

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5352184号
(P5352184)

(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 1		
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04	P	
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/04	J	
HO 1 M 8/00 (2006.01)	HO 1 M 8/10		
HO 1 M 10/42 (2006.01)	HO 1 M 8/00	A	
B60L 11/18 (2006.01)	HO 1 M 8/00	Z	

請求項の数 8 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-274304 (P2008-274304)
 (22) 出願日 平成20年10月24日 (2008.10.24)
 (65) 公開番号 特開2010-102991 (P2010-102991A)
 (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、
 前記発電装置の補機および冷媒を供給するポンプのうち少なくとも何れか1つの駆動回路は前記第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、

10

20

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、
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】

請求項 1 または請求項 2 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 4】

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 3 に記載の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 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 3 に記載の燃料電池車両の電源システム。

【請求項 6】

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 3 に記載の燃料電池車両の電源システム。

【請求項 7】

前記車両用補機の前記少なくとも一部は第 2 D C - D C コンバータを介して前記電源装置に接続していることを特徴とする請求項 4 から請求項 6 の何れか 1 つ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空調機器を備えることを特徴とする請求項 4 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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

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】

【0 0 0 2】

従来、例えば燃料電池に接続された第 1 D C - D C コンバータと、蓄電装置に接続された第 2 D C - D C コンバータとを備え、2 つの第 1 および第 2 D C - D C 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】

【0 0 0 3】

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 D C - D C コンバータを備えることに起因して、電源システムの構成に要する費用が嵩むとともに、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】

10

20

30

40

50

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】

【0005】

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10）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L1）および第2ライン（例えば、実施の形態での第2ラインL2）および第3ライン（例えば、実施の形態での第3ラインL3）と、発電装置（例えば、実施の形態での燃料電池スタック11）と蓄電装置（例えば、実施の形態でのバッテリ12）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10a）と、第1DC-DCCコンバータ（例えば、実施の形態での第1DC-DCCコンバータ13）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-DCC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-DCC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、前記発電装置の補機（例えば、実施の形態でのエアポンプ（APP）21）および冷媒を供給するポンプのうち少なくとも何れか1つの駆動回路（例えば、実施の形態でのエアポンブインバータ14）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-DCC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。

【0006】

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。

【0007】

また、本発明の第3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20）は、上記第1態様または第2態様の電源装置（例えば、実施の形態での電源装置10）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22）とを備え、前記発電装置は燃料電池スタックである。

【0008】

さらに、本発明の第4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。

【0009】

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2ラインと前記第3ラインとに接続されている。

【0010】

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1ラインと前記第3ラインとに接続されている。

【0011】

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では、前記車両用補機の

10

20

30

40

50

前記少なくとも一部は第2DC-DCコンバータ（例えば、実施の形態での第2DC-DCコンバータ23）を介して前記電源装置に接続されている。

【0012】

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空調機器（例えば、実施の形態での空調機器24）を備える。

【発明の効果】

【0013】

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對して單一の第1DC-DC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。

【0014】

本発明の燃料電池車両の電源システムによれば、單一の第1DC-DC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1DC-DC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】

【0015】

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10は、例えば図1に示すように、燃料電池スタック（FC）11と、バッテリ12と、第1DC-DCコンバータ13と、エアポンプインバータ14とを備えて構成されている。そして、電源装置10は、例えば駆動モータインバータ15に接続されている。

【0016】

電源装置10は、例えば燃料電池車両の電源システム20に具備され、この燃料電池車両の電源システム20は、例えば図2および図3に示すように、電源装置10と、エアポンプ（AP）21と、駆動モータ22と、第2DC-DCコンバータ23と、空調機器24と、制御装置25と、地絡センサ26と、出力電流センサ27と、相電流センサ28と、角度センサ29とを備えて構成されている。

【0017】

燃料電池スタック11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、更に一対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対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。

【0018】

燃料電池スタック11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21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、例えば高压の水素タンク（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

10

20

30

40

50

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。

【0019】

なお、エアポンプ21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11のカソードに供給する。このエアポンプ21を駆動するモータ(図示略)の回転数は、制御装置25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14により制御されている。

【0020】

なお、電源装置10ではバッテリ12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てもよい。

10

【0021】

第1DC-DCコンバータ13は、例えばチョッパ型の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31と、3相のチョークコイル32と、平滑コンデンサ33とを備えて構成されている。

なお、第1DC-DCコンバータ13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32のみを図示している。

