

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4886487号
(P4886487)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月16日 (2011. 12. 16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 M 3/155 (2006. 01)

H O 2 M 3/155 H

B 6 O L 11/18 (2006. 01)

H O 2 M 3/155 V

H O 1 M 8/00 (2006. 01)

B 6 O L 11/18 G

H O 1 M 8/04 (2006. 01)

H O 1 M 8/00 Z

H O 1 M 8/04 P

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2006-325694 (P2006-325694)
 (22) 出願日 平成18年12月1日 (2006. 12. 1)
 (65) 公開番号 特開2008-141872 (P2008-141872A)
 (43) 公開日 平成20年6月19日 (2008. 6. 19)
 審査請求日 平成21年10月28日 (2009. 10. 28)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100064414
 弁理士 磯野 道造
 (74) 代理人 100111545
 弁理士 多田 悦夫
 (72) 発明者 渡辺 康人
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
 株式会社本田技術研
 究所内
 (72) 発明者 平川 三昭
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
 株式会社本田技術研
 究所内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多入出力電力変換器及び燃料電池車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、

前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、

前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有した一塊のものであり、

前記電力変換回路の少なくとも2つは昇降圧回路であり、

前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、

前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと

、

前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと

、を有し、

一方の前記昇降圧回路は、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの

正極側に接続する第二スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、

他方の前記昇降圧回路は、

前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第五スイッチと、

前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第六スイッチと、

前記第三入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第七スイッチと、

前記第三入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第八スイッチとを有する、

ことを特徴とする多入出力電力変換器。

【請求項2】

少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、

前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、

前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有した一塊のものであり、

前記電力変換回路の少なくとも1つは昇圧回路であり、少なくとも一つは昇降圧回路であって、

前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、

前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと

、
前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、
を有し、

前記昇降圧回路は、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第二スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、

前記昇圧回路は、

前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第五スイッチと、

前記第三入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第六スイッチとを有することを特徴とする多入出力電力変換器。

【請求項3】

少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、

前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、

前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有した一塊のものであり、

前記電力変換回路の少なくとも1つは降圧回路であり、少なくとも一つは昇降圧回路であって、

前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、

前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、

前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、を有し、 10

前記昇降圧回路は、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、

前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第二スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、

前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、 20

前記降圧回路は、

前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第五スイッチと、

前記第三入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第六スイッチとを有することを特徴とする多入出力電力変換器。

【請求項4】

昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、

この制御部は、前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタに対する各電力変換回路の動作タイミングをずらして行うことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器。 30

【請求項5】

昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、

この制御部は、

前記昇降圧回路が、

昇圧モード時には、前記第二スイッチ及び第三スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第二スイッチ及び第三スイッチを同時にオンとする期間を有し、

降圧モード時には、前記第一スイッチ及び第四スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第一スイッチ及び第四スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器。 40

【請求項6】

昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、

この制御部は、

前記昇圧回路が昇圧モード時には、前記第五スイッチ及び第六スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第五スイッチ及び第六スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする請求項2に記載の多入出力電力変換器。

【請求項7】

昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、

この制御部は、

前記降圧回路が降圧モード時には、前記第五スイッチ及び第六スイッチを交互にオン又 50

はオフに切り換える際、前記第五スイッチ及び第六スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする請求項3に記載の多入出力電力変換器。

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器を搭載し、電動機を備えた燃料電池車であって、

前記電動機は、前記第一入出力部につながることを特徴とする燃料電池車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電力を変換する多入出力電力変換器及び当該多入出力電力変換器を備えた燃料電池車に関する。

10

【背景技術】

【0002】

一般に、燃料電池車、ハイブリッド車等では、燃料電池（FC、Fuel Cell）、バッテリーの電源電圧、モータのPDU、エアーポンプのPDU、エアコンのPDU等の様々な電源系のユニットにおいて、必要な電圧が異なっており、これらの電圧を合わせるため、さらに、バッテリーの充放電の制御のために、複数のDC-DCコンバータが必要である。

【0003】

DC-DCコンバータは、入力された入力電圧を、所望の出力電圧に変換するもので、このDC-DCコンバータの基本的な構成として、コンデンサ等による蓄電機能が備えられている。このコンデンサ等では、大電力（高電圧大電流）になるほど大容量の蓄電機能が必要となり、それに伴って、コンデンサ等も大きくなり、結果として単体のDC-DCコンバータでも重量が上がり、多くのスペースが必要となる。また、コストも多くかかることになる。

20

【0004】

そして、このようなDC-DCコンバータが、燃料電池車、ハイブリッド車等では、複数必要となるので、従来、スペースや重量を減らし、コストを削減するために、電源系のユニット間の接続の仕方が工夫されている（例えば、特許文献1、2、3、4参照）。

【特許文献1】特開2005-224060号公報

30

【特許文献2】特開2002-118981号公報

【特許文献3】特開2002-118979号公報

【特許文献4】特開2001-204106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、電源系ユニットの接続の仕方を工夫するだけでは、スペースや重量の削減に限界があり、DC-DCコンバータの小型軽量化を図ることが十分にできないという問題がある。

【0006】

40

そこで、本発明では、前記した問題を解決し、DC-DCコンバータの小型軽量化を図ることができる多入出力電力変換器及び燃料電池車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】

【0007】

前記課題を解決するため、請求項1に記載の多入出力電力変換器は、少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有

50

した一塊のものであり、前記電力変換回路の少なくとも2つは昇降圧回路であり、前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、を有し、一方の前記昇降圧回路は、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第二スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、他方の前記昇降圧回路は、前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第五スイッチと、前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第六スイッチと、前記第三入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第七スイッチと、前記第三入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第八スイッチとを有する、ことを特徴とする。

【0008】

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路によって、キャパシタを共有して、スイッチングによって、当該キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、いずれかの電力変換回路が昇圧、降圧、導通、回生のいずれかの動作を行う。なお、動作モードは、いずれかの入出力部の出力電圧を昇圧又は降圧するように設定されたものである。さらに、各電力変換回路におけるスイッチングは、複数のスイッチ同士のオン時間が重なるようにすることもできる。これにより、2倍超の昇圧動作、又は、降圧率が高い場合(0.5~1.0)における降圧動作時においても電流の断続なく、且つ、従来よりもリプル電流の振幅が小さい昇降圧動作が可能となる。

また、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路の中の少なくとも2つが昇降圧回路であり、一方の昇降圧回路は4つのスイッチである第一スイッチ、第二スイッチ、第三スイッチ及び第四スイッチのスイッチングによって、他方の昇降圧回路は、4つのスイッチである第五スイッチ、第六スイッチ、第七スイッチ及び第八スイッチのスイッチングによって、第一キャパシタ及び第二キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、当該昇降圧回路が昇圧、導通、回生(降圧)のいずれかの動作を行う

。

【0009】

請求項2に記載の多入出力電力変換器は、少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有した一塊のものであり、前記電力変換回路の少なくとも1つは昇圧回路であり、少なくとも一つは昇降圧回路であって、前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、を有し、前記昇降圧回路は、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第二スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、前記昇圧回路は、前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接

続する第五スイッチと、前記第三入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第六スイッチとを有することを特徴とする。

【0010】

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路の中の少なくとも1つが昇降圧回路であり、4つのスイッチである第一スイッチ、第二スイッチ、第三スイッチ及び第四スイッチのスイッチングによって、第一キャパシタ及び第二キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、当該昇降圧回路が昇圧、導通、回生（降圧）のいずれかの動作を行う。

また、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路の中の少なくとも1つが昇圧回路であって、2つのスイッチである第五スイッチ及び第六スイッチのスイッチングによって、第一キャパシタ及び第二キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、当該昇圧回路が昇圧、導通のいずれかの動作を行う。

10

【0011】

請求項3に記載の多入出力電力変換器は、少なくとも3つの入出力部を備え、予め設定した動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、複数のインダクタ及び複数のキャパシタを選択して機能させることで、昇圧、降圧、導通のいずれかの動作を行う電力変換回路を複数備えた多入出力電力変換器であって、前記キャパシタは、直列に接続された第一キャパシタと第二キャパシタとにより構成され、前記複数の電力変換回路は、直列に接続された前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタを共有した一塊のものであり、前記電力変換回路の少なくとも1つは降圧回路であり、少なくとも一つは昇降圧回路であって、前記入出力部が第一入出力部と第二入出力部と第三入出力部とを有し、前記第二入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、前記第三入出力部の正極側又は負極側に接続された少なくとも一つの前記インダクタと、を有し、前記昇降圧回路は、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第一スイッチと、前記第二入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第二スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第一キャパシタの負極側及び前記第二キャパシタの正極側に接続する第三スイッチと、前記第二入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第四スイッチとを有し、前記降圧回路は、前記第三入出力部の正極側を、前記第一キャパシタの正極側及び前記第一入出力部の正極側に接続する第五スイッチと、前記第三入出力部の負極側を、前記第二キャパシタの負極側及び前記第一入出力部の負極側に接続する第六スイッチとを有することを特徴とする。

