

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4704417号
(P4704417)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int.Cl.

HO2M 3/155 (2006.01)

F 1

HO2M 3/155

H

請求項の数 3 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2007-330921 (P2007-330921)
 (22) 出願日 平成19年12月21日 (2007.12.21)
 (65) 公開番号 特開2009-153343 (P2009-153343A)
 (43) 公開日 平成21年7月9日 (2009.7.9)
 審査請求日 平成20年9月26日 (2008.9.26)

前置審査

(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 100077665
 弁理士 千葉 剛宏
 (74) 代理人 100116676
 弁理士 宮寺 利幸
 (74) 代理人 100149261
 弁理士 大内 秀治
 (72) 発明者 竹中 秀和
 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 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DC／DCコンバータ装置を搭載した車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蓄電装置と、
 走行用モータと、

それぞれ逆方向に並列にダイオードが接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子との直列回路からなる3相以上の相アームが前記蓄電装置と前記走行用モータとの間に並列に接続された多相アームと、前記多相アームの各相アームの中点を共通接続し、共通接続した中点と前記蓄電装置又は前記走行用モータのいずれか一方との間に挿入配置されたリクトルと、を有する昇降圧可能なDC／DCコンバータと、該DC／DCコンバータを駆動制御する制御部と、を備えるDC／DCコンバータ装置と、

を搭載し、前記蓄電装置から前記DC／DCコンバータを通じて前記走行用モータに電力が供給されるとともに、前記走行用モータの回生電力が前記DC／DCコンバータを通じて前記蓄電装置側に供給される車両であって、

前記制御部は、

前記3相以上の相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンするとともに、前記相アームをオンするとき、降圧動作させる時には該相アームを構成する前記上アームスイッチング素子を1スイッチング周期内毎にオンし、昇圧動作させる時には前記下アームスイッチング素子を1スイッチング周期内毎にオンし、降圧動作と昇圧動作の遷移時には1スイッチング周期内毎に前記上下アームスイッチング素子を交互にオンする駆動信号を出力する

10

20

ことを特徴とする車両。

【請求項 2】

請求項 1 記載の車両において、

さらに、

前記走行用モータに並列に接続される燃料電池を備える
ことを特徴とする車両。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の車両において、

前記制御部は、

前記相アームを構成する前記上アームスイッチング素子又は前記下アームスイッチング
素子を交互にオンするとき、デッドタイムを挟んで交互にオンし、かつ前記多相アームを
構成する前記相アームを、デッドタイムを挟んで交替してオンする

ことを特徴とする車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、直流電圧を昇降圧する DC / DC コンバータ装置を搭載した車両に関する

。

【背景技術】

【0002】

従来から、MOSFET あるいは IGBT 等のスイッチング素子を用いたスイッチング電源である DC / DC コンバータ装置が広汎に利用されている。

【0003】

例えば、走行駆動源としてモータを用いる車両の一形態として、蓄電装置とインバータ駆動モータとの間に直流電圧を昇降圧する DC / DC コンバータ装置が介装された車両（ここでは、電気自動車という。）が提案されている。この電気自動車では、モータの駆動時に、DC / DC コンバータ装置により蓄電装置の電圧を昇圧してインバータに印加し、モータの回生時には、インバータに発生する回生電圧を DC / DC コンバータ装置により降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。

【0004】

また、走行駆動源としてモータを用いる車両の他の形態として、燃料電池とインバータ駆動モータとを直接接続し、この接続点と蓄電装置との間に直流電圧を昇降圧する DC / DC コンバータ装置が介装され、燃料電池を主電源装置とし、蓄電装置を前記主電源装置をアシストする従電源装置とした車両（ここでは、燃料電池車両という。）も提案されている。

【0005】

この燃料電池車両では、モータの駆動時に、燃料電池の電圧と DC / DC コンバータ装置により昇圧した蓄電装置の電圧とを併合してインバータに印加し、モータの回生時には、インバータに発生する回生電圧を DC / DC コンバータ装置により降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。また、燃料電池の発生電力に余剰分があるとき、降圧して蓄電装置側に印加して充電等する。

【0006】

図 13 は、電気自動車に適用される特許文献 1 に開示された DC / DC コンバータ装置 16 を示している。この DC / DC コンバータ装置 16 は、基本的には、リアクトル 2A 、 2B 、 2C (2A ~ 2C) と、ダイオード 7A 、 7B 、 7C (7A ~ 7C) 、 8A 、 8B 、 8C (8A ~ 8C) がトランジスタ 3A 、 3B 、 3C (3A ~ 3C) 、 4A 、 4B 、 4C (4A ~ 4C) に逆並列接続されたスイッチング部とからなる DC / DC コンバータ 6 と、 DC / DC コンバータ 6 を駆動制御する制御手段 5 とから構成される。

【0007】

DC / DC コンバータ装置 16 は、低圧側 TL の直流電源 1 の電圧を m 倍昇圧して高圧

10

20

30

40

50

側 T H の負荷 1 1 に印加する電圧に変換する機能と、逆に高圧側 T H の電圧を m 分の 1 に降圧して低圧側 T L の直流電源 1 に印加する機能を合わせ持つ。

【 0 0 0 8 】

この D C / D C コンバータ装置 1 6 は、図 1 4 に示すように、昇圧時に、スイッチング周期 2 中、例えば、デューティが 1 / 3 で駆動されると、3 相アーム中、下アームスイッチング素子の各トランジスタ 4 A ~ 4 C が制御手段 5 からの駆動信号 U L A 、 U L B 、 U L C (U L A ~ U L C) によって位相が 2 / 3 ずれた状態でオンされる。

【 0 0 0 9 】

各トランジスタ 4 A ~ 4 C がオンされているときには、各リアクトル 2 A ~ 2 C の各トランジスタ 4 A ~ 4 C 側が接地されることになるので、各リアクトル 2 A ~ 2 C には直流電源 1 から電流が接地に向かって流れ。このとき各リアクトル 2 A ~ 2 C には、流れる電流の 2 乗と各リアクトル 2 A ~ 2 C のインダクタンスの積に比例するエネルギーが蓄えられる。10

【 0 0 1 0 】

次に、各トランジスタ 4 A ~ 4 C がオンから O F F になると、リアクトル 2 A ~ 2 C に蓄えられたエネルギーに応じた電流がダイオード 7 A ~ 7 C を通じて高圧側 T H に流れ。このとき高圧側 T H の電圧は電圧検出回路 6 a によって監視されている。

【 0 0 1 1 】

一方、降圧時には、3 相アーム中、上アームスイッチング素子の各トランジスタ 3 A ~ 3 C が制御手段 5 からの駆動信号 U H A 、 U H B 、 U H C (U H A ~ U H C) によって位相が 2 / 3 ずれた状態で順次オンされる。各トランジスタ 3 A ~ 3 C がオンされることにより高圧側 T H からトランジスタ 3 A ~ 3 C 及びリアクトル 2 A ~ 2 C を通って低圧側 T L の直流電源 1 へと電流が流れ、リアクトル 2 A ~ 2 C にエネルギーが蓄えられる。20

【 0 0 1 2 】

次に、各トランジスタ 3 A ~ 3 C が順次 O F F とされると、ダイオード 8 A ~ 8 C が対応して順次オンされ、接地からダイオード 8 A ~ 8 C 及びリアクトル 2 A ~ 2 C を通じて直流電源 1 に電流が流れる降圧回路として動作する。

