

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5352182号
(P5352182)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年8月30日(2013.8.30)

(51) Int.Cl.

F I

B60L 11/18 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/00 (2006.01)
H02P 6/08 (2006.01)
H02M 3/155 (2006.01)

B60L 11/18 G
H01M 8/04 P
H01M 8/04 N
H01M 8/00 A
H01M 8/00 Z

請求項の数 9 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-274302 (P2008-274302)
(22) 出願日 平成20年10月24日(2008.10.24)
(65) 公開番号 特開2010-104165 (P2010-104165A)
(43) 公開日 平成22年5月6日(2010.5.6)
審査請求日 平成22年11月25日(2010.11.25)

(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 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100146835
弁理士 佐伯 義文
(74) 代理人 100094400
弁理士 鈴木 三義
(74) 代理人 100107836
弁理士 西 和哉
(74) 代理人 100108453
弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源装置および燃料電池車両の電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電位の異なる第1ラインおよび第2ラインおよび第3ラインと、
発電装置と蓄電装置とが直列に接続されてなる電池回路と、
第1DC-DCコンバータとを備え、
前記電池回路の両端は前記第1ラインと前記第3ラインとに接続され、
前記電池回路の前記発電装置と前記蓄電装置との接続点は前記第2ラインに接続され、
前記第1DC-DCコンバータの昇圧動作の1次側の正極および負極端子は前記第2ラインと前記第3ラインとに接続され、
前記第1DC-DCコンバータの昇圧動作の2次側の正極および負極端子は前記第1ラインと前記第3ラインとに接続され、
前記第1ラインおよび前記第3ラインは、負荷の両端に接続され、前記負荷に電力を出力するものであって、
動作モードとして、少なくとも第1モードおよび第2モードを有し、
前記第1モードは、前記蓄電装置の放電電流が前記発電装置の発電電流よりも大きい状態で前記負荷に電力を供給する動作モードであり、
前記第2モードは、前記蓄電装置の放電電流が前記発電装置の発電電流よりも小さい状態で前記負荷に電力を供給する動作モードであり、
前記第1DC-DCコンバータのスイッチングデューティーを変化させて前記動作モードを変化させる制御装置を備える、

10

20

ことを特徴とする電源装置。

【請求項 2】

前記蓄電装置は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続され、

前記発電装置は前記第 2 ラインと前記第 3 ラインとに接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載の電源装置。

【請求項 3】

前記発電装置は燃料電池スタックであり、

前記燃料電池スタックに反応ガスを供給するポンプおよび冷媒を供給するポンプのうち少なくとも 1 つのポンプの駆動回路は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続されていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の電源装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 の何れか 1 つに記載の電源装置と、

前記電源装置から電力が供給される車両駆動用電動機とを備え、前記発電装置は燃料電池スタックであることを特徴とする燃料電池車両の電源システム。

【請求項 5】

車両用補機を備え、

前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池車両の電源システム。

【請求項 6】

20

車両用補機を備え、

前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 2 ラインと前記第 3 ラインとに接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池車両の電源システム。

【請求項 7】

車両用補機を備え、

前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 1 ラインと前記第 3 ラインとに接続されていることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池車両の電源システム。

【請求項 8】

前記車両用補機の前記少なくとも一部は第 2 DC - DC コンバータを介して前記電源装置に接続されていることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 の何れか 1 つに記載の燃料電池車両の電源システム。

30

【請求項 9】

前記車両用補機の前記少なくとも一部は空調機器を備えることを特徴とする請求項 5 から請求項 8 の何れか 1 つに記載の燃料電池車両の電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電源装置および燃料電池車両の電源システムに関する。

【背景技術】

【0002】

40

従来、例えば燃料電池に接続された第 1 DC - DC コンバータと、蓄電装置に接続された第 2 DC - DC コンバータとを備え、2 つの第 1 および第 2 DC - DC コンバータから車両駆動用電動機などの負荷に電力を供給する電源システムが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【特許文献 1】特開 2007 - 318938 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、上記従来技術に係る電源システムにおいては、複数の電源（つまり、燃料電池および蓄電装置）毎に DC - DC コンバータを備えることに起因して、電源システムの

50

構成に要する費用が高むとともに、電源システムのサイズが増大してしまうという問題が生じることから、費用の削減およびサイズの小型化が望まれている。

【 0 0 0 4 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することが可能な電源装置および燃料電池車両の電源システム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】

【 0 0 0 5 】

上記課題を解決して係る目的を達成するために、本発明の第 1 態様に係る電源装置（例えば、実施の形態での電源装置 1 0）は、電位の異なる第 1 ライン（例えば、実施の形態での第 1 ライン L 1）および第 2 ライン（例えば、実施の形態での第 2 ライン L 2）および第 3 ライン（例えば、実施の形態での第 3 ライン L 3）と、発電装置（例えば、実施の形態での燃料電池スタック 1 1）と蓄電装置（例えば、実施の形態でのバッテリー 1 2）とが直列に接続されてなる電池回路（例えば、実施の形態での電池回路 1 0 a）と、第 1 D C - D C コンバータ（例えば、実施の形態での第 1 D C - D C コンバータ 1 3）とを備え、前記電池回路の両端は前記第 1 ラインと前記第 3 ラインとに接続され、前記電池回路の前記発電装置と前記蓄電装置との接続点は前記第 2 ラインに接続され、前記第 1 D C - D C コンバータの昇圧動作の 1 次側の正極および負極端子は前記第 2 ラインと前記第 3 ラインとに接続され、前記第 1 D C - D C コンバータの昇圧動作の 2 次側の正極および負極端子は前記第 1 ラインと前記第 3 ラインとに接続され、前記第 1 ラインおよび前記第 3 ラインは、負荷の両端に接続され、前記負荷に電力を出力するものであって、動作モードとして、少なくとも第 1 モードおよび第 2 モードを有し、前記第 1 モードは、前記蓄電装置の放電電流が前記発電装置の発電電流よりも大きい状態で前記負荷に電力を供給する動作モードであり、前記第 2 モードは、前記蓄電装置の放電電流が前記発電装置の発電電流よりも小さい状態で前記負荷に電力を供給する動作モードであり、前記第 1 D C - D C コンバータのスイッチングデューティーを変化させて前記動作モードを変化させる制御装置を備える。

【 0 0 0 6 】

さらに、本発明の第 2 態様に係る電源装置では、前記蓄電装置は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続され、前記発電装置は前記第 2 ラインと前記第 3 ラインとに接続されている。

【 0 0 0 7 】

さらに、本発明の第 3 態様に係る電源装置では、前記発電装置は燃料電池スタックであり、前記燃料電池スタックに反応ガスを供給するポンプ（例えば、実施の形態でのエアポンプ（A P）2 1）および冷媒を供給するポンプのうち少なくとも 1 つのポンプの駆動回路（例えば、実施の形態でのエアポンプインバータ 1 4）は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続されている。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の第 4 態様に係る燃料電池車両の電源システム（例えば、実施の形態での燃料電池車両の電源システム 2 0）は、上記第 1 態様から第 3 態様の何れか 1 つの電源装置（例えば、実施の形態での電源装置 1 0）と、前記電源装置から電力が供給される車両駆動用電動機（例えば、実施の形態での駆動モータ 2 2）とを備え、前記発電装置は燃料電池スタックである。

【 0 0 0 9 】

さらに、本発明の第 5 態様に係る燃料電池車両の電源システムは、車両用補機を備え、前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 1 ラインと前記第 2 ラインとに接続されている。

【 0 0 1 0 】

さらに、本発明の第 6 態様に係る燃料電池車両の電源システムは、車両用補機を備え、前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 2 ラインと前記第 3 ラインとに接続されている

10

20

30

40

50

。

【 0 0 1 1 】

さらに、本発明の第 7 態様に係る燃料電池車両の電源システムは、車両用補機を備え、前記車両用補機の少なくとも一部は前記第 1 ラインと前記第 3 ラインとに接続されている。