20

30

【0012】

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路の中の少なくとも1つが昇降圧回路であり、4つのスイッチである第一スイッチ、第二スイッチ、第三スイッチ及び第四スイッチのスイッチングによって、第一キャパシタ及び第二キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、当該昇降圧回路が昇圧、導通、回生（降圧）のいずれかの動作を行う。

また、多入出力電力変換器は、複数の電力変換回路の中の少なくとも1つが降圧回路であり、2つのスイッチである第五スイッチ及び第六スイッチのスイッチングによって、第一キャパシタ及び第二キャパシタにおいて電荷の充放電がなされ、動作モードを切り替えることで、当該降圧回路が降圧、導通のいずれかの動作を行う。

40

【0013】

請求項4に記載の多入出力電力変換器は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器において、昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、この制御部は、前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタに対する各電力変換回路の動作タイミングをずらして行うことを特徴とする。

【0014】

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、制御部によって、前記第一キャパシタ及び前記第二キャパシタに対する各電力変換回路の動作のタイミングをずらして行うことで

50

、共有するキャパシタに対する負荷を低減することができる。

【0015】

請求項5に記載の多入出力電力変換器は、請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器において、昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、この制御部は、前記昇降圧回路が、昇圧モード時には、前記第二スイッチ及び第三スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第二スイッチ及び第三スイッチを同時にオンとする期間を有し、降圧モード時には、前記第一スイッチ及び第四スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第一スイッチ及び第四スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする。

【0016】

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、昇圧モード時に昇降圧回路によって、2倍以上の昇圧比で昇圧することができる。

【0017】

請求項6に記載の多入出力電力変換器は、請求項2に記載の多入出力電力変換器において、昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、この制御部は、前記昇圧回路が昇圧モード時には、前記第五スイッチ及び第六スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第五スイッチ及び第六スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする。

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、昇圧モード時に昇圧回路によって、2倍以上の昇圧比で昇圧することができる。

【0018】

請求項7に記載の多入出力電力変換器は、請求項3に記載の多入出力電力変換器において、昇圧動作、降圧動作を行う際に動作の制御を行う制御部を備え、この制御部は、前記降圧回路が降圧モード時には、前記第五スイッチ及び第六スイッチを交互にオン又はオフに切り換える際、前記第五スイッチ及び第六スイッチを同時にオンとする期間を有するように制御することを特徴とする。

かかる構成によれば、多入出力電力変換器は、降圧モード時に昇圧回路によって、第五スイッチ及び第六スイッチが同時にオンでない期間に、断続することなく電流を流し続けることができる。

【0019】

請求項8に記載の燃料電池車は、請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の多入出力電力変換器を搭載し、電動機を備えた燃料電池車であって、前記電動機が、前記第一入出力部につながることを特徴とする。

【0020】

かかる構成によれば、燃料電池車は、燃料電池から電動機への駆動電力のやりとりと、バッテリーから電動機への駆動電力又は電動機からバッテリーへの回生電力のやりとりが頻繁に行われるため、電動機がその他の負荷と電力のやりとりをする際に電力変換器の一つだけを経由する構成とすることで、変換損失を抑えることができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、動作モードに従ったスイッチのスイッチングにより、電流（電荷）をキャパシタ（第一キャパシタ及び第二キャパシタ）に充放電させることで、出力電圧を昇降させており、複数の入出力部に対し当該キャパシタを兼用しているため、DC-DCコンバータの小型軽量化を図ることができる。

【0022】

また、本発明によれば、燃料電池車に多入出力電力変換器を有効活用することで、システムの小型化及び変換損失の少ないシステムを実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

次に、本発明の実施形態について、適宜、図面を参照しながら詳細に説明する。

10

20

30

40

50

(多入出力電圧変換システムの構成)

図1は多入出力電圧変換システム(多入出力電力変換器を包含)の回路図である。この図1に示すように、多入出力電圧変換システムSは、多入出力電力変換器1にモータINV2と、FC4と、バッテリー6とを接続したものである。多入出力電力変換器1の説明に先立ち、モータINV2、FC4及びバッテリー6について触れておく。

【0024】

モータINV2は、モータ2aに接続され、このモータ2aに電力を供給するものである。FC4は、車載用の燃料電池であり、後記する動作モードによって、高速運転時と低速運転時とで異なる電圧に昇圧される。バッテリー6は、車載用のバッテリーであり、直流12Vの電圧を供給している。

10

【0025】

多入出力電力変換器1は、FC4からバッテリー6に、バッテリー6からFC4に、FC4からモータINV2に、バッテリー6からモータINV2に、モータINV2からバッテリー6に、電圧の昇降を自在に行うものである。なお、昇圧の場合、出力電圧を入力電圧の1倍～2倍超に昇圧し、降圧の場合、出力電圧を入力電圧の0～1倍に降圧する。

【0026】

この多入出力電力変換器1は、モータINV2に接続される入出力部3a(3)と、FCに接続される入出力部3b(3)と、バッテリー6に接続される入出力部3c(3)と、モータINV2に並列接続される平滑用のコンデンサ5a(5)と、FC4に並列接続される平滑用のコンデンサ(キャパシタ)5b(5)と、バッテリー6に並列接続される平滑用のコンデンサ5c(5)と、FC4に接続されるコイル(インダクタ)L1と、バッテリー6に接続されるコイルL2とを備えている。

20

【0027】

なお、この多入出力電力変換器1は、単に単体DC-DCコンバータを複数組みこんだものではなく、入出力部3に接続されたそれぞれの負荷に対して、昇降圧動作を行う際に、相互依存する複数のコンバータ(電力変換器)から構成されており、これらの電力変換器は切り離せない一塊のものである。

【0028】

また、この多入出力電力変換器1は、直列に接続されて共有されているコンデンサ(キャパシタ)C1及びコンデンサC2と、4個のIGBT部7a(7)、IGBT部7b(7)、IGBT部7c(7)及びIGBT部7d(7)とを備えている。

30

【0029】

さらに、この多入出力電力変換器1は、入出力部3aの電流を検出する電流計(電流を検出する検出手段)9a、入出力部3aの電圧を検出する電圧検出器(電圧を検出する検出手段)9b、入出力部3bの電流を検出する電流計9c、入出力部3bの電圧を検出する電圧検出器9d、入出力部3cの電流を検出する電流計9e及び入出力部3cの電圧を検出する電圧検出器9fと、制御部11とを備えている。なお、電流計9a、9c、9e及び電圧検出器9b、9d、9fを一括して、検出手段9と称呼する。

【0030】

入出力部3は、入力電圧を印加又は出力電圧を出力する正極側端子(単に、正極側ともいう)と、負極側端子(単に、負極側ともいう)とから構成されている。

40

平滑用のコンデンサ5は、入出力部3に入力電圧を供給する電源のインピーダンスを下げるために設けられていると共に、入出力部3からの出力電圧が昇圧、回生、導通する際の動作を安定するために取り付けられるものである。この実施形態では、この平滑用コンデンサ5は、ケミカルコンデンサとして構成されているが、フィルムコンデンサであってもよい。

【0031】

コイルL1、L2は、入出力部3b又は入出力部3cの正極側(又は負極側)に接続されており、IGBT部7のスイッチングにより、入出力部3b又は入出力部3cから供給される電流を、磁気エネルギーとして蓄積して、放出電流としてコンデンサC1、C2に供

50

給するものである。

【 0 0 3 2 】

コンデンサ C 1、C 2 は、入出力部 3 で共有されており、電荷（電流及び放出電流）を蓄積・放電するものである。このコンデンサ C 1、C 2 に蓄積された電荷が入出力部 3 に放電されることで、入力電圧が昇圧されることになる。

【 0 0 3 3 】

I G B T 部 7 は、2 個（一対）の I G B T 素子（スイッチ G 1 ~ G 8、フライホイールダイオード D 1 ~ D 8 を包含）が内蔵されたトランジスタスイッチで、動作モードに従ったスイッチング（オン / オフ）を繰り返すものである。これら I G B T 部 7 は、それぞれ 2 個（一対）のスイッチ及び 2 個のフライホイールダイオードを有しており、I G B T 部 7 a はスイッチ G 1 及びスイッチ G 2 とフライホイールダイオード D 1 及びフライホイールダイオード D 2 とを、I G B T 部 7 b はスイッチ G 3 及びスイッチ G 4 とフライホイールダイオード D 3 及びフライホイールダイオード D 4 とを、I G B T 部 7 c はスイッチ G 5 及びスイッチ G 6 とフライホイールダイオード D 5 及びフライホイールダイオード D 6 とを、I G B T 部 7 d はスイッチ G 7 及びスイッチ G 8 とフライホイールダイオード D 7 及びフライホイールダイオード D 8 とを有している。なお、この実施形態では、トランジスタスイッチは、I G B T 素子であるがこれに限定されるものではない。

【 0 0 3 4 】

スイッチ G 1 は、第二入出力部 3 b の正極側に接続されたコイル L 1 と、コンデンサ C 1 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

スイッチ G 2 は、第二入出力部 3 b の正極側に接続されたコイル L 1 と、コンデンサ C 1 の負極側及びコンデンサ C 2 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