【 0 0 1 3 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 5 7 3 8 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 4 】

昇降圧型の D C / D C コンバータ装置において、M O S F E T あるいは I G B T 等のスイッチング素子の電流定格を上回る出力電流値が必要とされる場合、1 相アームではなく、上述したような多相アームの D C / D C コンバータ装置 1 6 の構成とされ、各相アームに出力電流値が分配される。そのため、従来技術に係る多相アームの D C / D C コンバータ装置では、その相数分の、図 1 3 例では、3 相分の 3 個のリアクトル 2 A ~ 2 C が必要になる。

【 0 0 1 5 】

ところで、リアクトルは、インピーダンスが周波数に比例して大きくなるので、同一出力電流値では周波数が低いほどインダクタンス値の大きなリアクトルが必要とされる。また、抵抗損失を少なくするために Q の小さなリアクトルがほしいが、Q の小さなリアクトルを作るためには太い導線が必要になる。40

【 0 0 1 6 】

D C / D C コンバータ装置は、できるだけ小型・軽量であることが望ましいが、その多相アームの相数に対応した数のリアクトルが D C / D C コンバータ装置の小型・軽量化を図る際の障害の 1 つになっている。

【 0 0 1 7 】

この発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、多相アームの D C / D C コンバータ装置の小型・軽量化を図ることを可能とする D C / D C コンバータ装置を搭載し50

た車両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】

【0018】

この発明では、それぞれ逆方向に並列にダイオードが接続された上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子との直列回路からなる3相以上の相アームが蓄電装置(以下、第1電力装置ともいう。)と、走行用モータ又は走行用モータ及び燃料電池(以下、第2電力装置ともいう。)と、の間に並列に接続された多相アームと、前記多相アームの各相アームの中点を共通接続し、共通接続した中点と前記第1電力装置又は前記第2電力装置のいずれか一方との間に挿入配置されたリクトルと、を有する昇降圧可能なDC/DCコンバータと、該DC/DCコンバータを駆動制御する制御部と、備えるDC/DCコンバータ装置を搭載し、前記蓄電装置から前記DC/DCコンバータを通じて前記走行用モータに電力が供給されるとともに、前記走行用モータの回生電力が前記DC/DCコンバータを通じて前記蓄電装置側に供給される。

10

【0019】

この発明によれば、多相アームの各相アームの中点を共通接続し、共通接続した中点と第1電力装置又は第2電力装置のいずれか一方との間にリクトルを挿入配置するという特徴的な構成を採用したことにより、多相アームで昇降圧可能なDC/DCコンバータを1個のリクトルで実現することができる。

【0020】

この発明では、リクトルが1つでよいので、小型・軽量化を図れる。

20

【0021】

また、リクトルの数を1個にすることができるので、多相アームの相数が増加すればするほど、従来技術に係る多相アームのDC/DCコンバータに比較して小型・軽量化を図れる。

【0022】

前記DC/DCコンバータを駆動制御する制御部により、前記3相以上の相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンするとともに、前記相アームをオンするとき、降圧動作させる時には該相アームを構成する前記上アームスイッチング素子を1スイッチング周期内毎にオンし、昇圧動作させる時には前記下アームスイッチング素子を1スイッチング周期内毎にオンし、降圧動作と昇圧動作の遷移時には1スイッチング周期内毎に前記上下アームスイッチング素子を交互にオンする駆動信号を出力して前記DC/DCコンバータを駆動することにより、1個のリクトルで昇降圧動作可能なDC/DCコンバータ装置が実現できる。

30

【0023】

従来技術に係る多相アーム(理解の容易化のために3相アームとする。)のDC/DCコンバータは、1スイッチング周期2の中で、3相上アーム(又は3相下アーム)の各リクトルに1回通電されるが(図14参照)、この発明では、昇圧動作時又は降圧動作時には、1スイッチング周期2の中で、3相上アームスイッチング素子(又は)3相下アームスイッチング素子でリクトルに1回しか通電されない(図5、図6参照)。1スイッチング周期2の中で、3相上アームスイッチング素子及び3相下アームスイッチング素子で交互にリクトルに1回通電することもこの発明に含まれる(図7参照)。

40

【0024】

この発明では、リクトルが1個であるので、リクトルの動作周波数が実質的に3倍になる。動作周波数が3倍になると、インダクタンス値を1/3にすればよいので、その分リクトルの大きさを小型化できる。

【0025】

この発明では、上アームスイッチング素子及び下アームスイッチング素子が同時にオンされることなく、かつ異なる相アームが同時にオンされることがない。したがって、常時、多くても1つのスイッチング素子がオン状態とされるのみである。よって、放熱性に優れる(放熱設計が容易である)。結果として、DC/DCコンバータ装置の大きさを小

50

型化し、かつ重量を軽量化することができる。

【0026】

この場合、前記制御部は、前記相アームを構成する前記上アームスイッチング素子又は前記下アームスイッチング素子を交互にオンするときデッドタイムを挟んで交互にオンし、かつ前記多相アームを構成する前記相アームをデッドタイムを挟んで交替してオンするようによることで、上アームスイッチング素子と下アームスイッチング素子との短絡及び相アーム間の短絡を防止することができる。

【0027】

なお、言うまでもないが、放熱設計が若干困難になることを許容すれば、スイッチング素子の定格電流以内（許容素子温度以内）の使用であることを条件として、上アームスイッチング素子を複数同時にオノした後、デッドタイムを挟んで下アームスイッチング素子を複数同時にオノすることもこの発明に含まれる。さらに、上アームスイッチング素子を複数同時にオノした後、デッドタイムを挟んで上アームスイッチング素子を複数同時にオノすること、あるいは下アームスイッチング素子を複数同時にオノした後、デッドタイムを挟んで下アームスイッチング素子を同時にオノすることもこの発明に含まれる（図12参照）。この場合においても、リアクトルの数は1個であるので、その分、小型・軽量化を図ることができる。

【発明の効果】

【0028】

この発明によれば、多相アームの各相アームの中点を共通接続し、共通接続した中点と第1電力装置又は第2電力装置のいずれか一方との間にリアクトルを挿入配置するという特徴的な構成を採用したことにより、多相アームで昇降圧可能なDC/DCコンバータを1個のリアクトルで実現することができる。

【0029】

この発明では、リアクトルが1つでよいので、小型・軽量化を図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、この発明に係るDC/DCコンバータ装置の駆動方法を実施するDC/DCコンバータ装置が適用された車両等の実施形態について図面を参照して説明する。

【0031】

図1に示すこの実施形態に係る燃料電池車両20は、基本的には、燃料電池22とエネルギーストレージである蓄電装置（バッテリ）という。24とから構成されるハイブリッド型の電源装置と、このハイブリッド型の電源装置から電流（電力）がインバータ34を通じて供給される走行用のモータ26と、バッテリ24が接続される1次側1Sと燃料電池22とモータ26（インバータ34）とが接続される2次側2Sとの間で電圧変換を行うDC/DCコンバータ装置{VCU（Voltage Control Unit）}23とから構成される。

【0032】

VCU23は、DC/DCコンバータ36と、これを駆動制御するコンバータ制御部54とから構成される。

【0033】

燃料電池22は、例えば固体高分子電解質膜をアノード電極とカソード電極とで両側から挟み込んで形成されたセルを積層したスタック構造にされている。燃料電池22には、水素タンク28とエアコンプレッサ30が配管により接続されている。燃料電池22内で反応ガスである水素（燃料ガス）と空気（酸化剤ガス）の電気化学反応により生成された発電電流Ifは、電流センサ32及びダイオード（ディスコネクトダイオードともいう。）33を介して、インバータ34及び（又は）DC/DCコンバータ36に供給される。