。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明の第 8 態様に係る燃料電池車両の電源システムでは、前記車両用補機の前記少なくとも一部は第 2 D C - D C コンバータ（例えば、実施の形態での第 2 D C - D C コンバータ 2 3 ）を介して前記電源装置に接続されている。

【 0 0 1 3 】

さらに、本発明の第 9 態様に係る燃料電池車両の電源システムでは、前記車両用補機の前記少なくとも一部は空調機器（例えば、実施の形態での空調機器 2 4 ）を備える。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明の電源装置によれば、発電装置と蓄電装置とが直列に接続されてなる電池回路に対して単一の第 1 D C - D C コンバータを備えるだけで複数の動作モードを切り換えることができ、例えば発電装置と蓄電装置毎に個別に D C - D C コンバータを備える場合に比べて、構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明の燃料電池車両の電源システムによれば、単一の第 1 D C - D C コンバータのみを備えることで電源装置の構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができることに加えて、燃料電池スタックと蓄電装置とが直列に接続されることから、例えば燃料電池スタックと蓄電装置とが並列に接続される場合に比べて、車両駆動用電動機の駆動回路の動作電圧を増大させ、かつ、電流を低下させることができ、車両駆動用電動機および駆動回路のサイズを小型化できると共に運転効率を向上させることができ、燃料電池車両の電源システムの構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができる。

また、第 1 D C - D C コンバータの異常時（例えば、開放故障時など）であっても、電池回路から車両駆動用電動機の駆動回路に電源を供給することができ、燃料電池車両を走行させることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

以下、本発明の実施形態に係る電源装置および燃料電池車両の電源システムについて添付図面を参照しながら説明する。

本実施の形態による電源装置 1 0 は、例えば図 1 に示すように、燃料電池スタック（F C）1 1 と、バッテリー 1 2 と、第 1 D C - D C コンバータ 1 3 と、エアポンプインバータ 1 4 とを備えて構成されている。そして、電源装置 1 0 は、例えば駆動モータインバータ 1 5 に接続されている。

【 0 0 1 7 】

電源装置 1 0 は、例えば燃料電池車両の電源システム 2 0 に具備され、この燃料電池車両の電源システム 2 0 は、例えば図 2 および図 3 に示すように、電源装置 1 0 と、エアポンプ（A P）2 1 と、駆動モータ 2 2 と、第 2 D C - D C コンバータ 2 3 と、空調機器 2 4 と、制御装置 2 5 と、地絡センサ 2 6 と、出力電流センサ 2 7 と、相電流センサ 2 8 と、角度センサ 2 9 とを備えて構成されている。

【 0 0 1 8 】

燃料電池スタック 1 1 は、陽イオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜を、アノード触媒およびガス拡散層からなる燃料極（アノード）と、カソード触媒およびガス拡散層からなる酸素極（カソード）とで挟持してなる電解質電極構造体を、更に一對のセパレータで挟持してなる燃料電池セルを多数組積層して構成され、燃料電池セルの積層体は一對のエンドプレートによって積層方向の両側から挟み込まれている。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

燃料電池スタック 1 1 のカソードには酸素を含む酸化剤ガス（反応ガス）である空気がエアポンプ 2 1 から供給され、アノードには水素を含む燃料ガス（反応ガス）が、例えば高圧の水素タンク（図示略）から供給されている。

そして、アノードのアノード触媒上で触媒反応によりイオン化された水素は、適度に加湿された固体高分子電解質膜を介してカソードへと移動し、この移動に伴って発生する電子が外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。このときカソードにおいては、水素イオン、電子及び酸素が反応して水が生成される。

【 0 0 2 0 】

なお、エアポンプ 2 1 は、例えば車両の外部から空気を取り込んで圧縮し、この空気を反応ガスとして燃料電池スタック 1 1 のカソードに供給する。このエアポンプ 2 1 を駆動するモータ（図示略）の回転数は、制御装置 2 5 から出力される制御指令に基づき、例えばパルス幅変調（PWM）による PWM インバータなどからなるエアポンプインバータ 1 4 により制御されている。

【 0 0 2 1 】

なお、電源装置 1 0 ではバッテリー 1 2 の代わりに蓄電装置として、例えば電気二重層コンデンサや電解コンデンサなどからなるキャパシタを備えてもよい。

【 0 0 2 2 】

第 1 DC - DC コンバータ 1 3 は、例えばチョップパ型の DC - DC コンバータであって、図 3 に示すように、複数のスイッチング素子（例えば、IGBT：Insulated Gate Bipolar mode Transistor）がブリッジ接続されてなる 3 相のブリッジ回路 3 1 と、3 相のチョークコイル 3 2 と、平滑コンデンサ 3 3 とを備えて構成されている。

なお、第 1 DC - DC コンバータ 1 3 を簡略化して示す図 1 および図 2 においては、3 相のうち 1 相分のみのスイッチング素子とチョークコイル 3 2 のみを図示している。

【 0 0 2 3 】

ブリッジ回路 3 1 は、後述する 3 相の駆動モータインバータ 1 5 を構成する 3 相のブリッジ回路 5 1 と同等であって、例えば各相毎に対をなすハイ側およびロー側第 1 トランジスタ A H , A L と、ハイ側およびロー側第 2 トランジスタ B H , B L と、ハイ側およびロー側第 3 トランジスタ C H , C L とがブリッジ接続されている。そして、各トランジスタ A H , B H , C H はコレクタが 2 次側正極端子 P 2 に接続されてハイサイドアームを構成し、各トランジスタ A L , B L , C L はエミッタが 2 次側負極端子 N 2 に接続されてローサイドアームを構成している。そして、各相毎に、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H のエミッタはローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L のコレクタに接続され、各トランジスタ A H , A L , B H , B L , C H , C L のコレクタ - エミッタ間には、エミッタからコレクタに向けて順方向となるようにして、各ダイオード D A H , D A L , D B H , D B L , D C H , D C L が接続されている。

【 0 0 2 4 】

そして、このブリッジ回路 3 1 は、制御装置 2 5 から出力されて各トランジスタのゲートに入力されるパルス幅変調（PWM）された信号（PWM 信号）によって駆動され、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオンかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオフとなる状態と、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオフかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオンとなる状態とが、交互に切り替えられる。

【 0 0 2 5 】

平滑コンデンサ 3 3 は、2 次側正極端子 P 2 および 2 次側負極端子 N 2 に接続されている。

3 相のチョークコイル 3 2 は、各チョークコイル 3 2 の一端がブリッジ回路 3 1 の各相毎のコレクタ - エミッタ間、つまり各トランジスタ A H , A L のコレクタ - エミッタ間および各トランジスタ B H , B L のコレクタ - エミッタ間および各トランジスタ C H , C L のコレクタ - エミッタ間のそれぞれに接続され、各チョークコイル 3 2 の他端は互いに 1

10

20

30

40

50

次側正極端子 P 1 に接続されている。

【 0 0 2 6 】

3 相のチョークコイル 3 2 は、例えば図 4 に示すように、単一の矩形のコア 4 1 にコモンモード巻きで巻回され、通電時に各チョークコイル 3 2 から発生する磁束の方向が同方向となるように設定されている。

そして、3 相のうち何れか 1 相のチョークコイル 3 2 は、矩形のコア 4 1 をなす 2 対の対辺のうち一方の 1 対の対辺 4 1 a に分散して巻回され、3 相のうち他の 2 相のチョークコイル 3 2 は、矩形のコア 4 1 をなす 2 対の対辺のうち他方の 1 対の対辺 4 1 b にそれぞれ集中して巻回されている。

なお、3 相の各チョークコイル 3 2 は、例えば図 5 に示すように、矩形のコア 4 1 をなす 4 辺のうち何れか 3 辺にそれぞれ集中して巻回されてもよいし、他の巻線構造であってもよい。