【0022】

ブリッジ回路31は、後述する3相の駆動モータインバータ15を構成する3相のブリッジ回路51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AH, ALと、ハイ側およびロー側第2トランジスタBH, BLと、ハイ側およびロー側第3トランジスタCH, CLとがブリッジ接続されている。そして、各トランジスタAH, BH, CHはコレクタが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AL, BL, CLはエミッタが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AH, BH, CHのエミッタはローサイドアームの各トランジスタAL, BL, CLのコレクタに接続され、各トランジスタAH, AL, BH, BL, CH, CL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DAH, DAL, DBH, DBL, DCH, DCLが接続されている。

20

【0023】

そして、このブリッジ回路31は、制御装置25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AH, BH, CHがオンかつローサイドアームの各トランジスタAL, BL, CL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AH, BH, CHがオフかつローサイドアームの各トランジスタAL, BL, CLがオンとなる状態とが、交互に切り替えられる。

30

【0024】

平滑コンデンサ33は、2次側正極端子P2および2次側負極端子N2に接続されている。

3相のチョークコイル32は、各チョークコイル32の一端がブリッジ回路31の各相毎のコレクタ-エミッタ間、つまり各トランジスタAH, ALのコレクタ-エミッタ間および各トランジスタBH, BLのコレクタ-エミッタ間および各トランジスタCH, CL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32の他端は互いに1次側正極端子P1に接続されている。

40

【0025】

3相のチョークコイル32は、例えば図4に示すように、単一の矩形のコア41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32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32は、矩形のコア41をなす2対の対辺のうち一方の1対の対辺41aに分散して巻回され、3相のうち他の2相のチョーク

50

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 にぞ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 辺にぞ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 6 】

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。10

【 0 0 2 7 】

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。20

【 0 0 2 8 】

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。30

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 2 9 】

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 とのオン / オフを切り換える。40

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。

【 0 0 3 0 】

そして、燃料電池スタック 1 1 は正極側および負極側に配置されたコンタクタ 1 1 a とコンデンサ 1 1 b とを介して第 2 ライン L 2 と第 3 ライン L 3 とに接続され、バッテリ 1 50

2 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 12 とは直列に接続されて電池回路 10a を形成している。

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 output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。

【0031】

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 3 ライン L3 とに接続されている。

10

【0032】

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。

【0033】

ブリッジ回路 51 は、第 1 DC - 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 UH, UL と、ハイ側およびロー側 V 相トランジスタ VH, VL と、ハイ側およびロー側 W 相トランジスタ WH, WL とがブリッジ接続されている。そして、各トランジスタ UH, VH, WH はコレクタが第 1 DC - 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 UL, VL, WL はエミッタが第 1 DC - 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 UH, VH, WH のエミッタはローサイドアームの各トランジスタ UL, VL, WL のコレクタに接続され、各トランジスタ UH, UL, VH, VL, WH, WL 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 DUH, DUL, DVH, DVL, DWL, DWL が接続されている。

20

【0034】

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 1 DC - DC コンバータ 13 に供給し、バッテリ 12 の充電および第 1 DC - DC コンバータ 13 に接続された負荷に対する給電などを起こす。

30

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、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。

40

【0035】

第 2 DC - DC コンバータ 23 は、例えばチョッパ型の DC - DC 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、12V 系負荷など）が負荷として接続されている。

第 2 DC - DC コンバータ 23 は、第 1 ライン L1 と第 2 ライン L2 とに接続され、制御装置 25 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 L1 と

50

第2ラインL2との間に印加される電圧を降圧して、第2DC-DCコンバータ23に接続された負荷に供給する。

【0036】

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24は、例えば燃料電池車両に搭載されるヒータと、コンプレッサー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24は、第1ラインL1と第2ラインL2とに接続され、第1ラインL1および第2ラインL2から電力が供給される。

【0037】

制御装置25は、第1DC-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デューティー制御をおこなうとともに、駆動モータインバータ15の電力変換動作を制御する。10

制御装置25には、例えば、第1ラインL1と第3ラインL3とに接続されて地絡の発生を検知する地絡センサ26と、燃料電池スタック11の出力電流IFCを検出する出力電流センサ27と、駆動モータインバータ15と駆動モータ22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28と、駆動モータ22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22の回転軸の回転位置)を検出する角度センサ29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。。