【 0 0 3 5 】

スイッチ G 3 は、第二入出力部 3 b の負極側と、コンデンサ C 1 の負極側及びコンデンサ C 2 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

スイッチ G 4 は、第二入出力部 3 b の負極側と、コンデンサ C 2 の負極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

【 0 0 3 6 】

スイッチ G 5 は、第三入出力部 3 c の正極側に接続されたコイル L 2 と、コンデンサ C 1 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

スイッチ G 6 は、第三入出力部 3 c の正極側に接続されたコイル L 2 と、コンデンサ C 1 の負極側及びコンデンサ C 2 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

【 0 0 3 7 】

スイッチ G 7 は、第三入出力部 3 c の負極側と、コンデンサ C 1 の負極側及びコンデンサ C 2 の正極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

スイッチ G 8 は、第三入出力部 3 c の負極側と、コンデンサ C 2 の負極側とを結ぶ経路に配置されており、この経路の通電をオンオフするものである。

【 0 0 3 8 】

以下、F C 4 に接続されている入出力部 3 b、コイル L 1、コンデンサ 5 b、I G B T 7 a（スイッチ G 1、スイッチ G 2）、I G B T 7 b（スイッチ G 3、スイッチ G 4）、コンデンサ C 1、C 2 からなる電力変換回路を昇降圧 D C - D C コンバータ A と称し、バッテリー 6 に接続されている入出力部 3 c、コイル L 2、コンデンサ 5 c、I G B T 7 c（スイッチ G 5、スイッチ G 6）、I G B T 7 d（スイッチ G 7、スイッチ G 8）、コンデンサ C 1、C 2 からなる電力変換回路を昇降圧 D C - D C コンバータ B と称呼することとする。

【 0 0 3 9 】

検出手段 9 は、入出力部 3 における電流値及び電圧値を検出するものである。この検出手段 9 で検出された電流値及び電圧値（検出結果）は、制御部 11 に入力される。

制御部 11 は、多入出力電力変換器 1 の制御を司るもので、検出結果受取手段 11 a と、検出結果比較手段 11 b と、動作モード蓄積手段 11 c と、スイッチング制御手段 11 d とを備えている。

【0040】

検出結果受取手段 11 a は、検出手段 9 で検出された電流値及び電圧値（検出結果）を受け取るものである。この検出結果は、モータ電流、モータ電圧、F C 電流、F C 電圧、バッテリー電流及びバッテリー電圧である。

【0041】

検出結果比較手段 11 b は、検出結果受取手段 11 a で受け取られた検出結果を比較するもので、比較した結果がスイッチング制御手段 11 d に出力される。

【0042】

動作モード蓄積手段 11 c は、予め設定した動作モードを蓄積しておくもので、一般的なメモリ等によって構成されている。

スイッチング制御手段 11 d は、検出結果比較手段 11 b で比較した結果に基づいて、動作モード蓄積手段 11 c に蓄積されている動作モード（動作パターン）を読み出して I G B T 部 7 のスイッチングを実行させるものである。

【0043】

この多入出力電力変換器 1 によれば、制御部 11 のスイッチング制御手段 11 d によって、動作モードに従った I G B T 部 7（スイッチ G 1 ~ G 8）のスイッチングが実行され、このスイッチングにより、電流（電荷）をキャパシタに充放電させることで、出力電圧を昇降させており、複数の入出力部 3 に対し当該コンデンサ C 1、C 2 を兼用しているため、当該変換器 1 の小型軽量化を図ることができる。

【0044】

また、この多入出力電力変換器 1 によれば、検出手段 9 によって、入出力部 3 それぞれで電圧及び電流を検出し、この検出された電圧及び電流に基づいて、出力電圧の昇降を制御することができる。

【0045】

次に、多入出力電力変換器 1 の動作について、図 2 ~ 図 11 を参照して説明する。この多入出力電力変換器 1 は、I G B T 部 7 の各スイッチ G 1 ~ G 8 のスイッチングによって、昇圧、回生（降圧）、導通の動作を行っている。この場合、昇降圧 D C - D C コンバータ A、B は、昇圧回路、降圧回路の役割を果たしている。以下、多入出力電力変換器 1 の動作の 4 パターン（その 1 ~ その 4）について説明する。

【0046】

（多入出力電力変換器の動作 その 1 F C を昇圧 [バッテリーを昇圧する場合も同様の動作原理] ）

まず、図 2 ~ 図 4 を参照して、F C 4 の電圧をモータ I N V 2 の電圧に昇圧する動作について説明する。

この F C 4 の電圧をモータ I N V 2 の電圧に昇圧する動作では、I G B T 部 7 a のスイッチ G 1、I G B T 部 7 b のスイッチ G 4、I G B T 部 7 c、7 d を常時オフとしている。

【0047】

図 2 は、I G B T 部 7 a のスイッチ G 2、I G B T 部 7 b のスイッチ G 3 のゲート電圧波形と、コンデンサ C 1、C 2、コイル L 1 の電流波形とを示した図である。図 3（a）は、スイッチ G 3 がオフの状態で、スイッチ G 2 がオンからオフになった際の電流を回路図に示した図である。図 3（b）は、スイッチ G 2 がオフの状態で、スイッチ G 3 がオンからオフになった際の電流を回路図に示した図である。図 4（a）は、多入出力電力変換器 1 の電流電圧の実測波形を示した図である。図 4（b）は、図 4（a）で示した電流電圧の実測波形を計測した箇所を示した図である。

10

20

30

40

50

【0048】

図2に示したように、IGBT部7aのスイッチG2のゲート電圧波形の一周期は t_2 から t_6 までであり、IGBT部7bのスイッチG3のゲート電圧波形の一周期は t_4 から t_8 までである。

【0049】

そして、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_2 \sim t_3$ 、 $t_6 \sim t_7$)に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC2において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7aのスイッチG2がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_3 \sim t_4$ 、 $t_7 \sim t_8$)に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

10

【0050】

また、IGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_4 \sim t_5$ 、 $t_8 \sim t_9$)に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC1において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7bのスイッチG3がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_5 \sim t_6$ 、 $t_9 \sim t_{10}$)に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

20

【0051】

つまり、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオン又はIGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わることで、コンデンサC1とコンデンサC2とがFC4により交互に充電されると共に、この際にコイルL1に蓄積された磁気エネルギーによる放出電流もコンデンサC1及びコンデンサC2に充電されるという昇圧動作がなされ、FC4の電圧(入力電圧)がモータINV2の電圧(出力電圧)に昇圧されることになる。

【0052】

なお、ここでは、昇降圧DC-DCコンバータAによって昇圧動作を行って、FC4の電圧をモータINV2の電圧に昇圧させているが、昇降圧DC-DCコンバータBによって昇圧動作を行えば、バッテリー6の電圧をモータINV2の電圧に昇圧させることも可能である。ちなみに、これらスイッチG2とスイッチG3のオン時間のデューティ比を50%以上にすれば、FC電圧とモータ電圧との昇圧比を2倍以上にすることができる。

30

【0053】

この場合、図3(a)、図3(b)に示したように、多入出力電力変換器1の各経路で電流が流れる。この図3(a)、図3(b)において、点線I1(C2充電電流)、I2(L1放出電流)及びI3(C1充電電流)がFC電流を表し、点線I4がモータ電流を表している。

【0054】

図3(a)に示した点線I1(C2充電電流)は、IGBT部7aのスイッチG2がオンの期間($t_2 \sim t_3$ 、 $t_6 \sim t_7$)に、入出力部3bの正極側からコイルL1、IGBT部7aのスイッチG2に流れ、このIGBT部7aのスイッチG2を経由して、コンデンサC2にて蓄積される。

40

【0055】

図3(a)に示した点線I2(L1放出電流)は、IGBT部7aのスイッチG2がオフ及びIGBT部7bのスイッチG3がオフの期間($t_3 \sim t_4$ 、 $t_7 \sim t_8$)に、入出力部3bの正極側からコイルL1、IGBT部7aのフライホイールダイオードD1に流れ、このIGBT部7aのフライホイールダイオードD1を経由して、コンデンサC1、コンデンサC2にて一挙に蓄積される。

【0056】

図3(b)に示した点線I3(C1充電電流)は、IGBT部7bのスイッチG3がオ

50

ンの期間 ($t_4 \sim t_5$ 、 $t_8 \sim t_9$) に、入出力部 3 b の正極側からコイル L 1、I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 に流れ、この I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 を経由して、コンデンサ C 1 にて蓄積される。

【 0 0 5 7 】

図 3 (a) に示した点線 I 4 (モータ電流) は、コンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 に蓄積された電荷がモータ I N V 2 に流れる電流を表している。

そして、図 4 (a) に示したように、電流電圧の実測波形が得られる。この図 4 (a) の符号 a 1 が示す実測波形は、スイッチ G 2 をオンオフするためのゲート電圧波形であり、符号 a 2 が示す実測波形は、入出力部 3 b の正極側に流れる電流波形である。また、図 4 (a) の符号 a 3 が示す実測波形は、スイッチ G 2 を流れる電流波形であり、符号 a 4 が示す実測波形は、スイッチ G 1 とコンデンサ C 1 とを結ぶ経路に流れる電流波形である。