【 0 0 2 7 】

第 1 D C - D C コンバータ 1 3 は、例えば図 3 に示すように、電位の異なる 3 つの各ライン L 1 , L 2 , L 3 (例えば、L 1 の電位 > L 2 の電位 > L 3 の電位) に対して、1 次側が第 2 ライン L 2 と第 3 ライン L 3 とに接続され、2 次側が第 1 ライン L 1 と第 3 ライン L 3 とに接続されている。つまり、第 1 ライン L 1 は 2 次側正極端子 P 2 に接続され、第 2 ライン L 2 は 1 次側正極端子 P 1 に接続され、第 3 ライン L 3 は 1 次側負極端子 N 1 および 2 次側負極端子 N 2 に接続されている。

【 0 0 2 8 】

この第 1 D C - D C コンバータ 1 3 は、例えば駆動モータ 2 2 の駆動時などにおける 1 次側から 2 次側への昇圧動作時には、先ず、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオフかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオンとされ、1 次側から入力される電流によってチョークコイル 3 2 が直流励磁されて磁気エネルギーが蓄積される。

そして、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオンかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオフとされ、チョークコイル 3 2 に流れる電流が遮断されることに起因する磁束の変化を妨げるようにしてチョークコイル 3 2 の両端間に起電圧 (誘導電圧) が発生し、チョークコイル 3 2 に蓄積された磁気エネルギーによる誘導電圧が 1 次側の入力電圧に上積みされて 1 次側の入力電圧よりも高い昇圧電圧が 2 次側に印加される。この切換動作に伴って発生する電圧変動は平滑コンデンサ 3 3 により平滑化され、昇圧電圧が 2 次側から出力される。

【 0 0 2 9 】

一方、例えば駆動モータ 2 2 の回生時などにおける 2 次側から 1 次側への回生動作時には、先ず、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオフかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオンとされ、2 次側から入力される電流によってチョークコイル 3 2 が直流励磁されて磁気エネルギーが蓄積される。

そして、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H がオンかつローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L がオフとされ、チョークコイル 3 2 に流れる電流が遮断されることに起因する磁束の変化を妨げるようにしてチョークコイル 3 2 の両端間に起電圧 (誘導電圧) が発生する。このチョークコイル 3 2 に蓄積された磁気エネルギーによる誘導電圧は、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H のオン / オフの比率に応じて 2 次側の入力電圧が降圧された降圧電圧となり、降圧電圧が 1 次側に印加される。

【 0 0 3 0 】

第 1 D C - D C コンバータ 1 3 は、制御装置 2 5 から出力されて各トランジスタのゲートに入力されるパルス幅変調 (P W M) された信号 (P W M 信号) によって駆動され、例えば P W M 信号の 1 周期におけるハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H のオンの比率として定義されるスイッチングデューティーに応じて、ハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H とローサイドアームの各トランジスタ A L , B L , C L と

10

20

30

40

50

のオン/オフを切り換える。

なお、ハイサイドアームの各トランジスタA_H, B_H, C_Hと、ローサイドアームの各トランジスタA_L, B_L, C_Lとは、オン/オフの切り換え時に、同時にオンとなることが禁止され、同時にオフとなる適宜のデッドタイムが設けられている。

【0031】

そして、燃料電池スタック11は正極側および負極側に配置されたコンタクタ11aとコンデンサ11bとを介して第2ラインL2と第3ラインL3とに接続され、バッテリー12は正極側および負極側に配置されたコンタクタ12aおよび正極側に配置された電流制限回路12bを介して第1ラインL1と第2ラインL2とに接続されている。これにより、第1ラインL1と第3ラインL3との間で燃料電池スタック11とバッテリー12とは直列に接続されて電池回路10aを形成している。

10

そして、第1ラインL1および第3ラインL3から負荷(例えば、駆動モータ22など)に電力が出力されるようにして第1ラインL1と第3ラインL3とは駆動モータインバータ15に接続されている。

【0032】

そして、エアポンプ21の駆動回路であるエアポンプインバータ14は第1ラインL1と第2ラインL2とに接続されている。

【0033】

3相の駆動モータ22の駆動回路をなす駆動モータインバータ15は、例えばパルス幅変調(PWM)によるPWMインバータであって、複数のスイッチング素子(例えば、IGBT: Insulated Gate Bipolar mode Transistor)がブリッジ接続されてなる3相のブリッジ回路51を備えて構成されている。

20

【0034】

ブリッジ回路51は、第1DC-DCコンバータ13を構成する3相のブリッジ回路31と同等であって、例えば各相毎に対をなすハイ側およびロー側U相トランジスタU_H, U_Lと、ハイ側およびロー側V相トランジスタV_H, V_Lと、ハイ側およびロー側W相トランジスタW_H, W_Lとがブリッジ接続されている。そして、各トランジスタU_H, V_H, W_Hはコレクタが第1DC-DCコンバータ13の2次側正極端子P2に接続されてハイサイドアームを構成し、各トランジスタU_L, V_L, W_Lはエミッタが第1DC-DCコンバータ13の2次側負極端子N2に接続されてローサイドアームを構成している。そして、各相毎に、ハイサイドアームの各トランジスタU_H, V_H, W_Hのエミッタはローサイドアームの各トランジスタU_L, V_L, W_Lのコレクタに接続され、各トランジスタU_H, U_L, V_H, V_L, W_H, W_Lのコレクタ-エミッタ間には、エミッタからコレクタに向けて順方向となるようにして、各ダイオードD_{U_H}, D_{U_L}, D_{V_H}, D_{V_L}, D_{W_H}, D_{W_L}が接続されている。

30

【0035】

この駆動モータインバータ15は、制御装置25から出力されてブリッジ回路51の各トランジスタのゲートに入力されるパルス幅変調(PWM)された信号(PWM信号)によって駆動され、例えば駆動モータ22の駆動時には、各相毎に対をなす各トランジスタのオン(導通)/オフ(遮断)状態を切り替えることによって、電源装置10から出力される直流電力を3相交流電力に変換し、3相のステータ巻線への通電を順次転流させることで、各相のステータ巻線に交流のU相電流I_uおよびV相電流I_vおよびW相電流I_wを通電する。一方、例えば駆動モータ22の回生時には、駆動モータ22から出力される3相交流電力を直流電力に変換して第1DC-DCコンバータ13に供給し、バッテリー12の充電および第1DC-DCコンバータ13に接続された負荷に対する給電などをおこなう。

40

なお、駆動モータ22は、例えば界磁として永久磁石を利用する永久磁石式の3相交流同期モータとされており、駆動モータインバータ15から供給される3相交流電力により駆動制御されると共に、車両の減速時において駆動輪側から駆動モータ22側に駆動力が伝達されると、駆動モータ22は発電機として機能して、いわゆる回生制動力を発生し、

50

車体の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収する。

【 0 0 3 6 】

第 2 D C - D C コンバータ 2 3 は、例えばチョッパ型の D C - D C コンバータであって、燃料電池車両に搭載される車両用補機の少なくとも一部（例えば、処理装置と、電磁バルブと、1 2 V 系負荷となど）が負荷として接続されている。

第 2 D C - D C コンバータ 2 3 は、第 1 ライン L 1 と第 2 ライン L 2 とに接続され、制御装置 2 5 から出力される制御指令に応じたチョッピング動作により、第 1 ライン L 1 と第 2 ライン L 2 との間に印加される電圧を降圧して、第 2 D C - D C コンバータ 2 3 に接続された負荷に供給する。

【 0 0 3 7 】

10

また、燃料電池車両に搭載される車両用補機の少なくとも一部をなす空調機器 2 4 は、例えば燃料電池車両に搭載されるヒータと、コンプレッサ用のモータおよび駆動回路（例えば、インバータなど）となどを備えて構成されている。

空調機器 2 4 は、第 1 ライン L 1 と第 2 ライン L 2 とに接続され、第 1 ライン L 1 および第 2 ライン L 2 から電力が供給される。

