシタ $C_U, C_V, C_W$ と交流側スイッチ $SW_U, SW_V, SW_W$ とからなる直列回路を設けているが、それに代えて、交流ラインの各相U, V間、各相V, W間、各相W, U間に、かかる直列回路を設けてもよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0113】

【図1】第1実施形態に係る双方向電力変換器の概略構成を示す回路図である。

【図2】第1実施形態の双方向電力変換器におけるマトリクスコンバータの各アーム並びに直流側スイッチおよび交流側スイッチのスイッチング制御状態を示す図であって、図(a)は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図であり、図(b)は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図である。

【図3】第2実施形態に係る双方向電力変換器の概略構成を示す回路図である。

【図4】第2実施形態の双方向電力変換器におけるマトリクスコンバータの各アーム並びに直流側スイッチおよび交流側スイッチのスイッチング制御状態を示す図であって、図(a)は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図であり、図(b)は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図である。

20

【図5】第3実施形態に係る双方向電力変換器の概略構成を示す回路図である。

【図6】第3実施形態の双方向電力変換器におけるマトリクスコンバータの各アーム並びに直流側スイッチおよび交流側スイッチのスイッチング制御状態を示す図であって、図(a)は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図であり、図(b)は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図である。

【図7】第4実施形態に係る双方向電力変換器の概略構成を示す回路図である。

【図8】第4実施形態の双方向電力変換器におけるマトリクスコンバータの各アーム並びに直流側スイッチおよび交流側スイッチのスイッチング制御状態を示す図であって、図(a)は、電流形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図であり、図(b)は、電圧形として使用する場合のスイッチング制御状態を示す図である。

30

【図9】第1実施形態から第4実施形態の双方向電力変換器に用いた双方向スイッチにおける各スイッチの他の例を示す図である。

【符号の説明】

【0114】

10a	双方向電力変換器	
A	マトリクスコンバータ	
C1～C4	双方向スイッチ	
C1～C3	上アーム	
C4～C6	下アーム	
$C_D$	直流側キャパシタ	
$C_U, C_V, C_W$	交流側キャパシタ	
Ga	直流電源	
$L_D$	直流側インダクタ	
$L_U, L_V, L_W$	交流側インダクタ	
S1a～S6a	双方向スイッチの一方	
S1b～S6b	双方向スイッチの他方	
$SW_D$	直流側スイッチ	
$SW_U, SW_V, SW_W$	交流側スイッチ	