10

【 0 0 5 8 】

なお、図 4 (b) では、V 1 が F C 電圧を、V 2 がモータ電圧を示しており、図 4 (a) に対応した符号 a 1、a 2、a 3、a 4 を付している。これらの実測波形から、前記したように、F C 電圧が昇圧されることを確認することができる。

【 0 0 5 9 】

(多入出力電力変換器の動作 その 2 モータ I N V を降圧 [回生])

次に、図 5 ~ 図 7 を参照して、モータ I N V 2 の電圧をバッテリー 6 の電圧に降圧 (回生) する動作について説明する。

20

このモータ I N V 2 の電圧をバッテリー 6 の電圧に降圧する動作では、I G B T 部 7 a、I G B T 部 7 b、I G B T 部 7 c のスイッチ G 6、I G B T 部 7 d のスイッチ G 7 を常時オフとしている。また、この場合、I G B T 部 7 c のフライホイールダイオード D 6 及び I G B T 部 7 d のフライホイールダイオード D 7 が順方向の電流を流す作用をしている。この動作は、降圧率が低い (0 . 5 ~ 1 倍) 場合 (回生負荷が小さい場合) のものである。

【 0 0 6 0 】

図 5 は、I G B T 部 7 c のスイッチ G 5、I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 のゲート電圧波形と、コンデンサ C 1、C 2、コイル L 2 の電流波形とを示した図である。図 6 (a) は、スイッチ G 5 及びスイッチ G 8 がオンの状態から、スイッチ G 8 がオンからオフになった際の電流を回路図に示した図である。図 6 (b) は、スイッチ G 5 及びスイッチ G 8 がオンの状態から、スイッチ G 5 がオンからオフになった際の電流を回路図に示した図である。図 7 (a) は、多入出力電力変換器 1 の電流電圧の実測波形を示した図である。図 7 (b) は、図 7 (a) で示した電流電圧の実測波形を計測した箇所を示した図である。

30

【 0 0 6 1 】

図 5 に示したように、I G B T 部 7 c のスイッチ G 5 のゲート電圧波形の一周期は t_1 から t_5 までであり、I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 のゲート電圧波形の一周期は t_3 から t_7 までである。そして、これらのゲート電圧波形の $t_1 \sim t_2$ 、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_5 \sim t_6$ 、 $t_7 \sim t_8$ 、 $t_9 \sim t_{10}$ は I G B T 部 7 c のスイッチ G 5 及び I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 が同時にオンになる期間 (同時オン期間) である。

40

【 0 0 6 2 】

また、ゲート電圧波形の $t_2 \sim t_3$ 、 $t_6 \sim t_7$ は、I G B T 部 7 c のスイッチ G 5 のみがオンの期間である。さらに、ゲート電圧波形の $t_4 \sim t_5$ 、 $t_8 \sim t_9$ は、I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 のみがオンの期間である。このように、I G B T 部 7 c のスイッチ G 5 及び I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 が交互にオンオフされる間に、同時オン期間が存在するように、制御部 1 1 (図 1 参照) がゲート電圧を制御する。

【 0 0 6 3 】

同時オン期間では、I G B T 部 7 c のスイッチ G 5 及び I G B T 部 7 d のスイッチ G 8 が同時にオンになり、モータ I N V 2 からコンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 に充電電流 (図 6、I 4) が流れ、一方、モータ I N V 2 とコンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 から

50

コイルL2に電流(図6、I5)が流れることにより、コイル2にエネルギーが蓄積される。これによって、モータINV2からコンデンサC1及びコンデンサC2の直列放電によりコイルL2に大きな電流を流すことができ、コイルL2の開放電流を同時オンでない期間に断続することなく流すことができる。

【0064】

そして、ゲート電圧波形のt2~t3、t6~t7は、IGBT部7cのスイッチG5のみがオンの期間(IGBT部7dのスイッチG8はオフ、コンデンサC1の放出期間)では、IGBT部7dのフライホイールダイオードD7が導通状態となって、コイルL2に蓄積されていた磁気エネルギーの放出電流(図6、I6)がコンデンサ5cを充電するとともに、バッテリー6を充電する。また、コイルL2の磁気エネルギーの放出時にコイルL2の両端には電圧が発生し、この電圧により、バッテリー電圧とコンデンサC1との電圧差を補い、電流を流し続けることができる。

10

【0065】

そして、ゲート電圧波形のt4~t5、t8~t9は、IGBT部7dのスイッチG8のみがオンの期間(IGBT部7cのスイッチG5はオフ、コンデンサC2の放出期間)では、IGBT部7cのフライホイールダイオードD6が導通状態となって、コイルL2に蓄積されていた磁気エネルギーの放出電流(図6、I7)がコンデンサ5cを充電するとともに、バッテリー6を充電する。また、コイルL2の磁気エネルギーの放出時にコイルL2の両端には電圧が発生し、この電圧により、バッテリー電圧とコンデンサC2との電圧差を補い、電流を流し続けることができる。

20

【0066】

そして、図7(a)に示したように、電流電圧の実測波形が得られる。この図7(a)の符号a1が示す実測波形は、スイッチG8をオンオフするためのゲート電圧波形であり、符号a2が示す実測波形は、入出力部3cの正極側に流れる電流波形である。また、図7(a)の符号a3が示す実測波形は、スイッチG5を流れる電流波形であり、符号a4が示す実測波形は、コンデンサC1とコンデンサC2の接続部を流れる電流波形である。

【0067】

(多入出力電力変換器の動作 その3 FCを昇圧、モータINVを降圧、バッテリーを充電)

次に、図8、図9を参照して、FC4の電圧をモータINV2の電圧に昇圧し、モータINV2の電圧を降圧して、バッテリー6を充電する動作について説明する。

30

このFC4の昇圧、モータINV2を降圧、バッテリー6を充電する動作では、IGBT部7aのスイッチG1、IGBT部7bのスイッチG4、IGBT部7cのスイッチG6、IGBT部7dのスイッチG7を常時オフとしている。

【0068】

図8は、IGBT部7aのスイッチG2、IGBT部7bのスイッチG3、IGBT部7cのスイッチG5、IGBT部7dのスイッチG8のゲート電圧波形と、昇降圧DC-DCコンバータAのC2充電電流、L1放出電流、C1充電電流の波形と、昇降圧DC-DCコンバータBのC1、C2充電電流、C1放出電流、C2放出電流の波形とを示した図である。

40

【0069】

図9(a)は、スイッチG3がオフの状態、スイッチG2がオンからオフになった際、且つ、スイッチG5及びスイッチG8がオンの状態で、スイッチG8がオフになった際の電流を回路図に示した図である。図9(b)は、スイッチG2がオフの状態、スイッチG3がオンからオフになった際、且つ、スイッチG5及びスイッチG8がオンの状態で、スイッチG5がオフになった際の電流を回路図に示した図である。

【0070】

図8に示したように、IGBT部7aのスイッチG2のゲート電圧波形の一周期はt2からt10までであり、IGBT部7bのスイッチG3のゲート電圧波形の一周期はt6からt14までであり、IGBT部7cのスイッチG5のゲート電圧波形の一周期はt3

50

から t_{11} までであり、IGBT部7dのスイッチG8のゲート電圧波形の一周期は t_7 から t_{15} までである。

【0071】

そして、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間 ($t_2 \sim t_5$ 、 $t_{10} \sim t_{13}$) に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC2において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7aのスイッチG2がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わるまでの期間 ($t_5 \sim t_6$ 、 $t_{13} \sim t_{14}$) に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

10

【0072】

また、IGBT部7bのスイッチG3がオンからオフに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間 ($\sim t_1$ 、 $t_6 \sim t_9$ 、 $t_{14} \sim t_{17}$) に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC1において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7bのスイッチG3がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わるまでの期間 ($t_1 \sim t_2$ 、 $t_9 \sim t_{10}$ 、 $t_{17} \sim t_{18}$) に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

【0073】

つまり、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオン又はIGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わることで、コンデンサC1とコンデンサC2とがFC4により交互に充電されると共に、この際にコイルL1に蓄積された磁気エネルギーによる放出電流もコンデンサC1とコンデンサC2とに充電されるという昇圧動作がなされ、FC4の電圧(入力電圧)がモータINV2の電圧(出力電圧)に昇圧されることになる。すなわち、IGBT部7aのスイッチG2及びIGBT部7bのスイッチG3のスイッチングを交互に行うことにより、FC4によりコンデンサC1及びコンデンサC2を交互に充電すると共に、コイルL1の開放電流によりコンデンサC1及びコンデンサC2を充電することができるので、電流の断続なく昇圧動作を行うことができる。