【 0 0 3 8 】

制御装置 2 5 は、第 1 D C - D C コンバータ 1 3 のスイッチングデューティを制御するデューティ制御をおこなうとともに、駆動モータインバータ 1 5 の電力変換動作を制御する。

制御装置 2 5 には、例えば、第 1 ライン L 1 と第 3 ライン L 3 とに接続されて地絡の発生を検知する地絡センサ 2 6 と、燃料電池スタック 1 1 の出力電流 I F C を検出する出力電流センサ 2 7 と、駆動モータインバータ 1 5 と駆動モータ 2 2 との間において 3 相の各相電流を検出する相電流センサ 2 8 と、駆動モータ 2 2 の回転子の回転角（つまり、所定の基準回転位置からの回転子の磁極の回転角度であって、駆動モータ 2 2 の回転軸の回転位置）を検出する角度センサ 2 9 との各センサから出力される検出信号が入力されている。

20

【 0 0 3 9 】

制御装置 2 5 は、例えば、消費電力算出部 6 1 と、目標電力配分設定部 6 2 と、目標電流設定部 6 3 と、デューティ制御部 6 4 と、駆動モータ制御部 6 5 とを備えて構成されている。

30

【 0 0 4 0 】

消費電力算出部 6 1 は、電源装置 1 0 から電力が供給される負荷（例えば、電源装置 1 0 の外部の負荷である駆動モータ 2 2 および空調機器 2 4 および車両用補機など、および、電源装置 1 0 の内部の負荷であるエアポンプインバータ 1 4 など）の総消費電力を算出する。

【 0 0 4 1 】

目標電力配分設定部 6 2 は、例えば駆動モータ 2 2 の駆動時においては、燃料電池スタック 1 1 の状態（例えば、発電指令に応じた燃料電池スタック 1 1 の状態変化の変化率など）と、バッテリー 1 2 の残容量 S O C となどに基づき、電源装置 1 0 の電池回路 1 0 a を形成する燃料電池スタック 1 1 とバッテリー 1 2 との電力配分、つまり消費電力算出部 6 1

40

により算出された総消費電力を燃料電池スタック 1 1 から出力される電力とバッテリー 1 2 から出力される電力とを加算して得た値とする際の配分を設定する。

例えば駆動モータ 2 2 の駆動時における電力配分は、第 1 D C - D C コンバータ 1 3 のスイッチングデューティ（つまり、P W M 信号の 1 周期におけるハイサイドアームの各トランジスタ A H , B H , C H のオンの比率）に応じた値となり、スイッチングデューティ（ $d u t y$ ）は燃料電池スタック 1 1 の電圧（ $V F C$ ）とバッテリー 1 2 の電圧（ $V B$ ）とにより以下に示すように記述される。

【 0 0 4 2 】

$$d u t y = V F C / (V F C + V B)$$

【 0 0 4 3 】

50

これにより、以下に示すようにスイッチングデューティ（ $duty$ ）によって燃料電池スタック 11 の電圧（ V_{FC} ）とバッテリー 12 の電圧（ V_B ）との比が記述される。

【0044】

$$V_B / V_{FC} = (1 - duty) / duty$$

【0045】

燃料電池スタック 11 の電圧（ V_{FC} ）とバッテリー 12 の電圧（ V_B ）とは、例えば図 6 および図 7 に示すように、それぞれ燃料電池スタック 11 の電流（出力電流 I_{fc} ）および電力とバッテリー 12 の電流（ I_b ）および電力と所定の対応関係を有することから、スイッチングデューティ（ $duty$ ）により、燃料電池スタック 11 の動作点（例えば、電圧または電流または電力）とバッテリー 12 の動作点（例えば、電圧または電流または電力）との比が記述される。

10

【0046】

また、目標電力配分設定部 62 は、例えば駆動モータ 22 の回生時においては、燃料電池スタック 11 の状態（例えば、発電指令に応じた燃料電池スタック 11 の状態変化の変化率など）と、バッテリー 12 の残容量 SOC と、駆動モータ 22 の回生電力となどに基づき、燃料電池スタック 11 と駆動モータインバータ 15 との電力供給側の電力配分、および、バッテリー 12 と負荷（例えば、空調機器 24 および車両用補機およびエアポンプインバータ 14 など）との電力受給側の電力配分を設定する。

【0047】

目標電流設定部 63 は、例えば駆動モータ 22 の駆動時においては、スイッチングデューティ（ $duty$ ）により、燃料電池スタック 11 の動作点（例えば、電圧または電流または電力）とバッテリー 12 の動作点（例えば、電圧または電流または電力）との比が記述されることから、燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点と第 1 DC - DC コンバータ 13 のスイッチングデューティと負荷の総消費電力との対応関係を示す所定マップを参照して、燃料電池スタック 11 の出力電流 I_{fc} に対する目標電流を取得する。

20

【0048】

この所定マップは、例えば図 8 に示すように、燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点とを直交座標とする 2 次元座標上において、第 1 DC - DC コンバータ 13 のスイッチングデューティの複数の値毎に対して設定された燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点との対応関係（ $D(1), \dots, D(k), \dots$ ）と、負荷の総消費電力の複数の値毎に対して設定された燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点との対応関係（ $P(1), \dots, P(k), \dots$ ）とを備えている。

30

そして、第 1 DC - DC コンバータ 13 のスイッチングデューティの複数の値毎に対して設定された対応関係では、スイッチングデューティに応じた比率で燃料電池スタック 11 の動作点の増大に伴いバッテリー 12 の動作点が増大傾向に変化するように設定されている。

また、負荷の総消費電力の複数の値毎に対して設定された燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点との対応関係では、燃料電池スタック 11 の動作点に応じた電力とバッテリー 12 の動作点に応じた電力との和が負荷の総消費電力と等しくなるような動作点の組み合わせが設定されている。

40

【0049】

目標電流設定部 63 は、燃料電池スタック 11 の動作点とバッテリー 12 の動作点とを直交座標とする 2 次元座標上において、消費電力算出部 61 により算出された負荷の総消費電力に応じた対応関係 $P(k)$ と目標電力配分設定部 62 により設定された電力配分に応じた第 1 DC - DC コンバータ 13 のスイッチングデューティに応じた対応関係 $D(k)$ との交点を燃料電池スタック 11 およびバッテリー 12 の動作点とし、この動作点に応じた燃料電池スタック 11 の電流（出力電流 I_{fc} ）を目標電流として出力する。

【0050】

また、目標電流設定部 63 は、例えば駆動モータ 22 の回生時においては、目標電力配

50

分設定部 6 2 により設定された電力配分に応じて、燃料電池スタック 1 1 の電流（出力電流 I_{fc} ）の目標電流として零あるいは正の値を出力する。

【0051】

デューティ制御部 6 4 は、燃料電池スタック 1 1 とバッテリー 1 2 との実際の電力配分（実電力配分）が目標電力配分設定部 6 2 により設定された電力配分（目標電力配分）に一致するようにして、例えば出力電流センサ 2 7 から出力される燃料電池スタック 1 1 の出力電流 I_{FC} の検出値が目標電流設定部 6 3 から出力される燃料電池スタック 1 1 の電流（出力電流 I_{fc} ）の目標電流に一致するようにして、第 1 DC - DC コンバータ 1 3 のスイッチングデューティを制御する。

デューティ制御部 6 4 は、例えば、電流偏差算出部 7 1 と、フィードバック処理部 7 2 と、PWM 信号生成部 7 3 とを備えて構成されている。

【0052】

電流偏差算出部 7 1 は、出力電流センサ 2 7 から出力される燃料電池スタック 1 1 の出力電流 I_{FC} の検出値と、目標電流設定部 6 3 から出力される燃料電池スタック 1 1 の電流（出力電流 I_{fc} ）の目標電流との電流偏差を算出して出力する。