【0034】

インバータ34は、直流/交流変換を行い、モータ電流Imをモータ26に供給する一方、回生動作に伴う交流/直流変換後のモータ電流Imを2次側2SからDC/DCコン

10

20

30

40

50

バータ36を通じて1次側1Sに供給する。

【0035】

この場合、回生電圧又は発電電圧Vfである2次電圧V2がDC/DCコンバータ36により低電圧に変換された1次電圧V1は、ダウンバータ42により降圧されてさらに低電圧とされ、ランプ等の補機44に補機電流Iauとして供給されるとともに、余剰分があればバッテリ電流Ibatとしてバッテリ24を充電する。

【0036】

1次側1Sに接続されるバッテリ24は、例えリチウムイオン2次電池又はキャパシタを利用することができます。この実施形態ではリチウムイオン2次電池を利用している。

【0037】

バッテリ24は、ダウンバータ42を通じて補機44に補機電流Iauを供給するとともに、DC/DCコンバータ36を通じてインバータ34にモータ電流Imを供給する。

【0038】

1次側1S及び2次側2Sには、それぞれ平滑用のコンデンサ38、39が設けられている。2次側2Sのコンデンサ39には、並列に、すなわち燃料電池22に対しても並列に、抵抗器40が接続されている。

【0039】

燃料電池22を含むシステムはFC制御部50により制御され、インバータ34とモータ26を含むシステムはインバータ駆動部を含むモータ制御部52により制御され、DC/DCコンバータ36を含むシステムはコンバータ駆動部を含むコンバータ制御部54により、それぞれ基本的に制御される。

【0040】

そして、これらFC制御部50、モータ制御部52、及びコンバータ制御部54は、上位の制御部であり燃料電池22の総負荷量Lt等を決定する統括制御部56により制御される。

【0041】

統括制御部56、FC制御部50、モータ制御部52、及びコンバータ制御部54は、それぞれCPU、ROM、RAM、タイマの他、A/D変換器、D/A変換器等の入出力インターフェース、並びに、必要に応じてDSP(Digital Signal Processor)等を有している。

【0042】

統括制御部56、FC制御部50、モータ制御部52、及びコンバータ制御部54は、車内LANであるCAN(Controller Area Network)等の通信線70を通じて相互に接続され、各種スイッチ及び各種センサからの入出力情報を共有し、これら各種スイッチ及び各種センサからの入出力情報を入力として各CPUが各ROMに格納されたプログラムを実行することにより各種機能を実現する。

【0043】

ここで、車両状態を検出する各種スイッチ及び各種センサとしては、発電電流Ifを検出する電流センサ32の他、1次電圧V1(バッテリ電圧Vbatに等しい。)を検出する電圧センサ61、1次電流I1を検出する電流センサ62、2次電圧V2(ディスコネクトダイオード33が導通しているとき、略燃料電池22の発電電圧Vfに等しい。)を検出する電圧センサ63、2次電流I2を検出する電流センサ64、通信線70に接続されるイグニッションスイッチ65、アクセルセンサ66、ブレーキセンサ67、車速センサ68、並びにコンバータ制御部54に接続される温度センサ69等がある。

【0044】

統括制御部56は、燃料電池22の状態、バッテリ24の状態、モータ26の状態、及び補機44の状態の他、各種スイッチ及び各種センサからの入力(負荷要求)に基づき決定した燃料電池車両20の総負荷要求量Ltから、燃料電池22が負担すべき燃料電池分担負荷量(要求出力)Lfと、バッテリ24が負担すべきバッテリ分担負荷量(要求出力)Lbと、回生電源が負担すべき回生電源分担負荷量Lrの配分(分担)を調停しながら

10

20

30

40

50

決定し、F C 制御部 5 0、モータ制御部 5 2 及びコンバータ制御部 5 4 に指令を送出する。

【 0 0 4 5 】

D C / D C コンバータ 3 6 は、バッテリ 2 4（第 1 電力装置）と第 2 電力装置 { 燃料電池 2 2 又は回生電源（インバータ 3 4 とモータ 2 6）}との間に、それぞれ I G B T 等のスイッチング素子からなる上アームスイッチング素子 8 1 { 8 1 u、8 1 v、8 1 w (8 1 u ~ 8 1 w) } と、下アームスイッチング素子 8 2 { 8 2 u、8 2 v、8 2 w (8 2 u ~ 8 2 w) } とからなる 3 つの相アーム { U 相アーム U A (8 1 u、8 2 u) 、V 相アーム V A (8 1 v、8 2 v) 、W 相アーム W A (8 1 w、8 2 w) } が並列的に接続された 3 相アームとして構成されている。 10

【 0 0 4 6 】

各アームスイッチング素子 8 1 u、8 1 v、8 1 w、8 2 u、8 2 v、8 2 w には、それぞれ、逆方向にダイオード 8 3 u、8 3 v、8 3 w、8 4 u、8 4 v、8 4 w が接続されている。

【 0 0 4 7 】

D C / D C コンバータ 3 6 により 1 次電圧 V 1 と 2 次電圧 V 2 との間で電圧を変換する際に、エネルギーを放出及び蓄積する 1 個のリアクトル 9 0 が、3 相アームの各相のアーム (U 相アーム U A 、V 相アーム V A 、W 相アーム W A) の中点の共通接続点とバッテリ 2 4 との間に挿入されている。 20

【 0 0 4 8 】

上アームスイッチング素子 8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) は、コンバータ制御部 5 4 から出力されるゲートの駆動信号（駆動電圧） U H 、V H 、W H (のハイレベル) によりそれぞれオンにされ、下アームスイッチング素子 8 2 (8 2 u ~ 8 2 w) は、ゲートの駆動信号（駆動電圧） U L 、V L 、W L (のハイレベル) によりそれぞれオンにされる。 20

【 0 0 4 9 】

1 次電圧 V 1 、代表的には、負荷が接続されていないときのバッテリ 2 4 の開放電圧 O C V (Open Circuit Voltage) は、図 2 の燃料電池出力特性（電流電圧特性） 9 1 上に示すように、この燃料電池 2 2 の発電電圧 V f の最低電圧 V f m i n より高い電圧に設定されている。なお、図 2 において、 O C V = V 1 としている。 30

【 0 0 5 0 】

2 次電圧 V 2 は、燃料電池 2 2 が発電動作しているときには燃料電池 2 2 の発電電圧 V f に等しい電圧にされる。 30

【 0 0 5 1 】

ただし、燃料電池 2 2 の発電電圧 V f がバッテリ 2 4 の電圧 V b a t (= V 1) に等しくなったときには、図 2 に一点鎖線の太線で示す直結状態とされる。直結状態では、上アームスイッチング素子 8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) に供給される駆動信号 U H 、V H 、W H のデューティが 100 [%] にされ、2 次側 2 S から 1 次側 1 S へ電流が流れる場合には上アームスイッチング素子 8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) がオンにされて該上アームスイッチング素子 8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) を通じて電流が流れ、1 次側 1 S から 2 次側 2 S へ電流が流れる場合にはダイオード 8 3 u ~ 8 3 w が導通して該ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w を通じて電流が流れる。高出力時に D C / D C コンバータ 3 6 の 2 次側 2 S から 2 次電流 I 2 をインバータ 3 4 側に供給する { ソース (source) するという。 } 直結状態（高出力時直結状態又は第 1 直結状態という。）では、2 次電圧 V 2 が $V 2 = V 1 - V d$ (V d は、ダイオード 8 3 u 、8 3 v 、8 3 w の順方向電圧降下) になる。 40