20

【0074】

また、IGBT部7cのスイッチG5及びIGBT部7dのスイッチG8が同時にオンになっている期間(同時オン期間、 $t_3 \sim t_4$ 、 $t_7 \sim t_8$ 、 $t_{11} \sim t_{12}$ 、 $t_{15} \sim t_{16}$)は、昇降圧DC-DCコンバータBのコンデンサC1、コンデンサC2において、充電電流が観測され、その際、コイルL2に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7cのスイッチG5がオンからオフに切り替わった場合(t_8 、 t_{16})、昇降圧DC-DCコンバータBのコンデンサC2において、放出電流が観測され、IGBT部7dのスイッチG8がオンからオフに切り替わった場合(t_4 、 t_{12})、昇降圧DC-DCコンバータBのコンデンサC1において、放出電流が観測される。

30

【0075】

このようにして、コンデンサC1及びコンデンサC2の放出電流(回生電力)がバッテリー6側に返還され、コンデンサC1及びコンデンサC2の電圧が降下する。つまり、モータINV2の電圧(入力電圧)がバッテリー6の電圧(出力電圧)に降圧されることになる。

40

【0076】

図9(a)に示した点線I1(C2充電電流)は、IGBT部7aのスイッチG2がオンの期間($t_2 \sim t_5$ 、 $t_{10} \sim t_{13}$)に、入出力部3bの正極側からコイルL1、IGBT部7aのスイッチG2に流れ、このIGBT部7aのスイッチG2を経由して、コンデンサC2にて蓄積される。

【0077】

図9(a)に示した点線I2(L1放出電流)は、IGBT部7aのスイッチG2がオフ及びIGBT部7bのスイッチG3がオフの期間($t_1 \sim t_2$ 、 $t_5 \sim t_6$ 、 $t_9 \sim t$

50

10、 $t_{13} \sim t_{14}$ 、 $t_{17} \sim t_{18}$)に、入出力部3bの正極側からコイルL1、IGBT部7aのフライホイールダイオードD1に流れ、このIGBT部7aのフライホイールダイオードD1を経由して、コンデンサC1、コンデンサC2にて一挙に蓄積される。

【0078】

図9(b)に示した点線I3(C1充電電流)は、IGBT部7bのスイッチG3がオンの期間($t_6 \sim t_9$ 、 $t_{14} \sim t_{17}$)に、入出力部3bの正極側からコイルL1、IGBT部7aのフライホイールダイオードD1に流れ、このIGBT部7aのフライホイールダイオードD1を経由して、コンデンサC1にて蓄積される。

【0079】

図9(a)に示した点線I4(モータ電流)は、コンデンサC1及びコンデンサC2に蓄積された電荷がモータINV2に流れる電流を表している。

【0080】

図9(a)に示した点線I5(C1、C2放電電流)は、IGBT部7cのスイッチG5及びIGBT部7dのスイッチG8がオンの期間($t_3 \sim t_4$ 、 $t_7 \sim t_8$ 、 $t_{11} \sim t_{12}$ 、 $t_{15} \sim t_{16}$)に、コンデンサC1からIGBT部7cのスイッチG5を経由して、コイルL2に磁気エネルギーを蓄積しながら、コンデンサ5c、IGBT部7dのスイッチG8を経由して、コンデンサC2に流れる。

【0081】

図9(a)に示した点線I6(C1放出電流)は、IGBT部7cのスイッチG5及びIGBT部7dのスイッチG8がオンの期間において、IGBT部7dのスイッチG8がオンからオフに切り替わった瞬間から再びスイッチG8がオンになるまでの期間($t_4 \sim t_7$ 、 $t_{12} \sim t_{15}$)に、コンデンサC1からIGBT部7cのスイッチG5、コイルL2、コンデンサ5c、IGBT部7dのフライホイールダイオードD7を経由して、コンデンサC1に流れる。

【0082】

図9(b)に示した点線I7(C2放出電流)は、IGBT部7cのスイッチG5及びIGBT部7dのスイッチG8がオンの期間において、IGBT部7cのスイッチG5がオンからオフに切り替わった瞬間から再びスイッチG5がオンになるまでの期間($\sim t_3$ 、 $t_8 \sim t_{11}$ 、 $t_{16} \sim$)に、コンデンサC2からIGBT部7cのフライホイールダイオードD6、コイルL2、コンデンサ5c、IGBT部7dのスイッチG8を経由して、コンデンサC2に流れる。

【0083】

(多入出力電力変換器の動作 その4 FCを昇圧、バッテリーを昇圧)

次に、図10、図11を参照して、FC4の電圧をモータINV2の電圧に昇圧し、バッテリー6の電圧を昇圧する動作について説明する。

このFC4の昇圧、バッテリー6の昇圧をする動作では、IGBT部7aのスイッチG1、IGBT部7bのスイッチG4、IGBT部7cのスイッチG5、IGBT部7dのスイッチG8を常時オフとしている。

【0084】

図10は、IGBT部7aのスイッチG2、IGBT部7bのスイッチG3、IGBT部7cのスイッチG6、IGBT部7dのスイッチG7のゲート電圧波形と、昇降圧DC-DCコンバータAのC2充電電流、L1放出電流、C1充電電流の波形と、昇降圧DC-DCコンバータBのC2充電電流、L2放出電流、C1充電電流の波形とを示した図である。

【0085】

図11(a)は、スイッチG3がオフの状態で、スイッチG2がオンからオフになった際、且つ、スイッチG7がオフの状態で、スイッチG6がオンからオフになった際の電流を回路図に示した図である。図11(b)は、スイッチG2がオフの状態で、スイッチG3がオンからオフになった際、且つ、スイッチG6がオフの状態で、スイッチG7がオン

10

20

30

40

50

からオフになった際の電流を回路図に示した図である。

【0086】

図10に示したように、IGBT部7aのスイッチG2のゲート電圧波形の一周期は t_3 から t_{11} までであり、IGBT部7bのスイッチG3のゲート電圧波形の一周期は t_7 から t_{15} までであり、IGBT部7cのスイッチG6のゲート電圧波形の一周期は t_6 から t_{14} までであり、IGBT部7dのスイッチG7のゲート電圧波形の一周期は t_2 から t_{10} までである。

【0087】

そして、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_3 \sim t_6$ 、 $t_{11} \sim t_{14}$)に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC2において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7aのスイッチG2がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_6 \sim t_7$ 、 $t_{14} \sim t_{15}$)に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

10

【0088】

また、IGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_7 \sim t_{10}$ 、 $t_{15} \sim t_{18}$)に、昇降圧DC-DCコンバータAのコンデンサC1において、充電電流が観測され、その際、コイルL1に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7bのスイッチG3がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_2 \sim t_3$ 、 $t_{10} \sim t_{11}$ 、 $t_{18} \sim t_{19}$)に、コイルL1において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

20

【0089】

つまり、IGBT部7aのスイッチG2がオフからオン又はIGBT部7bのスイッチG3がオフからオンに切り替わることで、コンデンサC1とコンデンサC2とがFC4により交互に充電されると共に、この際にコイルL1に蓄積された磁気エネルギーによる放出電流もコンデンサC1及びコンデンサC2に充電されるという昇圧動作がなされ、FC4の電圧(入力電圧)がモータINV2の電圧(出力電圧)に昇圧されることになる。

【0090】

30

同様に、IGBT部7cのスイッチG6がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_6 \sim t_9$ 、 $t_{14} \sim t_{17}$)に、昇降圧DC-DCコンバータBのコンデンサC2において、充電電流が観測され、その際、コイルL2に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7cのスイッチG6がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7dのスイッチG7がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_9 \sim t_{10}$ 、 $t_{17} \sim t_{18}$)に、コイルL2において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

【0091】

また、IGBT部7dのスイッチG7がオフからオンに切り替わってから、オンからオフに切り替わるまでの期間($t_2 \sim t_5$ 、 $t_{10} \sim t_{13}$)に、昇降圧DC-DCコンバータBのコンデンサC1において、充電電流が観測され、その際、コイルL2に磁気エネルギーが蓄積し、IGBT部7dのスイッチG7がオンからオフに切り替わってから、IGBT部7cのスイッチG6がオフからオンに切り替わるまでの期間($t_5 \sim t_6$ 、 $t_{13} \sim t_{14}$)に、コイルL2において、放出電流が観測され、それにより、コンデンサC1、C2が充電される。

40

【0092】

つまり、IGBT部7cのスイッチG6がオフからオン又はIGBT部7dのスイッチG7がオフからオンに切り替わることで、コンデンサC1とコンデンサC2とがFC4により交互に充電されると共に、この際にコイルL2に蓄積された磁気エネルギーによる放出電流もコンデンサC1及びコンデンサC2に充電されるという昇圧動作がなされ、バッテ

50

リ 6 の電圧（入力電圧）がモータ I N V 2 の電圧（出力電圧）に昇圧されることになる。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 (a) に示した点線 I 1 (C 2 充電電流) は、 I G B T 部 7 a のスイッチ G 2 がオンの期間 (t 3 ~ t 6 、 t 1 1 ~ t 1 4) に、入出力部 3 b の正極側からコイル L 1 、 I G B T 部 7 a のスイッチ G 2 に流れ、この I G B T 部 7 a のスイッチ G 2 を経由して、コンデンサ C 2 にて蓄積される。