フィードバック処理部 7 2 は、例えば PID（比例積分微分）動作により、電流偏差算出部 7 1 から出力される電流偏差を制御増幅して電圧指令値を算出する。

【0053】

PWM 信号生成部 7 3 は、フィードバック処理部 7 2 から出力される電圧指令値に応じた出力電流 I_{fc} を燃料電池スタック 1 1 から出力するために、第 1 DC - DC コンバータ 1 3 のハイサイドアームの各トランジスタ A_H 、 B_H 、 C_H およびローサイドアームの各トランジスタ A_L 、 B_L 、 C_L をオン/オフ駆動させるゲート信号（つまり、PWM 信号）を生成して出力する。

【0054】

駆動モータ制御部 6 5 は、例えば駆動モータ 2 2 の駆動時においては、回転直交座標をなす d q 座標上で電流のフィードバック制御（ベクトル制御）をおこなうものであり、運転者のアクセル操作および駆動モータ 2 2 の回転数などに基づくトルク指令に応じた目標 d 軸電流及び目標 q 軸電流を演算し、目標 d 軸電流及び目標 q 軸電流に基づいて 3 相の各相出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w を算出し、各相出力電圧 V_u 、 V_v 、 V_w に応じて駆動モータインバータ 1 5 のブリッジ回路 5 1 へゲート信号である PWM 信号を入力すると共に、実際に F 駆動モータインバータ 1 5 から駆動モータ 2 2 に供給される各相電流 I_u 、 I_v 、 I_w の検出値を d q 座標上に変換して得た d 軸電流及び q 軸電流と、目標 d 軸電流及び目標 q 軸電流との各偏差がゼロとなるように制御をおこなう。

【0055】

また、駆動モータ制御部 6 5 は、例えば駆動モータ 2 2 の回生時においては、角度センサ 2 9 から出力される駆動モータ 2 2 の回転子の回転角 θ_m の出力波形に基づいて同期がとられたパルスに応じて駆動モータインバータ 1 5 のブリッジ回路 5 1 の各トランジスタをオン/オフ駆動させ、駆動モータ制御部 6 5 から出力される 3 相交流電力を直流電力に変換する。このとき、駆動モータ制御部 6 5 は、ブリッジ回路 5 1 の各トランジスタをオン/オフ駆動させるゲート信号のデューティに応じた回生電圧のフィードバック制御をおこない、所定の電圧値を駆動モータインバータ 1 5 の 1 次側つまり第 1 DC - DC コンバータ 1 3 の 2 次側正極端子 P 2 と 2 次側負極端子 N 2 との間に出力する。

【0056】

つまり、制御装置 2 5 は、例えば駆動モータ 2 2 の駆動時においては、燃料電池スタック 1 1 の電流（出力電流 I_{fc} ）の検出値が目標電流と一致するようにしてフィードバック制御をおこなうことによって、第 1 DC - DC コンバータ 1 3 のスイッチングデューティを制御することにより、例えば図 9 に示すように、電源装置 1 0 の動作モードを連続的に制御する。

【0057】

例えば第 1 DC - DC コンバータ 1 3 の昇圧比が 2 ~ 3 程度の値となる状態で、スイッ

10

20

30

40

50

チングデューティーが最大となる電源装置 10 の動作モードは、例えば図 10 (A), (B) に示すように、バッテリー 12 の出力のみが駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 に供給される EV モードとなる。

【0058】

そして、EV モードからスイッチングデューティーが低下傾向に変化することに伴い、電源装置 10 の動作モードは、例えば図 11 (A), (B) ~ 図 13 (A), (B) に示すように、順次、バッテリー 12 の出力が駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 に供給されると共に燃料電池スタック 11 の出力が駆動モータインバータ 15 に供給されてバッテリー 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) よりも大きくなる第 1 の (FC + バッテリ) モードと、バッテリー 12 の出力が駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 に供給されると共に燃料電池スタック 11 の出力が駆動モータインバータ 15 に供給されてバッテリー 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) とエアポンプインバータ 14 に通電される電流 (I_{AP}) との和に等しくなる第 2 の (FC + バッテリ) モードと、バッテリー 12 および燃料電池スタック 11 の出力が駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 に供給されてバッテリー 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) よりも小さくなる第 3 の (FC + バッテリ) モードとに推移する。

これに伴い、例えば図 9 に示すように、バッテリー 12 の電流 (I_b) が減少傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) 及び目標電流 (I_{fc} コマンド) は増大傾向に変化する。そして、駆動モータインバータ 15 の 1 次側の入力電圧 (V_{PIN}) はほぼ一定に維持されつつ、バッテリー 12 の電圧 (V_B) は増大傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電圧 (V_{FC}) は減少傾向に変化する。

【0059】

そして、第 3 の (FC + バッテリ) モードからスイッチングデューティーが最小まで低下傾向に変化することに伴い、電源装置 10 の動作モードは、例えば図 14 (A), (B) ~ 図 15 (A), (B) に示すように、順次、燃料電池スタック 11 の出力のみが駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 に供給される第 1 の FC モードと、燃料電池スタック 11 の出力のみが駆動モータインバータ 15 およびエアポンプインバータ 14 およびバッテリー 12 に供給されてバッテリー 12 が充電される第 2 の FC モードとに推移する。

これに伴い、例えば図 9 に示すように、バッテリー 12 の電流 (I_b) が零から負の値へと減少傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) 及び目標電流 (I_{fc} コマンド) は増大傾向に変化する。そして、駆動モータインバータ 15 の 1 次側の入力電圧 (V_{PIN}) はほぼ一定に維持されつつ、バッテリー 12 の電圧 (V_B) は増大傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電圧 (V_{FC}) は減少傾向に変化する。

【0060】

また、制御装置 25 は、例えば駆動モータ 22 の回生時においては、燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) の検出値が目標電流 (零あるいは正の値) と一致するようにしてフィードバック制御をおこなうとともに、回生電圧のフィードバック制御をおこなうことによって、第 1 DC - DC コンバータ 13 のスイッチングデューティーを制御する。

例えば燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) の目標電流が零とされる電源装置 10 の動作モードは、例えば図 16 (A), (B) に示すように、駆動モータインバータ 15 の回生電力によりバッテリー 12 が充電される回生モードとなる。

また、例えば燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{fc}) の目標電流が正の値とされる電源装置 10 の動作モードは、例えば図 17 (A), (B) に示すように、駆動モータインバータ 15 の回生電力および燃料電池スタック 11 の出力がエアポンプインバータ 14 およびバッテリー 12 に供給されてバッテリー 12 が充電される (回生 + FC によるバッテリー充電) モードとなる。

【0061】

なお、制御装置 25 は、例えば、燃料電池車両の運転状態や、燃料電池スタック 11 のアノードに供給される反応ガスに含まれる水素の濃度や、燃料電池スタック 11 のアノードから排出される排出ガスに含まれる水素の濃度や、燃料電池スタック 11 の発電状態、例えば各複数の燃料電池セルの端子間電圧や、燃料電池スタック 11 の電圧 V_{FC} や、燃料電池スタック 11 の出力電流 I_{fc} や、燃料電池スタック 11 の内部温度などに基づき、燃料電池スタック 11 に対する発電指令として、燃料電池スタック 11 へ供給される反応ガスの圧力および流量に対する指令値を出力し、燃料電池スタック 11 の発電状態を制御する。

【0062】

また、制御装置 25 は、燃料電池スタック 11 の発電状態などに応じてコンタクタ 11a のオン/オフを切り換え、燃料電池スタック 11 と第 2 ライン L2 および第 3 ライン L3 との接続を制御する。

10

また、制御装置 25 は、バッテリー 12 の残容量 SOC などに応じてコンタクタ 12a および電流制限回路 12b のオン/オフを切り換え、バッテリー 12 と第 1 ライン L1 および第 2 ライン L2 との接続を制御する。