【 0 0 5 2 】

なお、直結状態は、高出力領域に限らず、制御上必要な場合に利用される。例えば、燃料電池車両 2 0 の停車時に直結状態を利用できる。燃料電池車両 2 0 の停車時（信号待ち等）には、燃費節約のために、エアコンプレッサ 3 0 の駆動が停止され、水素タンク 2 8 からの燃料ガスの供給も停止される。この場合、燃料電池 2 2 の発電電圧 V f (発電電流 I f) は抵抗器 4 0 等によるディスチャージ及びエアコンディショナ等の補機 4 4 への供 50

給により燃料電池 22 内の残留燃料ガスが消尽するとゼロ値となるが、補機 44 への補機電流 I_{au} の供給はバッテリ 24 により継続される。

【0053】

このような燃料電池車両 20 を停車時、いわゆるアイドル停止時からブレーキペダル操作の解除、アクセルペダル操作等により燃料電池 22 を発電状態へ復帰させるときに、VCU23 による燃料電池 22 の出力制御を円滑に再開するために、DC/DC コンバータ 36 の 2 次側 2S の電圧を直結状態の電圧に保持しておく。この直結状態（アイドル停止直結状態又は第 2 直結状態という。）においては、負荷が抵抗器 40 とされ、DC/DC コンバータ 36 の 2 次側 2S の電圧 V_2 が $V_2 = V_1 - V_d$ に保持される。

【0054】

ここで、VCU23 による燃料電池 22 の出力制御について説明する。

【0055】

水素タンク 28 からの燃料ガス及びエアコンプレッサ 30 からの圧縮空気が供給されている発電時に、燃料電池 22 の発電電流 I_f は、図 2 に示した特性 91 { 関数 $F(V_f)$ } という。} 上で 2 次電圧 V_2 、すなわち発電電圧 V_f をコンバータ制御部 54 により DC/DC コンバータ 36 を通じて設定することにより決定される。つまり、発電電流 I_f は、発電電圧 V_f の関数 $F(V_f)$ 値として決定される。 $I_f = F(V_f)$ であり、例えば発電電圧 V_f を $V_f = V_{fa} = V_2$ と設定すれば、その発電電圧 V_{fa} (V_2) の関数値としての発電電流 I_{fa} が決定される。 $I_{fa} = F(V_{fa}) = F(V_2)$ }。

【0056】

このように燃料電池 22 は二次電圧 V_2 (発電電圧 V_f) を決定することにより発電電流 I_f が決定されるので、燃料電池車両 20 を駆動制御する際には、2 次電圧 V_2 (発電電圧 V_f) が目標電圧 (目標値) に設定される。ただし、ダウンバータ 42 とバッテリ 24 間の配線の断線故障等によりバッテリ 24 が開放状態にされる等、バッテリ 24 (第 1 電力装置) が故障とみなされる特殊な場合には、1 次電圧 V_1 が目標電圧とされる。

【0057】

燃料電池車両 20 等燃料電池 22 を含むシステムでは、DC/DC コンバータ 36 の 2 次側 2S の 2 次電圧 V_2 が目標電圧となるように VCU23 が制御され、この VCU23 により燃料電池 22 の出力 (発電電流 I_f) が制御される。以上が、VCU23 による燃料電池 22 の出力制御の説明である。

【0058】

次に、コンバータ制御部 54 により駆動制御される DC/DC コンバータ 36 の基本動作について図 3 のフロー チャートを参照して説明する。

【0059】

上述したように、統括制御部 56 は、燃料電池 22 の状態、バッテリ 24 の状態、モータ 26 の状態、及び補機 44 の状態の他、各種スイッチ及び各種センサからの入力 (負荷要求) に基づき決定した燃料電池車両 20 の総負荷要求量 L_t から、燃料電池 22 が負担すべき燃料電池分担負荷量 (要求出力) L_f と、バッテリ 24 が負担すべきバッテリ分担負荷量 (要求出力) L_b と、回生電源が負担すべき回生電源分担負荷量 L_r の配分 (分担) を調停しながら決定し、FC 制御部 50、モータ制御部 52 及びコンバータ制御部 54 に指令を送出する。

【0060】

ステップ S1 において、統括制御部 56 により、それぞれが負荷要求であるモータ 26 の電力要求と補機 44 の電力要求とエアコンプレッサ 30 の電力要求から総負荷要求量 L_t が決定 (算出) されると、ステップ S2 において、統括制御部 56 は、決定した総負荷要求量 L_t を出力するための燃料電池分担負荷量 L_f と、バッテリ分担負荷量 L_b と、回生電源分担負荷量 L_r の配分を決定する。ここで、燃料電池分担負荷量 L_f を決定する場合、燃料電池 22 の効率 が考慮される。

【0061】

次いで、ステップ S3 において、コンバータ制御部 54 により、燃料電池分担負荷量 L_f

10

20

30

40

50

f に応じて燃料電池 2 2 の発電電圧 V_f 、ここでは、2 次電圧 V_2 が決定される。

【0062】

2 次電圧 V_2 が決定されると、ステップ S 4において、コンバータ制御部 5 4 は、決定した 2 次電圧 V_2 となるように DC / DC コンバータ 3 6 を駆動制御する。

【0063】

この場合、コンバータ制御部 5 4 は、決定した 2 次電圧 V_2 に応じて、DC / DC コンバータ 3 6 を昇圧動作、降圧動作又は直結動作で駆動する。

【0064】

ステップ S 4において、DC / DC コンバータ 3 6 の 2 次側 2 S からインバータ 3 4 側へ 2 次電流 I_2 をソースする昇圧動作では、コンバータ制御部 5 4 は、下アームスイッチング素子 8 2 u オン（リアクタンス 9 0 にバッテリ電流 I_{bat} から補機電流 I_{au} を差し引いた 1 次電流 I_1 によりエネルギーを蓄積すると同時に、コンデンサ 3 9 から 2 次電流 I_2 をインバータ 3 4 へソースする。以下同様）ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 導通（リアクタンス 9 0 からエネルギー放出しコンデンサ 3 9 にエネルギーを蓄積するとともに、2 次電流 I_2 としてインバータ 3 4 へソースする。以下同様）下アームスイッチング素子 8 2 v オン ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 導通 下アームスイッチング素子 8 2 w オン ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 導通 下アームスイッチング素子 8 2 u オン…の順で DC / DC コンバータ 3 6 をローテーションスイッチングする。

10

【0065】

なお、上アームスイッチング素子 8 1 u ~ 8 1 w 及び下アームスイッチング素子 8 2 u ~ 8 2 w のオンデューティは、出力電圧 V_2 が保持されるように決定される。

20

【0066】

また、ステップ S 4において、DC / DC コンバータ 3 6 の 2 次側 2 S からインバータ 3 4 側へ 2 次電流 I_2 をソースする高出力直結動作では、ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w が導通状態となって 2 次電圧 V_2 が $V_2 = V_1 - V_d$ となる。