【 0 0 9 4 】

図 1 1 (a) に示した点線 I 2 (L 1 放出電流) は、 I G B T 部 7 a のスイッチ G 2 がオフ及び I G B T 部 7 b のスイッチ G 3 がオフの期間 (t 2 ~ t 3 、 t 6 ~ t 7 、 t 1 0 ~ t 1 1 、 t 1 4 ~ t 1 5 、 t 1 8 ~ t 1 9) に、入出力部 3 b の正極側からコイル L 1 、 I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 に流れ、この I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 を経由して、コンデンサ C 1 、コンデンサ C 2 にて一挙に蓄積される。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 (b) に示した点線 I 3 (C 1 充電電流) は、 I G B T 部 7 b のスイッチ G 3 がオンの期間 (~ t 2 、 t 7 ~ t 1 0 、 t 1 5 ~ t 1 8) に、入出力部 3 b の正極側からコイル L 1 、 I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 に流れ、この I G B T 部 7 a のフライホイールダイオード D 1 を経由して、コンデンサ C 1 にて蓄積される。

【 0 0 9 6 】

図 1 1 (a) に示した点線 I 4 (モータ電流 : 交流電流) は、入出力部 3 a の上側からコンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 を経由して、入出力部 3 a の下側に流れる。図 1 1 (b) に示した点線 I 4 (モータ電流 : 交流電流) は、入出力部 3 a の下側からコンデンサ C 2 及びコンデンサ C 1 を経由して、入出力部 3 a の上側に流れる。

【 0 0 9 7 】

図 1 1 (a) に示した点線 I 8 (C 2 充電電流) は、 I G B T 部 7 c のスイッチ G 6 がオンの期間 (t 6 ~ t 9 、 t 1 4 ~ t 1 7) に、入出力部 3 c の正極側からコイル L 2 、 I G B T 部 7 c のスイッチ G 6 に流れ、この I G B T 部 7 c のスイッチ G 6 を経由して、コンデンサ C 2 にて蓄積される。

【 0 0 9 8 】

図 1 1 (a) に示した点線 I 9 (L 1 放出電流) は、 I G B T 部 7 c のスイッチ G 6 がオフ及び I G B T 部 7 d のスイッチ G 7 がオフの期間 (t 5 ~ t 6 、 t 9 ~ t 1 0 、 t 1 3 ~ t 1 4 、 t 1 7 ~ t 1 8) に、入出力部 3 c の正極側からコイル L 2 、 I G B T 部 7 c のフライホイールダイオード D 5 に流れ、この I G B T 部 7 c のフライホイールダイオード D 5 を経由して、コンデンサ C 1 、コンデンサ C 2 にて一挙に蓄積される。

【 0 0 9 9 】

図 1 1 (b) に示した点線 I 1 0 (C 1 充電電流) は、 I G B T 部 7 d のスイッチ G 7 がオンの期間 (t 2 ~ t 5 、 t 1 0 ~ t 1 3 、 t 1 8 ~) に、入出力部 3 c の正極側からコイル L 2 、 I G B T 部 7 c のフライホイールダイオード D 5 に流れ、この I G B T 部 7 c のフライホイールダイオード D 5 を経由して、コンデンサ C 1 にて蓄積される。

【 0 1 0 0 】

なお、この図 1 1 において、昇降圧 D C - D C コンバータ A と昇降圧 D C - D C コンバータ B を、タイミングをずらして動作させると、 I 1 、 I 2 、 I 8 、 I 9 と I 2 、 I 3 、 I 9 、 I 1 0 の電流が同時に流れないので、コンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 に対する負荷を低減でき、容量を小さくすることができる。

【 0 1 0 1 】

(多入出力電力変換器の動作、導通)

多入出力電力変換器 1 の I G B T 部 7 a 及び I G B T 部 7 b のすべてのスイッチ G 1 ~ スイッチ G 4 を常時オフ (停止) にし I G B T 部 7 c 及び I G B T 部 7 d のすべてのスイッチ G 5 ~ スイッチ G 8 を常時オンにする (又は I G B T 部 7 a 及び I G B T 部 7 b のすべてのスイッチ G 1 ~ スイッチ G 4 を常時オンにし I G B T 部 7 c 及び I G B T 部 7 d のすべての

10

20

30

40

50

スイッチ G 5 ~ スwitch G 8 を常時オフ（停止）にする）と、通常の整流回路（導通回路：1 倍の昇圧回路）として動作することになる。

【0102】

この場合、入出力部 3 b の正極側からコイル L 1、IGBT 部 7 a のフライホイールダイオード D 1、IGBT 部 7 c のスイッチ G 5、コイル L 2 を経由して、入出力部 3 c に電流が流れ、さらに、入出力部 3 c の正極側から負極側、IGBT 部 7 d のスイッチ G 8、IGBT 部 7 b のフライホイールダイオード D 4 を経由して、入出力部 3 b の負極側に電流が流れ、コンデンサ C 1、コンデンサ C 2 は昇圧（降圧）には寄与しない。

【0103】

（多入出力電力変換器の応用例）

10

次に、図 12 を参照して、多入出力電力変換器 1 の応用例について説明する。

図 12 に示したように、多入出力電力変換器 1 の応用例は、電力変換回路（DC - DC コンバータ C、D）が共有されている直列コンデンサ（キャパシタ）C 1 及びコンデンサ C 2 を、さらに他の電力変換回路（DC - DC コンバータ E、F）と共有し、一方（上側）の一つの電力変換器（DC - DC コンバータ C）のスイッチ G 1 及びスイッチ G 4 を省略すると共に、他方（下側）の電力変換回路（DC - DC コンバータ E、F）の入出力部 3 a を省略したものである。

【0104】

電力変換回路（DC - DC コンバータ C）は、スイッチ G 1 及びスイッチ G 4 を省略しており、昇圧動作のみが可能であり、電力変換回路（DC - DC コンバータ D）は、昇降圧動作が可能である。また、電力変換回路（DC - DC コンバータ E、F）は、降圧動作のみが可能である。それぞれの負荷（A / C：エアコン、A / P：補機）に対して、降圧動作のみを行うことができる。

20

【0105】

このように、多入出力電力変換器 1 の応用例では、複数の電力変換回路（DC - DC コンバータ C、D、E、F）に、直列に接続させたコンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2 が共有されることで、電力変換回路をコンパクトにし、複数の入出力の電力制御を行うことが可能である。

【0106】

また、この応用例に限らず、本発明は、太陽電池システムのように、複数の電源負荷と接続する場合も一つの多入出力電力変換器 1 により昇降圧動作が行えるため、当該システムの小型化の面で好適である。この場合、共有されているコンデンサの容量は接続する太陽電池の容量・数量等に応じて適宜設定される。

30

【0107】

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は前記実施形態には限定されない。例えば、昇圧動作又は降圧動作のみしか行わない負荷を接続する場合等、昇降圧動作に関係しないスイッチを常時停止としているが、動作に関係していないスイッチを省略することも可能である。また、複数の電力変換回路（昇降圧 DC - DC コンバータ A、B、DC - DC コンバータ C、D、E、F）において、個々の昇降圧動作をさせるときに、共有しているキャパシタ（コンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2）に対する電力変換回路の動作タイミング（スイッチング）をずらすことが望ましい。ただし、2 倍超の昇圧動作、降圧率が 0.5 ~ 1 の降圧動作の場合には、各電力変換回路のスイッチを同時にスイッチングさせることも可能である。

40

【0108】

なお、動作タイミングをずらすのは、共有している直列のコンデンサ C 1 及びコンデンサ C 2（共有コンデンサ）への負担を減らすためである。すなわち、複数の電力変換回路の個々の昇降圧動作のスイッチングタイミングをずらすことにより、共有コンデンサに対する負担が低減でき、容量の小さいコンデンサを用いることができる。

【0109】

また、この多入出力電力変換器 1 を、モータ駆動電力を供給する電動機、燃料電池及び

50

バッテリーを備えた燃料電池車に搭載し、当該電動機と多入出力電力変換器 1 の入出力部 3 a とを接続することも可能である。この場合、モータ駆動電力と燃料電池又はバッテリーの回生電力とのやりとりが頻繁に行われるため、多入出力電力変換器 1 を利用することで、変換損失の少ないシステムを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0110】