【0063】

上述したように、本発明の実施形態による電源装置 10 によれば、燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 とが直列に接続されてなる電池回路 10a に対して単一の第 1 DC-DC コンバータ 13 を備えるだけで複数の動作モードを切り換えることができ、例えば燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 毎に個別に DC-DC コンバータを備える場合に比べて、構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができる。

20

【0064】

さらに、本発明の実施形態による燃料電池車両の電源システム 20 によれば、単一の第 1 DC-DC コンバータ 13 のみを備えることで電源装置 10 の構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができることに加えて、燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 とが直列に接続されることから、例えば燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 とが並列に接続される場合に比べて、駆動モータインバータ 15 の動作電圧を増大させ、かつ、電流を低下させることができ、駆動モータ 22 および駆動モータインバータ 15 のサイズを小型化することができると共に運転効率を向上させることができ、燃料電池車両の電源システム 20 の構成に要する費用を削減すると共にサイズを小型化することができる。

30

また、バッテリー 12 からエアポンプインバータ 14 に直接的に電源を供給することができ、燃料電池スタック 11 の運転を適切におこなうことができる。

また、第 1 DC-DC コンバータ 13 の異常時（例えば、開放故障時など）であっても、電池回路 10a から駆動モータインバータ 15 に電源を供給することができ、燃料電池車両を走行させることができる。

【0065】

なお、上述した実施の形態においては、燃料電池車両に搭載される車両用補機の少なくとも一部（例えば、第 2 DC-DC コンバータ 23 とは独立した空調機器 24 など、および、第 2 DC-DC コンバータ 23 に接続される負荷（処理装置と、電磁バルブと、12V 系負荷となど））は、直接あるいは第 2 DC-DC コンバータ 23 を介して、第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続されるとしたが、これに限定されず、例えば図 18 に示すように、第 2 ライン L2 と第 3 ライン L3 とに接続されてもよいし、例えば図 19 に示すように、第 1 ライン L1 と第 3 ライン L3 とに接続されてもよい。

40

【0066】

なお、上述した実施の形態においては、エアポンプ 21 の駆動回路であるエアポンプインバータ 14 は第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続されているとしたが、これに限定されず、燃料電池スタック 11 に反応ガスを供給するポンプ（例えば、エアポンプ 21 など）および冷媒を供給するポンプ（図示略）のうち少なくとも 1 つのポンプの駆動回路が第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続されてもよい。

50

また、燃料電池スタック 11 に反応ガスを供給するポンプ（例えば、エアポンプ 21 など）および冷媒を供給するポンプ（図示略）のうち少なくとも 1 つのポンプの駆動回路が、第 2 ライン L2 と第 3 ライン L3 に接続されてもよいし、第 1 ライン L2 と第 3 ライン L3 に接続されてもよい。

【0067】

なお、上述した実施の形態においては、バッテリー 12 は第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続され、燃料電池スタック 11 は第 2 ライン L2 と第 3 ライン L3 とに接続されたとしたが、これに限定されず、燃料電池スタック 11 は第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続され、バッテリー 12 は第 2 ライン L2 と第 3 ライン L3 とに接続されてもよい。

10

【0068】

なお、上述した実施の形態においては、制御装置 25 は燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 との実電力配分が目標電力配分に一致するようにして、例えば燃料電池スタック 11 の電流（出力電流 I_{fc} ）の検出値が目標電流に一致するようにしてフィードバック制御をおこなうことによって、第 1 DC-DC コンバータ 13 のスイッチングデューティを制御するとしたが、これに限定されず、例えば燃料電池スタック 11 の電流（出力電流 I_{fc} ）の代わりに、バッテリー 12 の電流（ I_b ）が目標値に一致するようにしてフィードバック制御をおこなってもよい。また、電流の代わりに、燃料電池スタック 11 の電圧（ V_{FC} ）またはバッテリー 12 の電圧（ V_B ）の検出値が目標値に一致するようにしてフィードバック制御をおこなってもよいし、燃料電池スタック 11 とバッテリー 12 との出力比が目標値に一致するようにしてスイッチングデューティをフィードバック制御してもよい。

20

また、例えば駆動モータ 22 の回生時においては、燃料電池スタック 11 の電流（出力電流 I_{fc} ）の代わりに、燃料電池スタック 11 の出力が目標値に一致するようにしてフィードバック制御をおこなってもよい。

【0069】

なお、上述した実施の形態においては、第 1 DC-DC コンバータ 13 は、ハイサイドアームの各トランジスタ A_H 、 B_H 、 C_H がオフかつローサイドアームの各トランジスタ A_L 、 B_L 、 C_L がオンの状態と、ハイサイドアームの各トランジスタ A_H 、 B_H 、 C_H がオンかつローサイドアームの各トランジスタ A_L 、 B_L 、 C_L がオフの状態とを交互に切り換えるとしたが、これに限定されず、例えば駆動モータ 22 の駆動時などにおける 1 次側から 2 次側への昇圧動作時には、ハイサイドアームの各トランジスタ A_H 、 B_H 、 C_H がオフに維持された状態でローサイドアームの各トランジスタ A_L 、 B_L 、 C_L のオンとオフとを交互に切り換え、例えば駆動モータ 22 の回生時などにおける 2 次側から 1 次側への回生動作時には、ローサイドアームの各トランジスタ A_L 、 B_L 、 C_L がオフに維持された状態でハイサイドアームの各トランジスタ A_H 、 B_H 、 C_H のオンとオフとを交互に切り換えてもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図 1】本発明の実施形態に係る電源装置の構成図である。

40

【図 2】本発明の実施形態に係る燃料電池車両の電源システムの構成図である。

【図 3】本発明の実施形態に係る燃料電池車両の電源システムの構成図である。

【図 4】本発明の実施形態に係る 3 相のチョークコイルの構成図である。

【図 5】本発明の実施形態の第 1 変形例に係る 3 相のチョークコイルの構成図である。

【図 6】本発明の実施形態に係る燃料電池スタックの動作点の一例を示す図である。

【図 7】本発明の実施形態に係るバッテリーの動作点の一例を示す図である。

【図 8】本発明の実施形態に係る燃料電池スタックの動作点とバッテリーの動作点と第 1 DC-DC コンバータのスイッチングデューティと負荷の総消費電力との対応関係を示す所定マップの一例を示す図である。

【図 9】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における第 1 DC-DC コンバータ

50

のスイッチングデューティーの変化に応じた電源装置の動作モードの変化と燃料電池スタックおよびバッテリーの電流および電圧の変化の一例とを示す図である。

【図 10】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（E V モード）での通電状態を示す図である。

【図 11】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（第 1 の（F C + バッテリ）モード）での通電状態を示す図である。

【図 12】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（第 2 の（F C + バッテリ）モード）での通電状態を示す図である。

【図 13】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（第 3 の（F C + バッテリ）モード）での通電状態を示す図である。

10

【図 14】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（第 1 の F C モード）での通電状態を示す図である。