【0067】

さらに、ステップ S 4において、DC / DC コンバータ 3 6 の 2 次側 2 S から 1 次側 1 S の補機 4 4 やバッテリ 2 4 に 2 次電流 I_2 を供給する（2 次側 2 S では、シンク（sink）するという。）降圧動作では、上アームスイッチング素子 8 1 u オン（リアクタンス 9 0 にコンデンサ 3 9 から出力される 2 次電流 I_2 によりエネルギーを蓄積するとともにコンデンサ 3 8 から補機 4 4 及び要求に応じてバッテリ 2 4 に 1 次電流 I_1 を供給する。以下同様）ダイオード 8 4 u ~ 8 4 w 導通（ダイオード 8 4 u ~ 8 4 w はフライホイールダイオードとして導通し、リアクタンス 9 0 からエネルギー放出され、コンデンサ 3 8 にエネルギーを蓄積するとともに補機 4 4 及び要求に応じてバッテリ 2 4 に 1 次電流 I_1 を供給する。以下同様）上アームスイッチング素子 8 1 v オン ダイオード 8 4 u ~ 8 4 w 導通 上アームスイッチング素子 8 1 w オン…の順で DC / DC コンバータ 3 6 をローテーションスイッチングする。

30

【0068】

回生電圧が存在する場合、この降圧動作時に回生電源分担負荷量 L_r がシンクされる 2 次電流に加算される。この降圧動作における上アームスイッチング素子 8 1 u ~ 8 1 w 及び下アームスイッチング素子 8 2 u ~ 8 2 w のオンデューティも、決定された出力電圧 V_2 に応じて制御される。

40

【0069】

2 次電圧 V_2 及び 1 次電圧 V_1 は、コンバータ制御部 5 4 により DC / DC コンバータ 3 6 をフィードフォワード制御とフィードバック制御とを組み合わせた PID 制御により制御される。

【0070】

以上が、コンバータ制御部 5 4 により駆動制御される DC / DC コンバータ 3 6 の基本動作の説明である。

50

【0071】

図4A、図4Bに示すように、各アームスイッチング素子81u～81w、82u～82wは、金属製の放熱板(ヒートスプレッダ)12上に固定された、いわゆる6in1モジュール13とされている。各アームスイッチング素子81u～81w、82u～82wには、温度センサ69が取り付けられ、各温度センサ69及び各アームスイッチング素子81u～81w、82u～82wのゲート端子は、コンバータ制御部54に接続されている。なお、各アームスイッチング素子81u～81w、82u～82wと対になっているダイオード83u～83w、84u～84wについては図示を省略している。

【0072】

この実施形態に係る燃料電池車両20は、モータ26を駆動するインバータ34として、DC/DCコンバータ36と同一構成の前記6in1モジュール13を利用しているので、コスト削減が可能である。10

【0073】

ただし、インバータ34によりモータ26を駆動する際、インバータ34の3相アームの各中点は共通接続されず、各中点がモータ26のU相コイル、V相コイル、W相コイルに接続されたフルブリッジの構成にされる。

【0074】

この実施形態に係る燃料電池車両20は、基本的には以上のように構成されかつ動作するものであり、次に、DC/DCコンバータ36を含むVCU23によるローテーションスイッチングの動作についてより詳しく説明する。20

【0075】

図5にVCU23の降圧動作時(2次電流I2のシンク時)のタイムチャート、図6にVCU23の昇圧動作時(2次電流I2のソース時)のタイムチャートを示す。

【0076】

図5及び図6において、リアクトル90に流れる1次電流I1の符号は、1次側1Sから2次側2Sへ流れる昇圧時電流(DC/DCコンバータ23の2次側2Sからインバータ34へ流れ出すソース電流)を正(+)、2次側2Sから1次側1Sへ流れる降圧時電流(燃料電池22又はインバータ34から2次側2Sへ流れ込むシンク電流)を負(-)に取っている。

【0077】

また、コンバータ制御部54から出力される駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLの波形中、ハッチングを付けた期間は、駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLが供給されているアームスイッチング素子(例えば、駆動信号UHに対応するアームスイッチング素子は上アームスイッチング素子81u)が実際にオンしている(電流が流れている)期間を示している。つまり、駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLが供給されていても、該当する並列ダイオード83u～83w、84u～84wがOFFになつていなければ該当するアームスイッチング素子に電流が流れないと留意する。30

【0078】

図5及び図6に示すように、DC/DCコンバータ36の降圧動作及び昇圧動作のいずれの場合にも、コンバータ制御部54から出力される駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLの波形から理解されるように、3相アームを構成するUVW各相アームUA、VA、WA(UA～WA)を1スイッチング周期2毎に、駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLをU相、V相、W相、U相、...と交替(ローテーション)してオンするとともに、UVW各相アームUA～WAをオンするととき、駆動信号UH、VH、WHによりUVW各相アームUA～WAを構成する上アームスイッチング素子81(81u～81w)をオン(図5)又は駆動信号UL、VL、WLによりUVW各相アームUA～WAを構成する下アームスイッチング素子82(82u～82w)をオン(図6)している。40

【0079】

この場合、図5、図6及び後述する図7から分かるように、上下アームスイッチング素子81、82間が同時にオンして電圧V2が短絡することを防止するために、上アームス50

イッティング素子 8 1 u ~ 8 1 w 又は下アームスイッティング素子 8 2 u ~ 8 2 w を交互にオンするための駆動信号 U H と駆動信号 U L 、駆動信号 V H と駆動信号 V L 、及び駆動信号 W H と駆動信号 W L との間でそれぞれデッドタイム d t を挟んでオンし、かつ多相アームを構成する相アーム U A ~ U W を交替してオンするとき駆動信号 U L と駆動信号 V H との間、駆動信号 V L と駆動信号 W H との間、及び駆動信号 W L と駆動信号 U H との間にそれぞれデッドタイム d t を挟んでオンするようにしている。すなわち、デッドタイム d t を挟んで、いわゆる同期スイッチングを行っている。

【 0 0 8 0 】

降圧動作を説明する図 5において、例えば、時点 t 1 ~ t 2 の間で駆動信号 U H により上アームスイッティング素子 8 1 u がオンしている期間には、燃料電池 2 2 及び(又は)回生電源による 2 次電流 I 2 により上アームスイッティング素子 8 1 u を通じてリアクトル 9 0 にエネルギーが蓄積される。時点 t 2 ~ t 5 までのデッドタイム d t 、駆動信号 U L がオン(ただし、下アームスイッティング素子 8 2 u には電流は流れない)及びデッドタイム d t の期間では、リアクトル 9 0 に蓄積されたエネルギーが、ライホイールダイオードとして機能しオンとなっているダイオード 8 4 u ~ 8 4 w を通じて 1 次側 1 S に 1 次電流 I 1 として放出される。時点 t 5 以降、順次、上アームスイッティング素子 8 1 v 、 8 1 w 、 8 1 u 、 ... がオンし、同様の動作を繰り返す。

【 0 0 8 1 】

昇圧動作を説明する図 6において、例えば、時点 t 1 3 ~ t 1 4 の間で駆動信号 U L により下アームスイッティング素子 8 2 u がオンしている期間には、バッテリ 2 4 からの 1 次電流 I 1 によりリアクトル 9 0 にエネルギーが蓄積される。時点 t 1 4 ~ t 1 7 までのデッドタイム d t 、駆動信号 V H がオン(ただし、上アームスイッティング素子 8 1 v には電流が流れない)及びデッドタイム d t の期間では、リアクトル 9 0 に蓄積されたエネルギーが、整流ダイオードとして機能しオンとなったダイオード 8 3 u ~ 8 3 w を通じて 2 次側 1 S に放出される。時点 t 1 7 以降、順次、下アームスイッティング素子 8 2 v 、 8 2 w 、 8 2 u 、 ... がオンし、同様の動作を繰り返す。