【図 1】本発明の実施形態に係る多入出力電力変換システム（多入出力電力変換器を含む）の回路図である。

【図 2】図 1 に示した多入出力電力変換器を昇圧動作する場合の電流電圧波形を示した図である。

【図 3】図 1 に示した多入出力電力変換器に昇圧動作する場合の電流の流れを示した図である。

【図 4】図 1 に示した多入出力電力変換器の昇圧動作する場合の実測波形と計測箇所とを示した図である。

【図 5】図 1 に示した多入出力電力変換器を降圧動作する場合の電流電圧波形を示した図である。

【図 6】図 1 に示した多入出力電力変換器に降圧動作する場合の電流の流れを示した図である。

【図 7】図 1 に示した多入出力電力変換器の降圧動作する場合の実測波形と計測箇所とを示した図である。

【図 8】図 1 に示した多入出力電力変換器を昇降圧動作する場合の電流電圧波形を示した図である。

【図 9】図 1 に示した多入出力電力変換器に昇降圧動作する場合の電流の流れを示した図である。

【図 10】図 1 に示した多入出力電力変換器の 2 つの変換器を昇圧動作する場合の電流電圧波形を示した図である。

【図 11】図 1 に示した多入出力電力変換器の 2 つの変換器に昇圧動作する場合の電流の流れを示した図である。

【図 12】図 1 に示した多入出力電力変換器の応用例を示した図である。

【符号の説明】

【0111】

1	多入出力電力変換器	
3 (3 a、3 b、3 c)	入出力部	
5 (5 a、5 b、5 c)	コンデンサ (平滑用のコンデンサ)	
7 (7 a、7 b、7 c、7 d)	I G B T 部	
9 (9 a、9 b、9 c、9 d、9 e、9 f)	検出手段	
11	制御部	
G 1 ~ G 8	スイッチ	
D 1 ~ D 8	フライホイールダイオード	
L 1、L 2	コイル (インダクタ)	
C 1、C 2	コンデンサ (キャパシタ)	

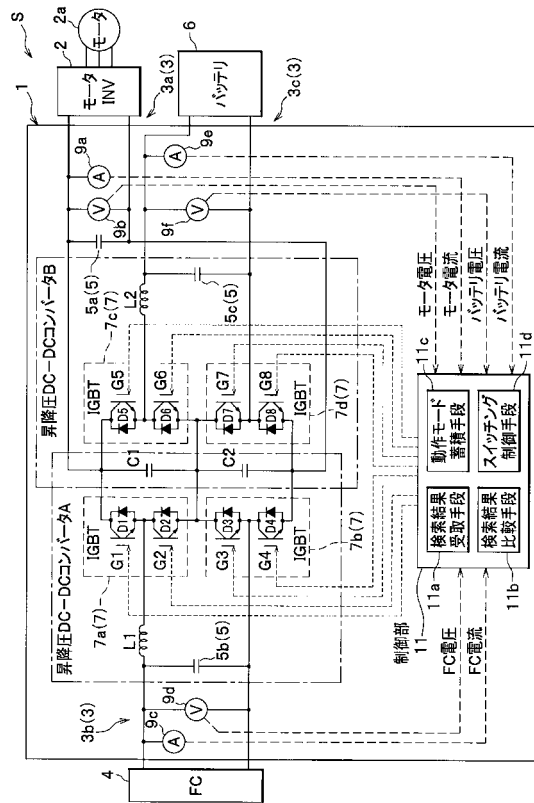
10

20

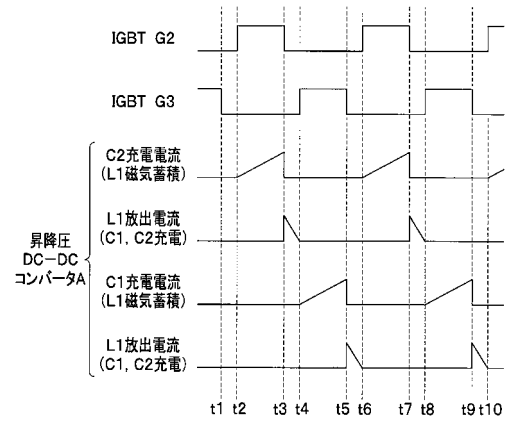
30

40

【図 1】

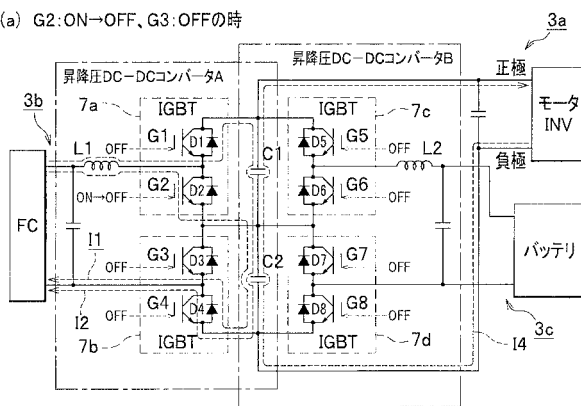


【図 2】

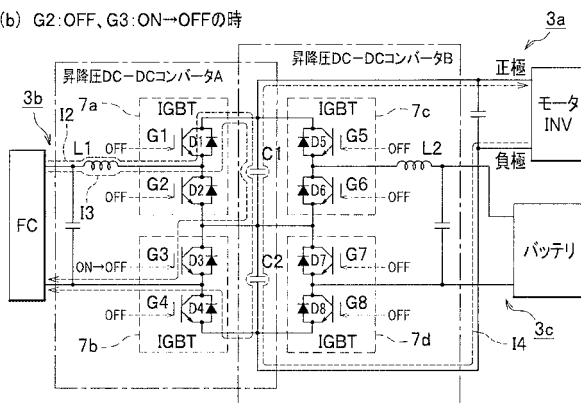


【図 3】

(a) G2:ON→OFF, G3:OFFの時

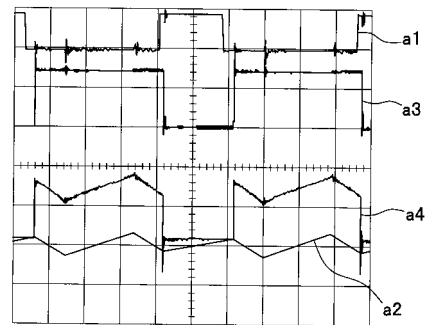


(b) G2:OFF, G3:ON→OFFの時

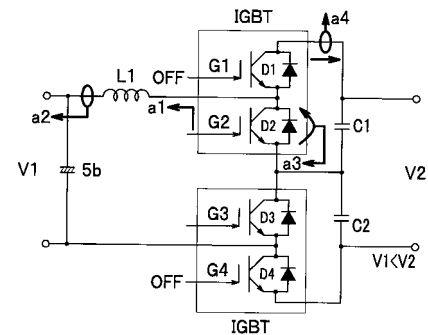


【図 4】

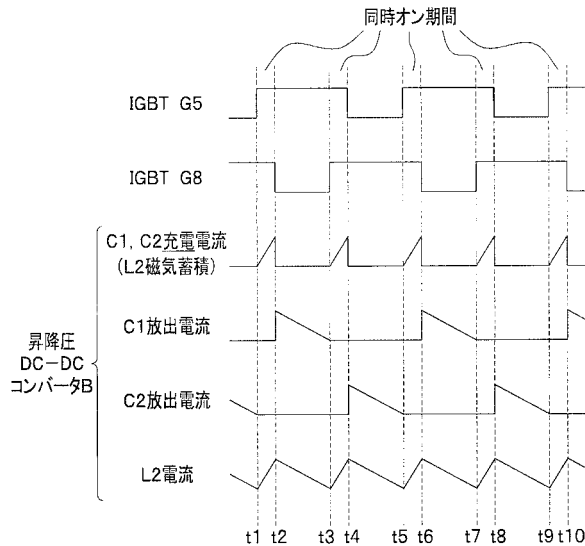
(a)



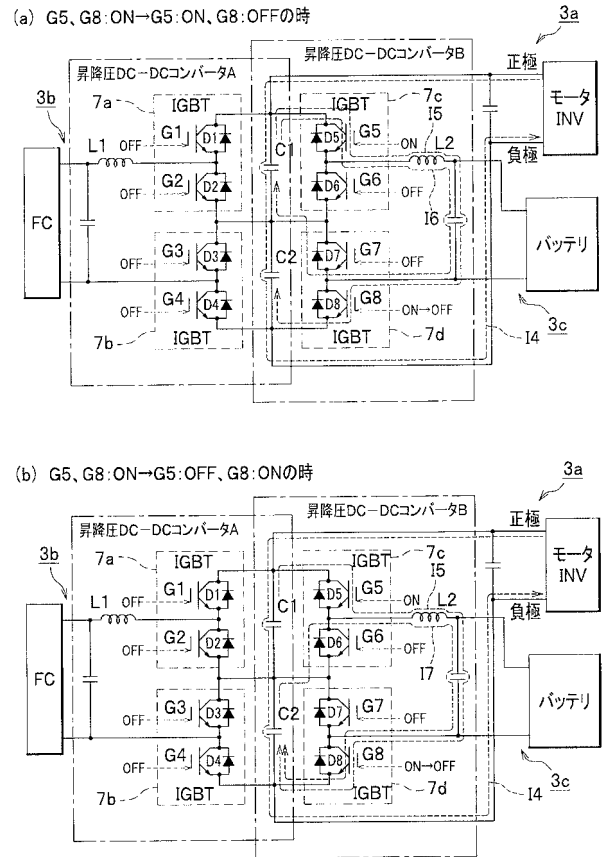
(b)