【図 15】本発明の実施形態に係る駆動モータの駆動時における電源装置の動作モード（第 2 の F C モード）での通電状態を示す図である。

【図 16】本発明の実施形態に係る駆動モータの回生時における電源装置の動作モード（回生モード）での通電状態を示す図である。

【図 17】本発明の実施形態に係る駆動モータの回生時における電源装置の動作モード（（回生 + F C によるバッテリー充電）モード）での通電状態を示す図である。

【図 18】本発明の実施形態の第 2 変形例に係る燃料電池車両の電源システムの構成図である。

20

【図 19】本発明の実施形態の第 3 変形例に係る燃料電池車両の電源システムの構成図である。

【符号の説明】

【0071】

10 電源装置

10a 電池回路

11 燃料電池スタック

12 バッテリ（蓄電装置）

13 第 1 D C - D C コンバータ

14 エアポンプインバータ（駆動回路）

30

15 駆動モータインバータ

20 燃料電池車両の電源システム

21 エアポンプ（ポンプ）

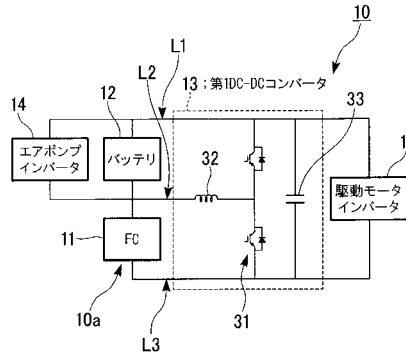
22 駆動モータ（車両駆動用電動機）

23 第 2 D C - D C コンバータ

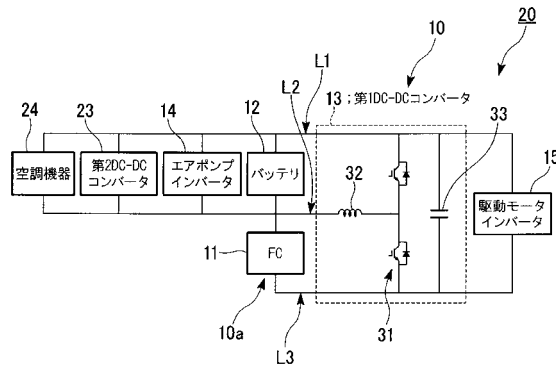
24 空調機器

25 制御装置

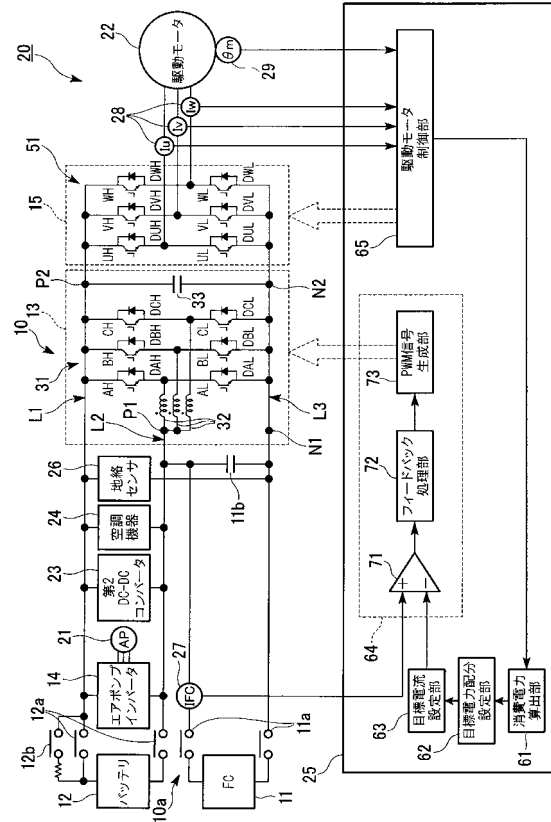
【図 1】



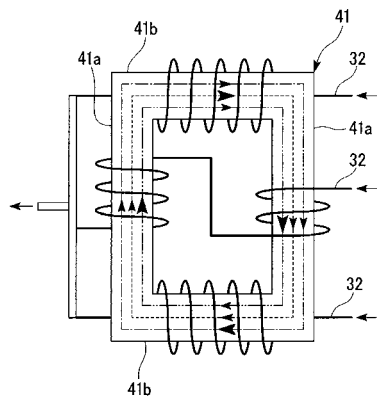
【図 2】



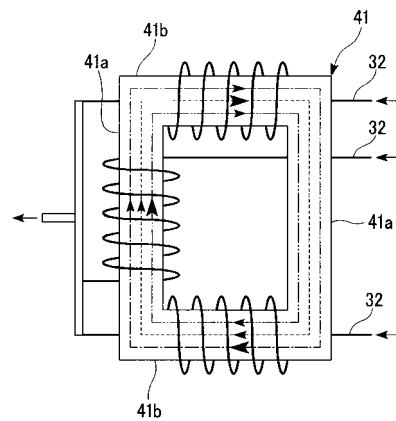
【図 3】



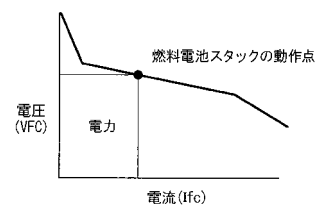
【図 4】



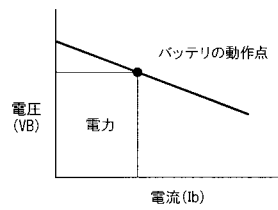
【図 5】



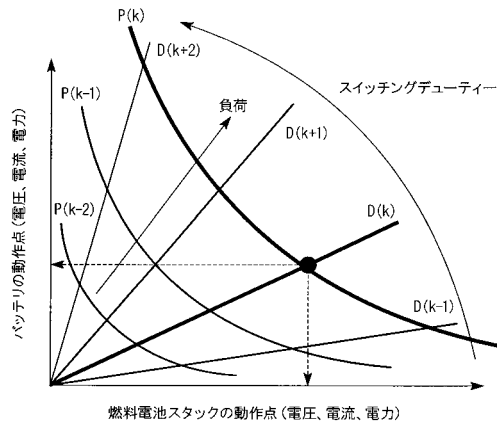
【図 6】



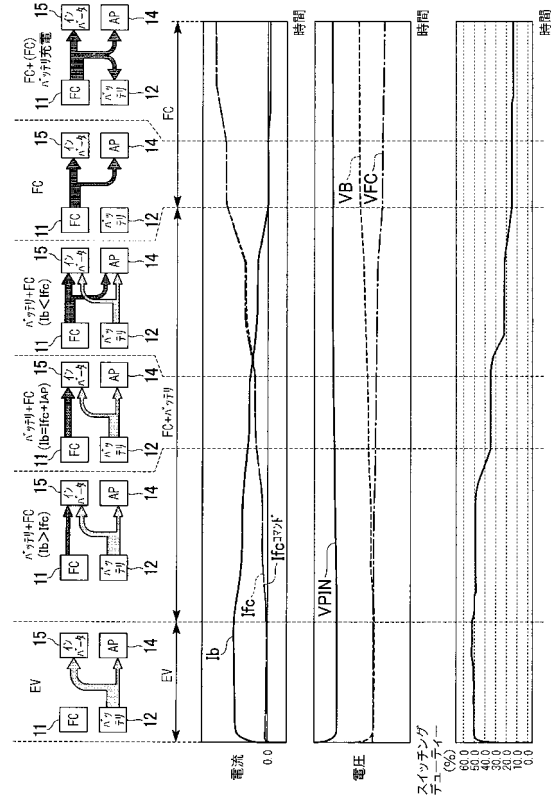
【図 7】



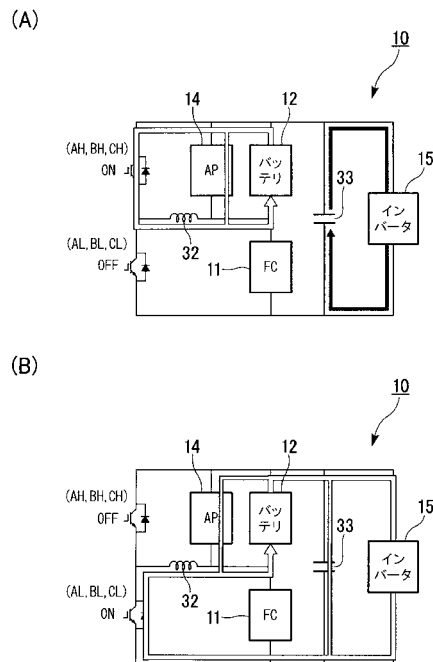
【図 8】



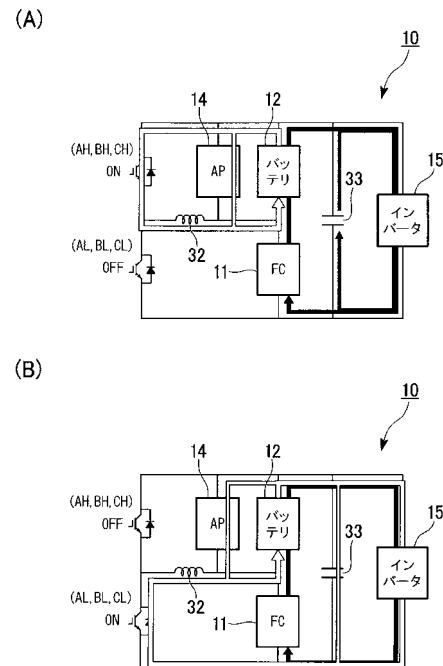
【図 9】



【図 10】

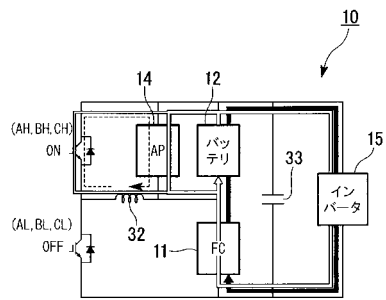


【図 11】

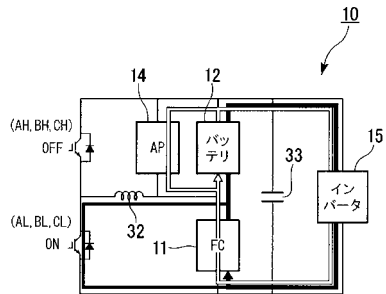