【 0 0 8 2 】

なお、昇圧動作と降圧動作の移り変わり(遷移)時の動作を説明する図 7において、例えば、時点 t 2 0 ~ t 2 1 の間で駆動信号 U H により上アームスイッティング素子 8 1 u がオンしている期間(ハッチングで示す期間)には、燃料電池 2 2 及び(又は)回生電源による 2 次電流 I 2 により上アームスイッティング素子 8 1 u を通じてリアクトル 9 0 にエネルギーが蓄積される。

【 0 0 8 3 】

時点 t 2 1 から電流の流れる向きが反転する(符号が負から正に反転する)時点 t 2 2 までの期間では、リアクトル 9 0 に蓄積されたエネルギーが、オンとなったライホイールダイオードとして機能するダイオード 8 4 u ~ 8 4 w を通じて 1 次側 1 S に放出される。

【 0 0 8 4 】

時点 t 2 2 ~ t 2 3 の間で駆動信号 U L により下アームスイッティング素子 8 2 u がオンしている期間では、バッテリ 2 4 からの 1 次電流 I 1 によりリアクトル 9 0 にエネルギーが蓄積される。時点 t 2 3 から電流の流れる向きが反転する(符号が正から負に反転する)時点 t 2 4 までの期間では、リアクトル 9 0 に蓄積されたエネルギーが、オンとなったダイオード 8 3 u ~ 8 3 w を通じて 2 次側 2 S に放出される。以下、同様の動作を繰り返す。このように、この実施形態に係る 3 相ローテーションスイッチングでは、昇圧動作と降圧動作との間で動作が滑らかに移り変わる。

【 0 0 8 5 】

以上説明したように上述した実施形態によれば、D C / D C コンバータ 3 6 は、それぞれ逆方向に並列にダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 、 8 4 u ~ 8 4 w が接続された上アームスイッティング素子 8 1 u ~ 8 1 w と下アームスイッティング素子 8 2 u ~ 8 2 w との直列回路からなる 3 個の相アーム U A ~ W A が第 1 電力装置としてのバッテリ 2 4 と第 2 電力装置としての燃料電池 2 2 及び(又は)インバータ 3 4 とモータ 2 6 との間に並列に接続された

10

20

30

40

50

3相アームと、3相アームの各相アームUA～WAの共通接続中点と前記第1電力装置としてのバッテリ24（又は前記第2電力装置）との間に挿入配置された1個のリアクトル90とを備える。

【0086】

この構成により、3相アームで昇降圧可能なDC/DCコンバータ36を1個のリアクトル90で実現することができる。

【0087】

すなわち、このDC/DCコンバータ36を駆動制御するコンバータ制御部54を備え、このコンバータ制御部54により、相アームUA～WAを交替してオンするとともに、相アームUA～WAをオンするとき、例えば、相アームUAをオンするとき、相アームUAを構成する上アームスイッチング素子81u又は下アームスイッチング素子82uの一方をオンする（図5、図6）か交互にオンする（図7）駆動信号UH、ULを出力してDC/DCコンバータ36を駆動することにより、1個のリアクトル90で昇降圧動作可能なVCU（DC/DCコンバータ装置）23が実現できる。10

【0088】

DC/DCコンバータ36及びVCU23は、リアクトル90が1つでよいので、小型・軽量化を図れる。

【0089】

また、図13、図14に示した従来技術に係る多相アーム（理解の容易化のために3相アームとする。）のDC/DCコンバータ6は、1スイッチング周期2の中での、3相アームの各リアクトル2A～2Cに1回通電されるが、この発明では、昇圧動作時（図6）又は降圧動作時（図5）には、1スイッチング周期2の中での、3相アームUA～WAの1個のリアクトル90に1回しか通電されない。よって、原理的には、この発明では、リアクトル90の動作周波数が実質的に3倍になる。20

【0090】

動作周波数が3倍になると、インダクタンス値を1/3にすればよいので、その分リアクトル90の大きさを小型化できる。また、リアクトル90の数を1個にすることができる、多相アームの相数が増加すればするほど、従来技術に係る多相アームのDC/DCコンバータに比較して小型・軽量化ができる。

【0091】

この発明によれば、上アームスイッチング素子81及び下アームスイッチング素子82が同時にオンされることなく、かつ異なる相アームが同時にオンされることがない。したがって、常時、多くても1つのスイッチング素子がオン状態とされるのみである。よって、放熱性に優れる（放熱設計が容易である）。結果として、VCU23の大きさを小型化し、かつ重量を軽量化することができる。30

【0092】

この場合、コンバータ制御部54は、3相アームからなるDC/DCコンバータ36の相アームUA～WAをオンする際、図5～図7を参照して説明したように、3相アームを構成するUVW相アームUA～WAを交替してオンし、交替してオンする際、ある相アーム、例えばU相アームUAの上アームスイッチング素子81uをオンした（図5～図7）後、デッドタイムdtを挟んでU相アームUAの下アームスイッチング素子82uをオンし（図7）、その後、デッドタイムdtを挟んで次の相であるV相アームVAの上アームスイッチング素子81vをオンした後（図5～図7）、デッドタイムdtを挟んでV相アームVAの下アームスイッチング素子82vの順にオンする（図7）というように、スイッチングタイミングをローテーションしている。40

【0093】

このように、コンバータ制御部54は、相アームUA～WAを構成する上アームスイッチング素子81又は下アームスイッチング素子82を交互にオンするときデッドタイムdtを挟んで交互にオンし、かつ多相アームを構成する相アームUA～WAをデッドタイムを挟んで交替してオンするようにすることで、上アームスイッチング素子と下アームスイ50

ツチング素子との短絡及び相アーム間の短絡を防止することができる。

【0094】

図8は、3相ローテーションの他の実施形態に係る駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLのタイムチャートを示す。

【0095】

この他の実施形態では、全駆動信号UH、UL、VH、VL、WH、WLをローテーションしないで駆動信号VLを休止したローテーションスイッチングとしている。図4Aに示したように全アームスイッチング素子81u、81v、81w、82u、82v、82wの素子温度を測定する温度センサ69を備えているので、素子温度が閾値温度より高い下アームスイッチング素子82vの駆動を一時的に休止し、残りのアームスイッチング素子81u、81v、81w、82u、82wでローテーションスイッチングを継続する。素子温度が閾値温度より低くなり正常範囲に復帰したところで全アームスイッチング素子81u、81v、81w、82u、82v、82wによる3相ローテーションスイッチング駆動を再び行う。休止する駆動信号は1アームに限定されない。例えば、駆動信号UH、VH、VLを休止させてもよい。
10

【0096】

図8例に示した間欠的なローテーションスイッチングは、ある相アームに開放等の故障を発生したとき、その故障した相アームを動作させずに、他の相アームだけでスイッチングを継続する用途に適用することができる。この動作を持つことで、VCU23、ひいては燃料電池車両20の信頼度を上げることができる。
20

【0097】

このように、この発明では、相アームUA～WAを交替してオンするが、相アームUA～WAを交替してオンするとき、相アームUA～WAを構成する上アームスイッチング素子81(81u、81v、81wのいずれか)又は下アームスイッチング素子82(82u、82v、82wのいずれか)のいずれか一方をオンするように制御する。