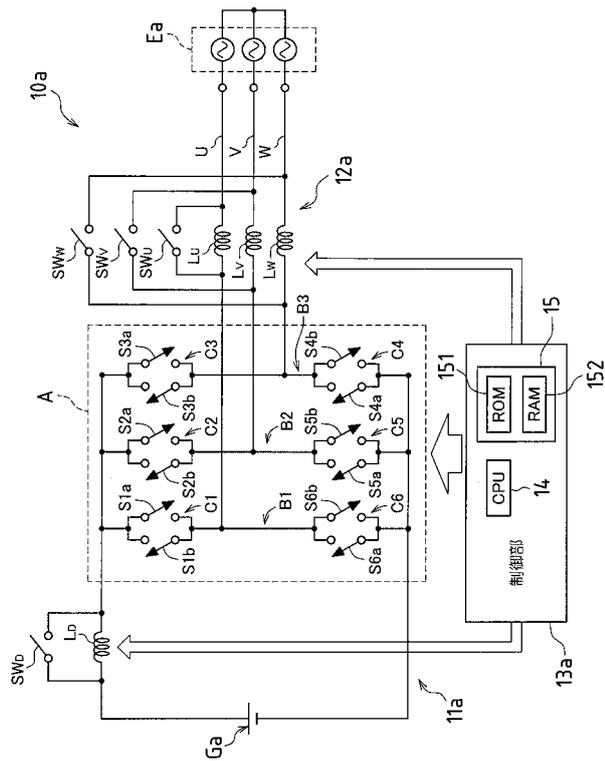
40

50

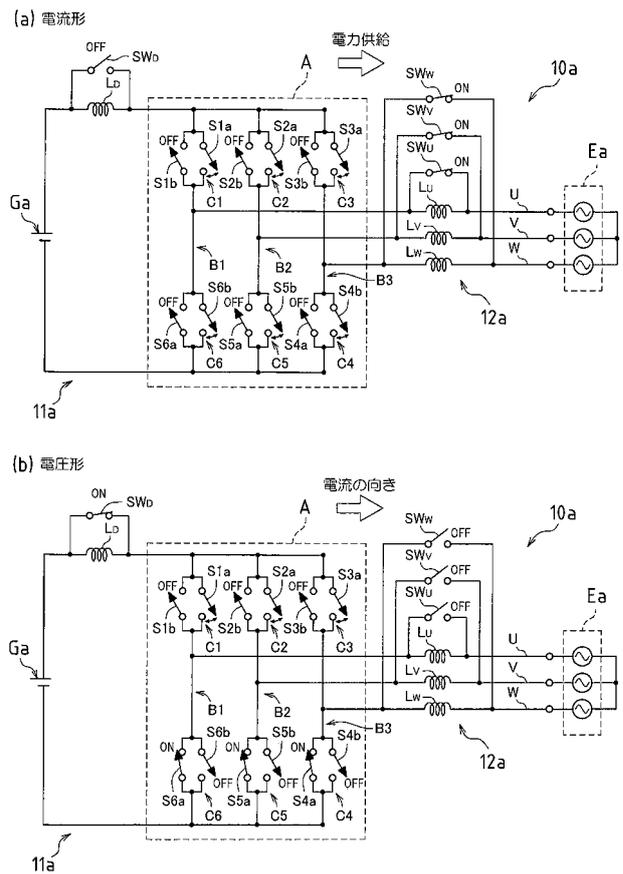
U, V, W

交流側の各相のライン

【 図 1 】

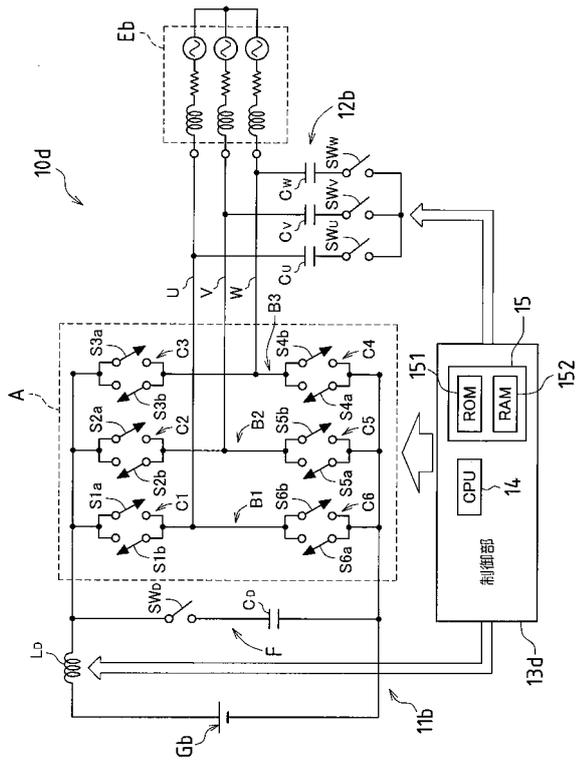


【 図 2 】

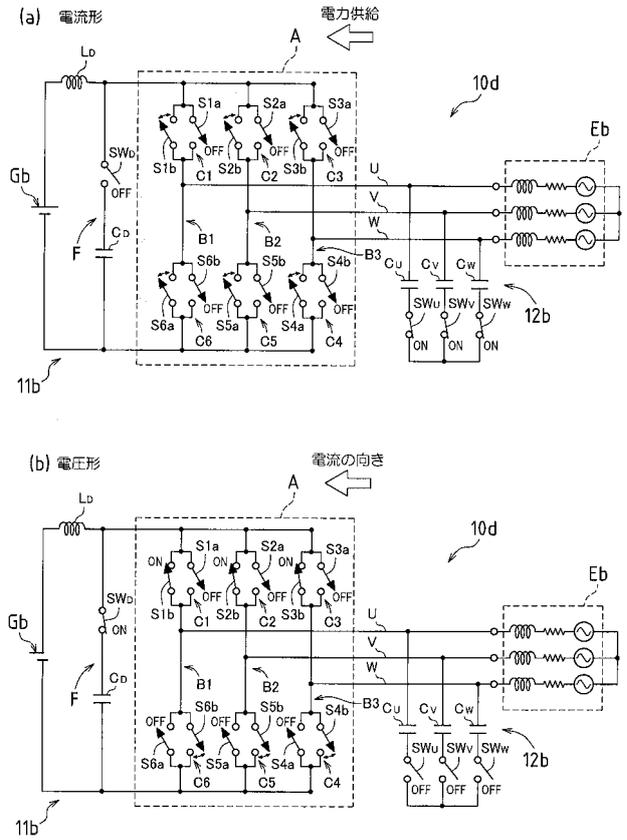




【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】