【0038】

制御装置25は、例えば、消費電力算出部61と、目標電力配分設定部62と、目標電流設定部63と、デューティー制御部64と、駆動モータ制御部65とを備えて構成されている。20

【0039】

消費電力算出部61は、電源装置10から電力が供給される負荷(例えば、電源装置10の外部の負荷である駆動モータ22および空調機器24および車両用補機など、および、電源装置10の内部の負荷であるエアポンプインバータ14など)の総消費電力を算出する。

【0040】

目標電力配分設定部62は、例えば駆動モータ22の駆動時においては、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12の残容量SOCとなどに基づき、電源装置10の電池回路10aを形成する燃料電池スタック11とバッテリ12との電力配分、つまり消費電力算出部61により算出された総消費電力を燃料電池スタック11から出力される電力とバッテリ12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。30

例えば駆動モータ22の駆動時における電力配分は、第1DC-DCコンバータ13のスイッチングデューティー(つまり、PWM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AH, BH, CH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ー(duty)は燃料電池スタック11の電圧(VFC)とバッテリ12の電圧(VB)とにより以下に示すように記述される。40

【0041】

$$duty = VFC / (VFC + VB)$$

【0042】

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

【0043】

$$VB / VFC = (1 - duty) / duty$$

【0044】

燃料電池スタック11の電圧(VFC)とバッテリ12の電圧(VB)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Ifc)お50

および電力とバッテリ 1 2 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ー ($duty$) により、燃料電池スタック 1 1 の動作点 (例えば、電圧または電流または電力) とバッテリ 1 2 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。

【 0 0 4 5 】

また、目標電力配分設定部 6 2 は、例えば駆動モータ 2 2 の回生時においては、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 1 2 の残容量 SOC と、駆動モータ 2 2 の回生電力などに基づき、燃料電池スタック 1 1 と駆動モータインバータ 1 5 との電力供給側の電力配分、および、バッテリ 1 2 と負荷 (例えば、空調機器 2 4 および車両用補機およびエアポンプインバータ 1 4 など) との電力受給側の電力配分を設定する。

10

【 0 0 4 6 】

目標電流設定部 6 3 は、例えば駆動モータ 2 2 の駆動時においては、スイッチングデューティー ($duty$) により、燃料電池スタック 1 1 の動作点 (例えば、電圧または電流または電力) とバッテリ 1 2 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 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 の動作点と第 1 DC - DC コンバータ 1 3 のスイッチングデューティー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 1 1 の出力電流 I_{fc} に対する目標電流を取得する。

【 0 0 4 7 】

20

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 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 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 1 3 のスイッチングデューティーの複数の値毎に対して設定された燃料電池スタック 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 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 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 の動作点との対応関係 ($P(1), \dots, P(k), \dots$) を備えている。

そして、第 1 DC - DC コンバータ 1 3 のスイッチングデューティー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ーに応じた比率で燃料電池スタック 1 1 の動作点の増大に伴いバッテリ 1 2 の動作点が増大傾向に変化するように設定されている。

30

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 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 の動作点との対応関係では、燃料電池スタック 1 1 の動作点に応じた電力とバッテリ 1 2 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。

【 0 0 4 8 】

目標電流設定部 6 3 は、燃料電池スタック 1 1 の動作点とバッテリ 1 2 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 6 1 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 6 2 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 1 3 のスイッチングデューティーに応じた対応関係 $D(k)$ との交点を燃料電池スタック 1 1 およびバッテリ 1 2 の動作点とし、この動作点に応じた燃料電池スタック 1 1 の電流 (出力電流 I_{fc}) を目標電流として出力する。

40

【 0 0 4 9 】

また、目標電流設定部 6 3 は、例えば駆動モータ 2 2 の回生時においては、目標電力配分設定部 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。

【 0 0 5 0 】

デューティー制御部 6 4 は、燃料電池スタック 1 1 とバッテリ 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

50

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 13 のスイッチングデューティーを制御する。

デューティー制御部 64 は、例えば、電流偏差算出部 71 と、フィードバック処理部 72 と、PWM 信号生成部 73 とを備えて構成されている。

【0051】

電流偏差算出部 71 は、出力電流センサ 27 から出力される燃料電池スタック 11 の出力電流 I_{FC} の検出値と、目標電流設定部 63 から出力される燃料電池スタック 11 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 72 は、例えば PID（比例積分微分）動作により、電流偏差算出部 71 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。