【図 12】

(A)

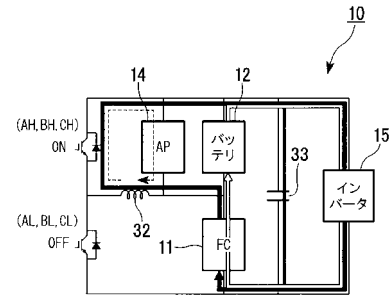


(B)

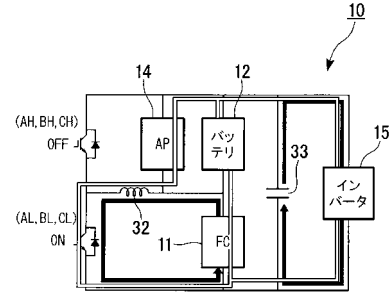


【図 13】

(A)

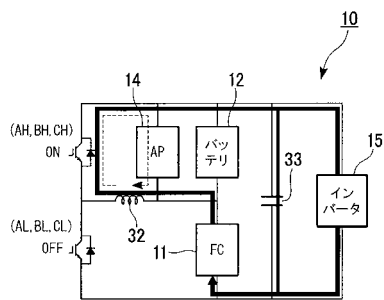


(B)

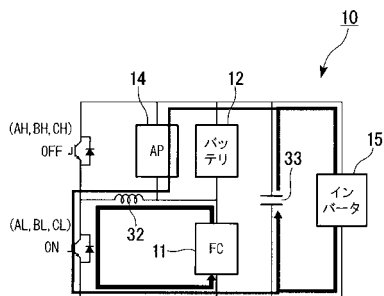


【図 14】

(A)

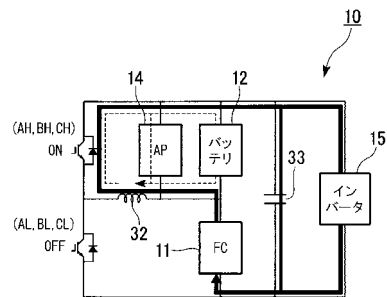


(B)

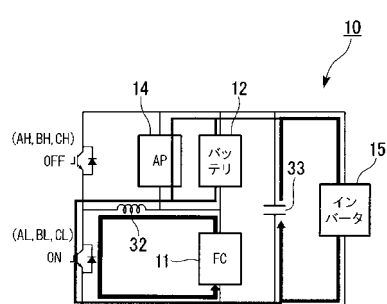


【図 15】

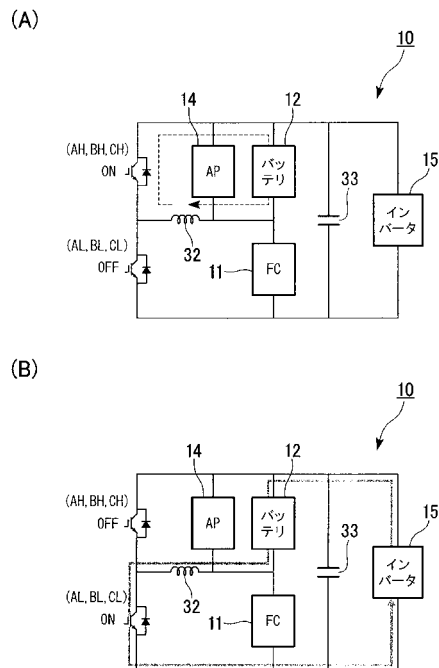
(A)



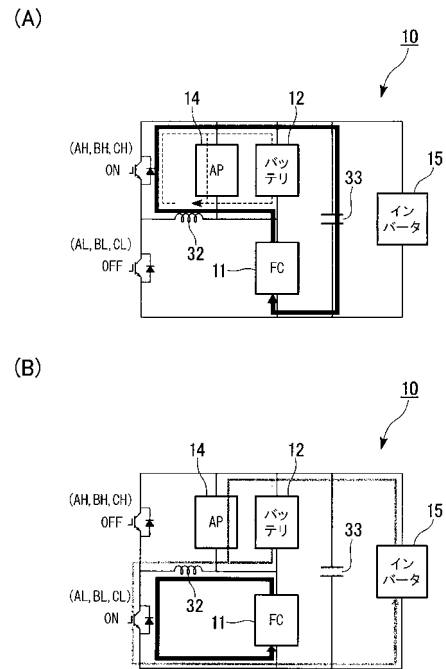
(B)



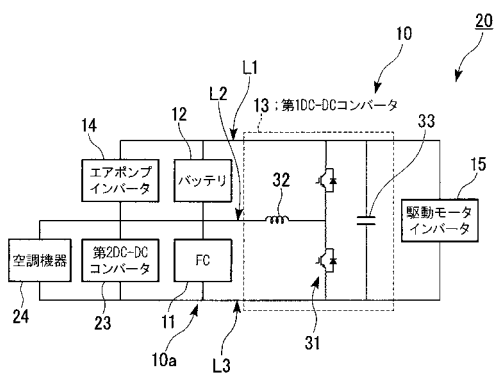
【図 16】



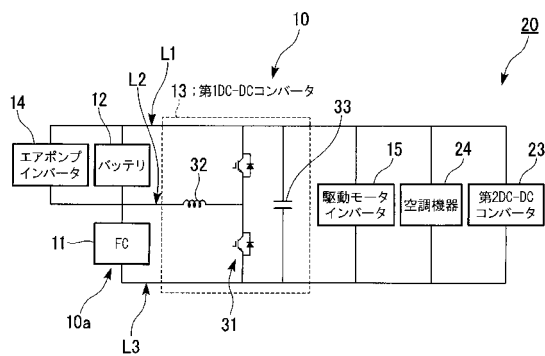
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/10 (2006.01) H 0 2 P 6/02 3 7 1 A
H 0 2 M 3/155 A
H 0 1 M 8/10

(72)発明者 曽根 利浩
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

審査官 清水 康

(56)参考文献 特開平 0 5 - 1 4 6 0 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 6 0 9 1 2 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 7 7 9 2 0 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 4 / 0 6 6 4 7 2 (W O , A 1)
特開 2 0 0 2 - 2 1 8 6 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 6 0 L 1 / 0 0 - 3 / 1 2
B 6 0 L 7 / 0 0 - 1 3 / 0 0
B 6 0 L 1 5 / 0 0 - 1 5 / 4 2
H 0 1 M 8 / 0 0
H 0 1 M 8 / 0 4
H 0 2 P 6 / 0 8