【0098】

なお、多相アームを構成する相アームUA～WAを交替してオンする際、ある相の上アームスイッチング素子81u～81wと下アームスイッチング素子82u～82wとを順序を問わずに交互にオンした後、次の相アームの上アームスイッチング素子81u～81wと下アームスイッチング素子82u～82wとを順序を問わずに交互にオンすることができる。また相アームUA～WAを交替でオンする際、1スイッチング周期2毎に交替してオンするように制御することで制御が容易になる。2スイッチング周期4以上の周期毎に相アームUA～WAを交替でオンするように制御してもよい。
30

【0099】

なお、この発明は、3相のDC/DCコンバータ36ではなく、図9に示すように、2相のDC/DCコンバータ36Aとした燃料電池車両20Aにも適用することができる。2相以上であれば、4相以上であっても、この発明を適用することができる。

【0100】

また、燃料電池車両20、20Aではなく、図10に示すように、バッテリ駆動車両(電気自動車)21に適用することもできる。もちろん、エンジンとバッテリとモータを搭載した、いわゆるパラレル方式又はシリーズパラレル方式のハイブリッド自動車にも適用することもできる。
40

【0101】

さらに、モータ26は、車両用に限らない。例えばエレベータ昇降用等のモータにも適用することもできる。

【0102】

さらにまた、図11に示すように、インバータ34を単相の負荷35に代替する他、モータ制御部52を負荷制御部53に代替し、イグニッションスイッチ65を電源スイッチ65aに代替し、各種センサ66a、67a、68aに代替した燃料電池システム20Bに適用することもできる。統括制御部56は、コンバータ制御部54を通じてVCU23
50

を制御し、結果として負荷電流 I_L を制御する。

【0103】

なお、この発明は、上述した実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、例えば、図5に対応して描いた図12の降圧動作の波形図に示すように、スイッチング素子の定格電流以内（許容素子温度以内）の使用であれば、時点 t_{31} 以降で上アームスイッチング素子 $81u$ 、 $81v$ 、 $81w$ を駆動信号 UH 、 UV 、 UW により3相同時にオンした後、デッドタイム d_t を挟んで上アームスイッチング素子 $81u$ 、 $81v$ 、 $81w$ を駆動信号 UH 、 UV 、 UW により3相同時にオンする等、種々の構成を採りうることができる。時点 t_{41} 以降では、デッドタイム d_t を挟んで2相の上アームスイッチング素子 $81u$ 、 $81w$ を同時にオンするようにしている。図6の昇圧動作、図7の昇降圧交互動作でも同様にデッドタイム d_t を挟んだ同時スイッチングが可能である。
10

【図面の簡単な説明】

【0104】

【図1】この発明の一実施形態に係る燃料電池車両の回路図である。

【図2】燃料電池の電流電圧特性の説明図である。

【図3】燃料電池車両に搭載されたDC/DCコンバータ装置の基本制御表の説明図である。

【図4】図4Aは放熱板に対する上下アームスイッチング素子の配置説明平面図、図4Bは、その側面図である。

【図5】DC/DCコンバータ装置の降圧動作の動作説明に供されるタイムチャートである。
20

【図6】DC/DCコンバータ装置の昇圧動作の動作説明に供されるタイムチャートである。

【図7】DC/DCコンバータ装置の昇降圧動作の遷移を示すタイムチャートである。

【図8】3相ローテーションの他の実施例に係る駆動信号 UH 、 UL 、 VH 、 VL 、 WH 、 WL の状態を示すタイムチャートである。

【図9】2相のDC/DCコンバータ装置を備える燃料電池車両の回路図である。

【図10】バッテリ駆動車両の回路図である。

【図11】燃料電池システムの回路図である。

【図12】DC/DCコンバータ装置の他の実施形態に係る降圧動作の動作説明に供されるタイムチャートである。
30

【図13】従来技術に係る3個のリアクトルを有するDC/DCコンバータ装置の回路図である。

【図14】図13例の動作説明に供されるタイムチャートである。

【符号の説明】

【0105】

20 ... 燃料電池車両 22 ... 燃料電池

23 ... DC/DCコンバータ装置 (VCU)

24 ... 蓄電装置 (バッテリ) 26 ... モータ

34 ... インバータ 36 ... DC/DCコンバータ
54 ... コンバータ制御部

81 (81u ~ 81w) ... 上アームスイッチング素子

82 (82u ~ 82w) ... 下アームスイッチング素子

83u、83v、83w、84u、84v、84w ... ダイオード

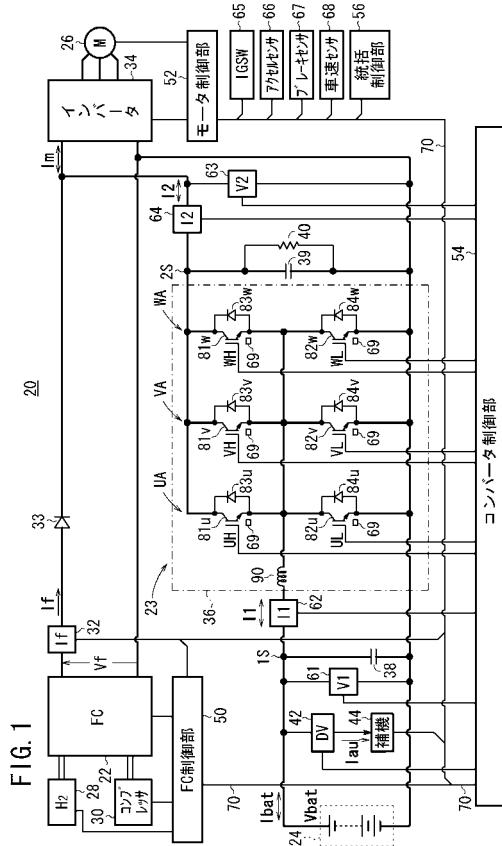
90 ... リアクトル

91 ... 燃料電池出力特性 (電流電圧特性)

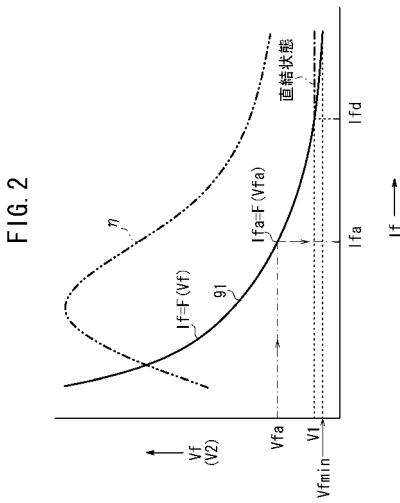
UA ... U相アーム VA ... V相アーム WA ... W相アーム

UH、UL、VH、VL、WH、WL ... 駆動信号
40

【図1】

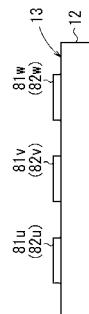
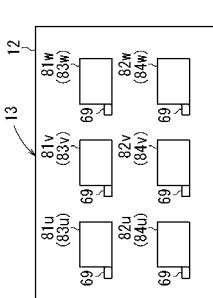
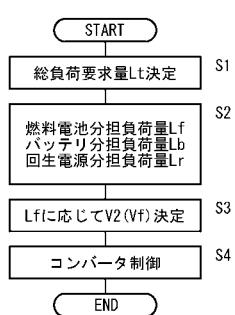