【0052】

PWM 信号生成部 73 は、フィードバック処理部 72 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 11 から出力するために、第 1 DC - DC コンバータ 13 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。

【0053】

駆動モータ制御部 65 は、例えば駆動モータ 22 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 22 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 15 のブリッジ回路 51 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 15 から駆動モータ 22 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。

【0054】

また、駆動モータ制御部 65 は、例えば駆動モータ 22 の回生時においては、角度センサ 29 から出力される駆動モータ 22 の回転子の回転角 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 15 のブリッジ回路 51 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 65 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 65 は、ブリッジ回路 51 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ー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 15 の 1 次側つまり第 1 DC - DC コンバータ 13 の 2 次側正極端子 P 2 と 2 次側負極端子 N 2 との間に供給する。

【0055】

つまり、制御装置 25 は、例えば駆動モータ 22 の駆動時においては、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 13 のスイッチングデューティー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 10 の動作モードを連続的に制御する。

【0056】

例えば第 1 DC - DC コンバータ 13 の昇圧比が 2 ~ 3 程度の値となる状態で、スイッ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 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。

【0057】

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、順次、バッテリ 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

10

20

30

40

50

ータインバータ 15 に供給されてバッテリ 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{f c}) よりも大きくなる第 1 の (FC + バッテリ) モードと、バッテリ 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 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{f c}) 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 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 12 の電流 (I_b) が燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{f c}) 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。

10

これに伴い、例えば図 9 に示すように、バッテリ 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_{f c}) 及び目標電流 (I_{f c} 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 (VPIN) はほぼ一定に維持されつつ、バッテリ 12 の電圧 (VB) は増大傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電圧 (VFC) は減少傾向に変化する。

【0058】

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、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 12 に供給されてバッテリ 12 が充電される第 2 の FC モードとに推移する。

20

これに伴い、例えば図 9 に示すように、バッテリ 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_{f c}) 及び目標電流 (I_{f c} 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 (VPIN) はほぼ一定に維持されつつ、バッテリ 12 の電圧 (VB) は増大傾向に変化し、燃料電池スタック 11 の電圧 (VFC) は減少傾向に変化する。

【0059】

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_{f c}) 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。

30

例えば燃料電池スタック 11 の電流 (出力電流 I_{f c}) の目標電流が零とされる電源装置 10 の動作モードは、駆動モータインバータ 15 の回生電力によりバッテリ 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_{f c}) 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、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 12 に供給されてバッテリ 12 が充電される (回生 + FC によるバッテリ充電) モードとなる。

40

【0060】

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 VFC や、燃料電池スタック 11 の出力電流 I_{f c} 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。

【0061】

50

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。

また、制御装置 25 は、バッテリ 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 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。

【 0 0 6 2 】

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 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 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。10

【 0 0 6 3 】

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 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 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。20

さらに、エアポンプインバータ 14 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、エアポンプ (AP) 21 のモータおよびエアポンプインバータ 14 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。

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。

【 0 0 6 4 】

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 とに接続されたが、これに限定されず、例えば図 10 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 11 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。30

【 0 0 6 5 】

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 3 ライン L3 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 3 ライン L3 とに接続されてもよい。40

【 0 0 6 6 】

なお、上述した実施の形態においては、バッテリ 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 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。50

【 0 0 6 7 】

なお、上述した実施の形態においては、第1DC-DCコンバータ13は、ハイサイドアームの各トランジスタAH, BH, CHがオフかつローサイドアームの各トランジスタAL, BL, CLがオンの状態と、ハイサイドアームの各トランジスタAH, BH, CHがオンかつローサイドアームの各トランジスタAL, BL, CL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AH, BH, CH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AL, BL, CL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AL, BL, CL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AH, BH, CHのオンとオフとを交互に切り換えてよい。

10

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の実施形態に係る電源装置の構成図である。

【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の動作点の一例を示す図である。

20

【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の動作点と第1DC-DCコンバータのスイッチングデューティー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1DC-DCコンバータ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。

【図11】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。

30

【符号の説明】

【0069】

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1DC-DCコンバータ

14 エアポンプインバータ(駆動回路)

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

40

21 エアポンプ(ポンプ)

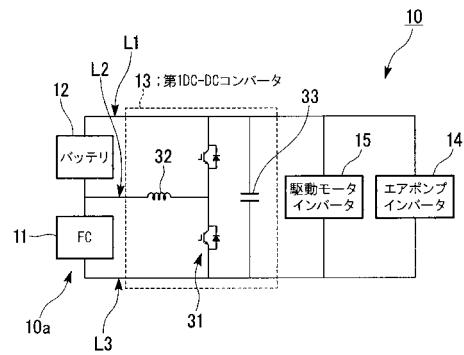
22 駆動モータ(車両駆動用電動機)