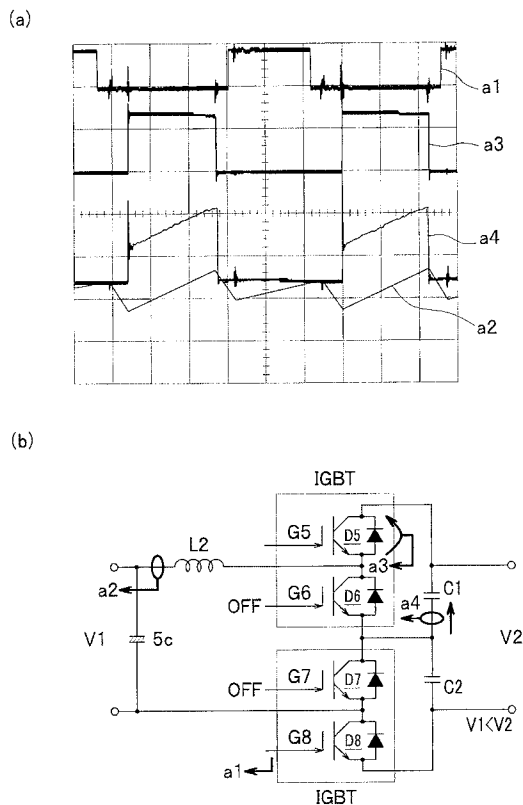
【図 5】



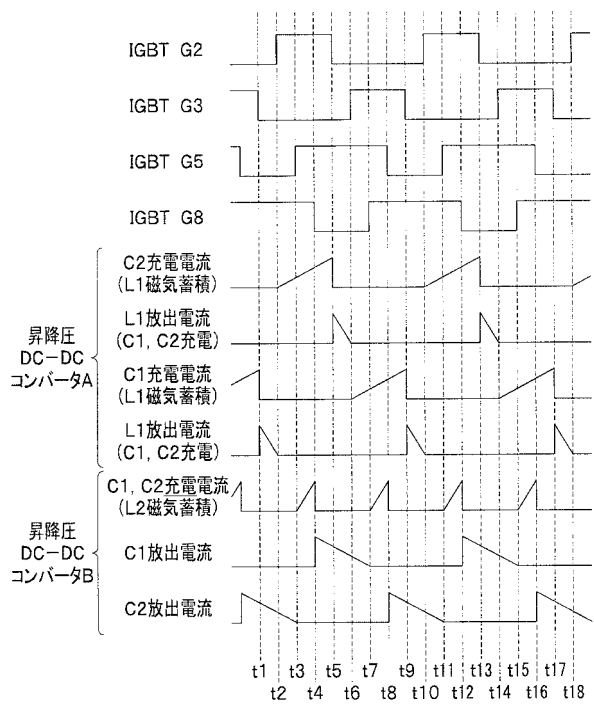
【図 6】



【図 7】

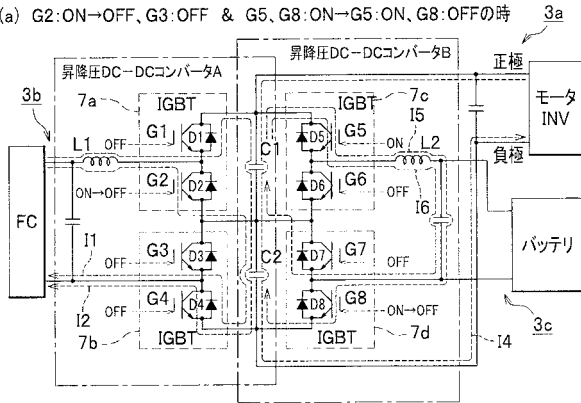


【図 8】

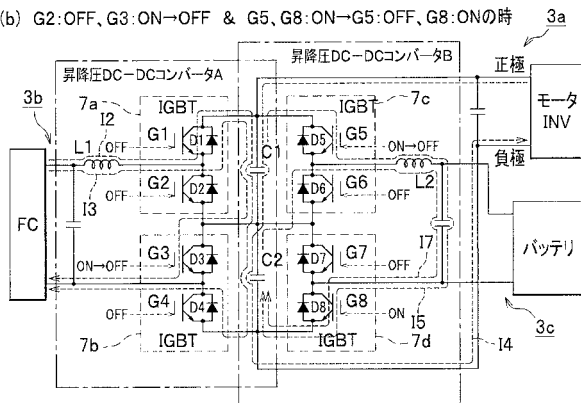


【図 9】

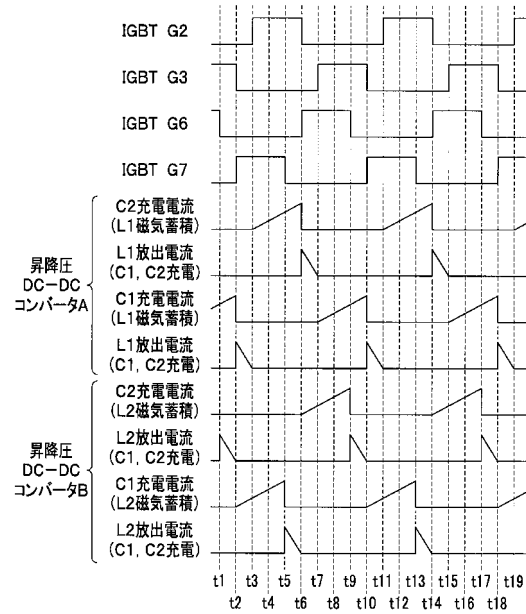
(a) G2:ON→OFF, G3:OFF & G5, G8:ON→G5:ON, G8:OFFの時



(b) G2:OFF, G3:ON→OFF & G5, G8:ON→G5:OFF, G8:ONの時

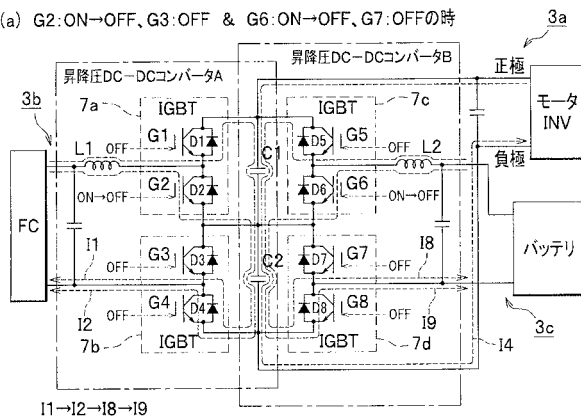


【図 10】

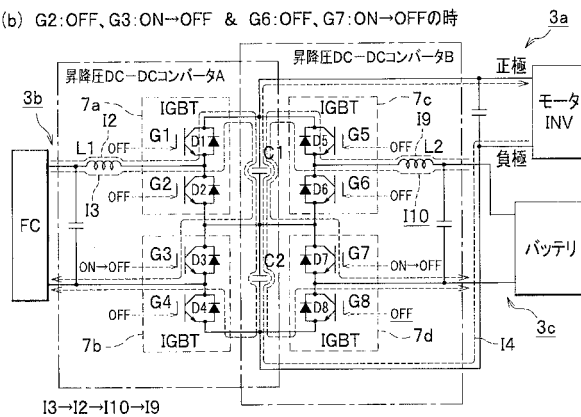


【図 11】

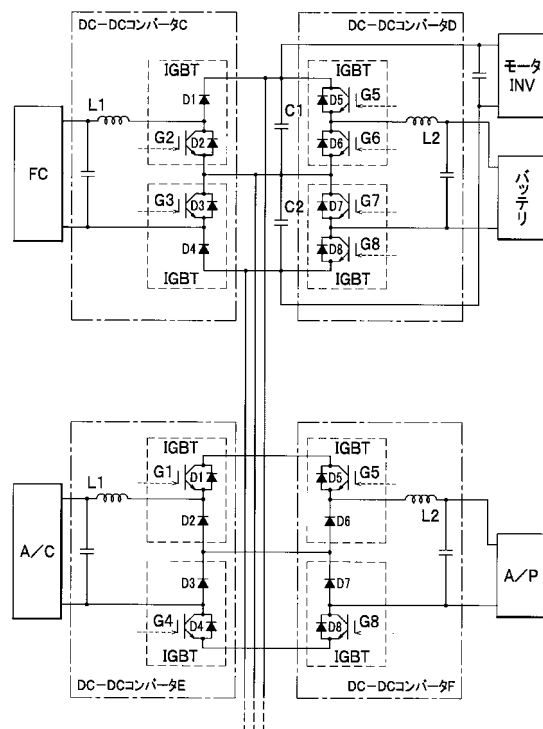
(a) G2:ON→OFF, G3:OFF & G6:ON→OFF, G7:OFFの時



(b) G2:OFF, G3:ON→OFF & G6:OFF, G7:ON→OFFの時



【図 12】



フロントページの続き

審査官 櫻田 正紀

- (56)参考文献 特開2005-348530(JP,A)
特開2005-224060(JP,A)
特開2003-134842(JP,A)
特開2005-151662(JP,A)
特開平11-146639(JP,A)
特開2005-110498(JP,A)
特開2001-275205(JP,A)
特開2005-224059(JP,A)
特開2006-204032(JP,A)
特開2003-009313(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/00 - 3/44
B60L 11/18
H01M 8/00
H01M 8/04