23 第2DC-DCコンバータ

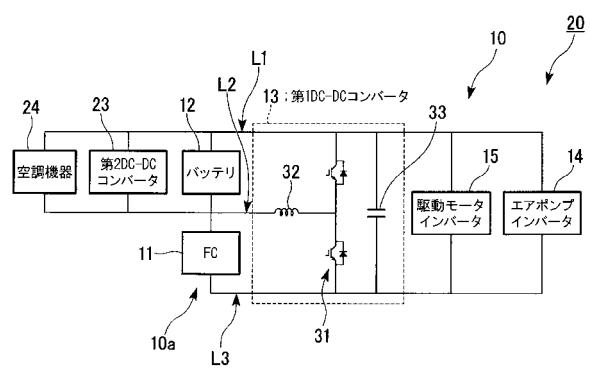
24 空調機器

25 制御装置

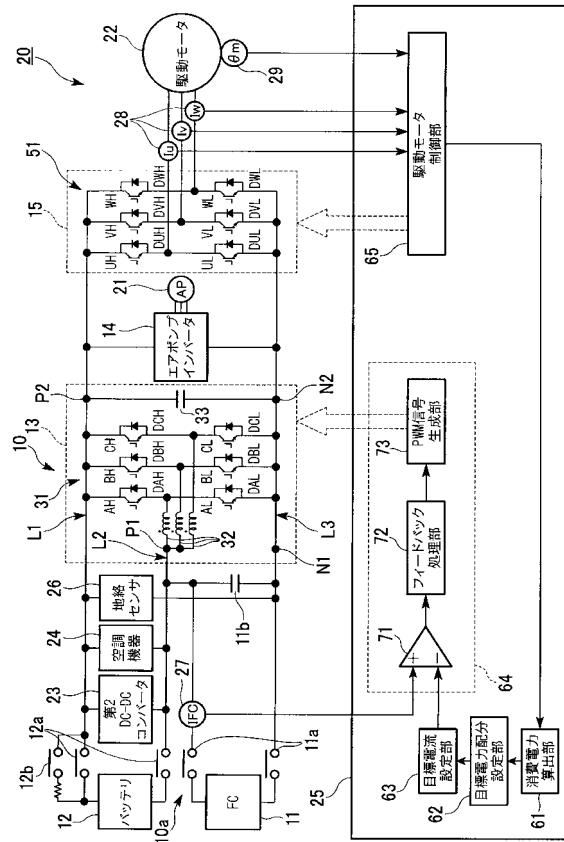
【 図 1 】



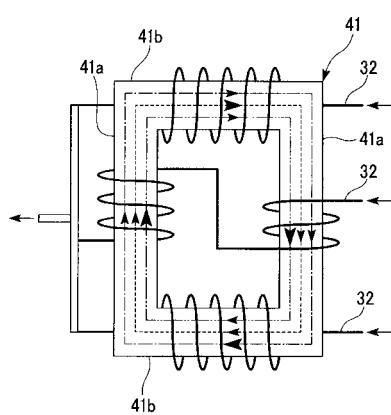
【 図 2 】



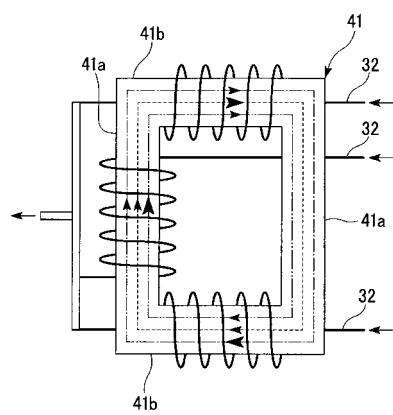
【 図 3 】



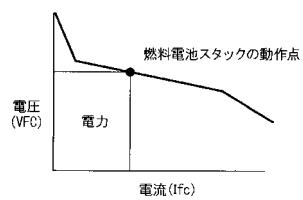
【 図 4 】



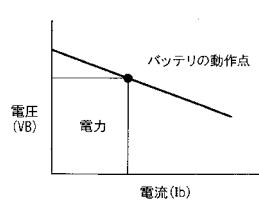
【図5】



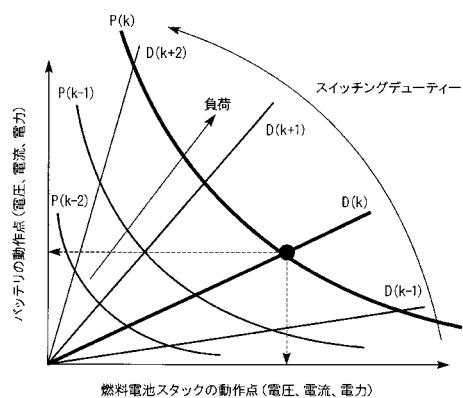
【 四 6 】



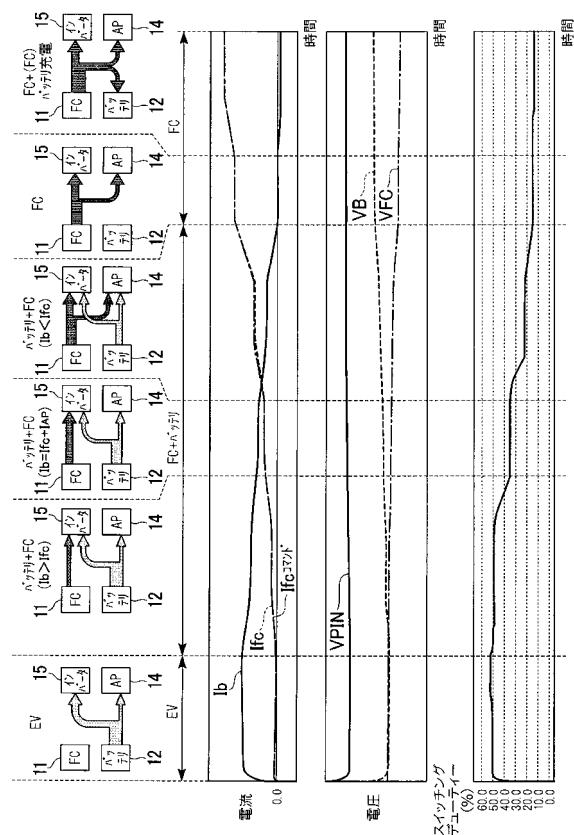
【 図 7 】



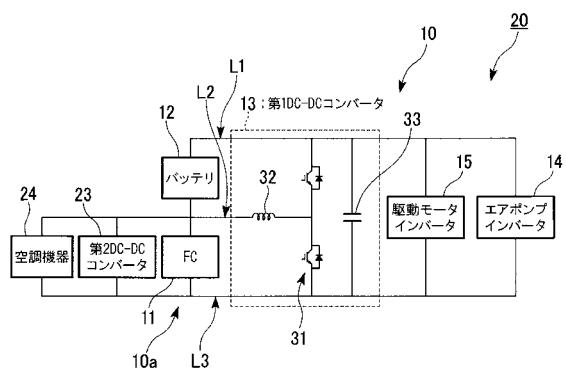
【図 8】



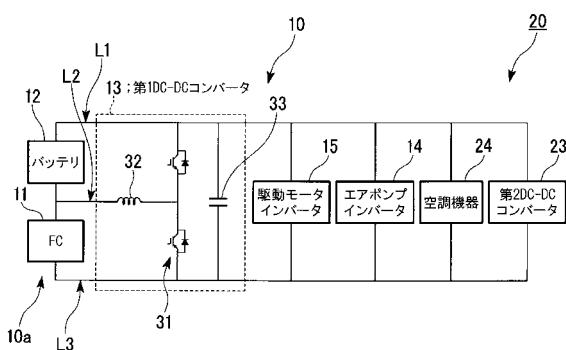
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
H 02M	3/155 (2006.01)	H 01M	10/42	P
H 02P	6/08 (2006.01)	B 60L	11/18	G
		H 02M	3/155	W
		H 02M	3/155	Y
		H 02P	6/02	371A

(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05-146009 (JP, A)
特開2006-060912 (JP, A)
特開2008-077920 (JP, A)
国際公開第2004/066472 (WO, A1)
特開2002-218667 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 60L	1 / 00	-	3 / 12
B 60L	7 / 00	-	13 / 00
B 60L	15 / 00	-	15 / 42
H 01M	8 / 00		
H 01M	8 / 04		
H 02P	6 / 08		