【図2】

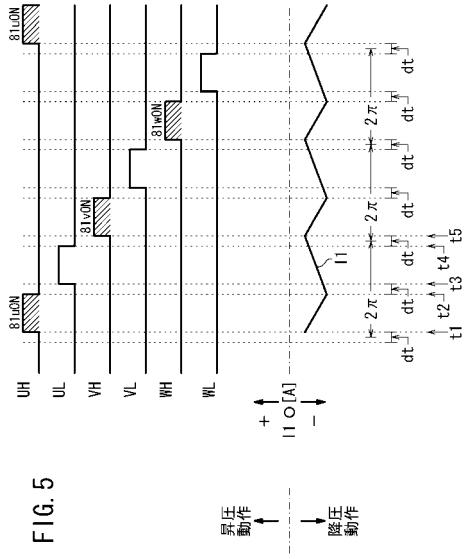


【図3】

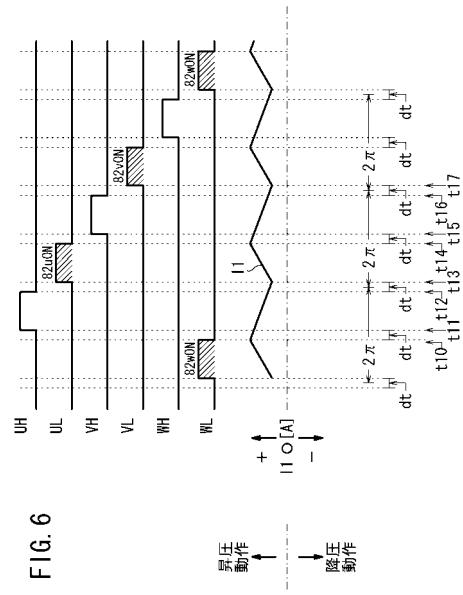
FIG. 3



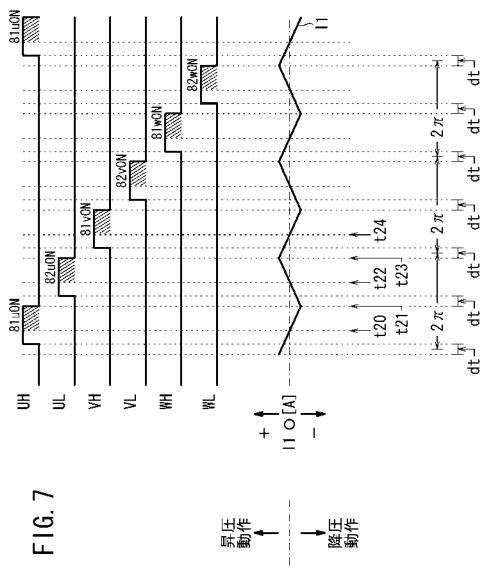
【図5】



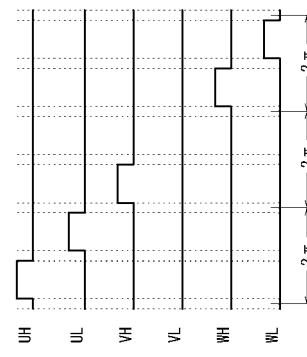
【図6】



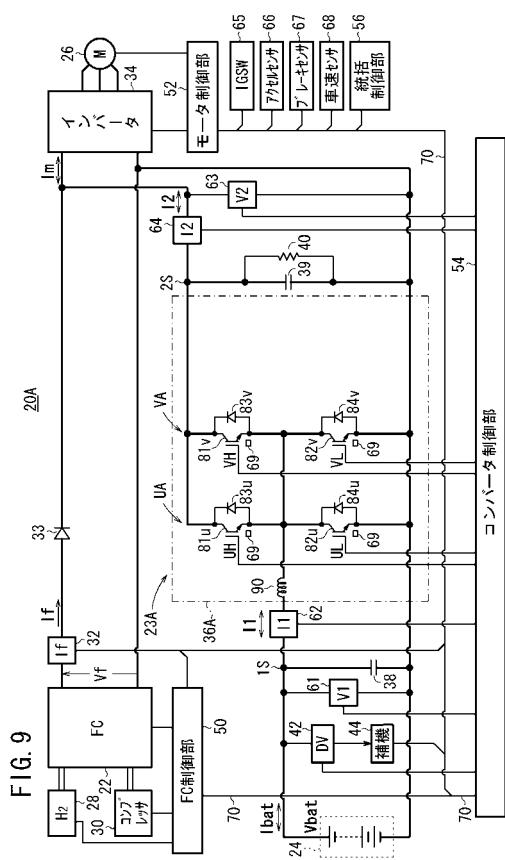
【図7】



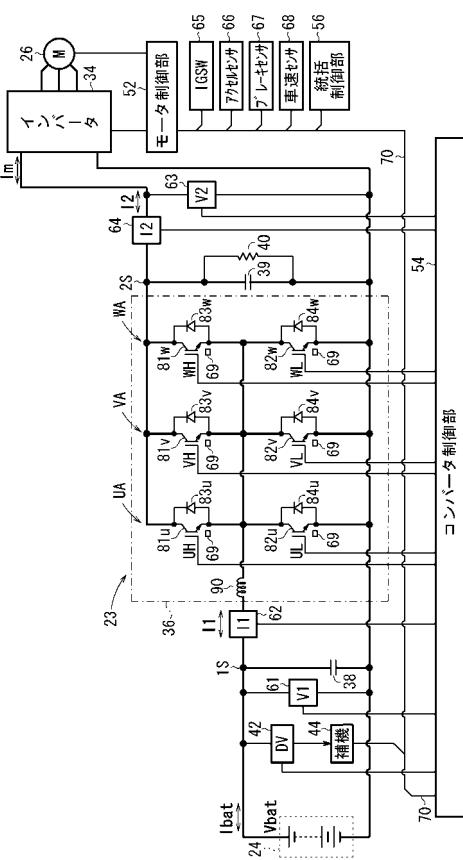
【図8】



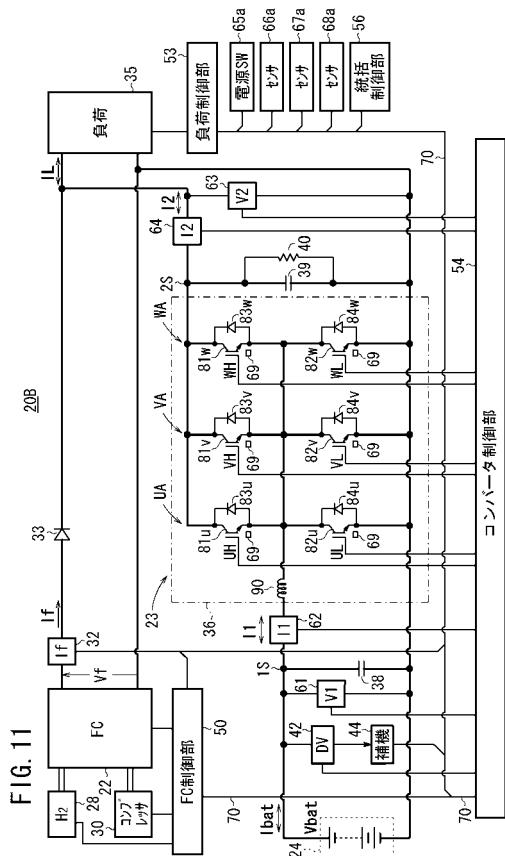
【図9】



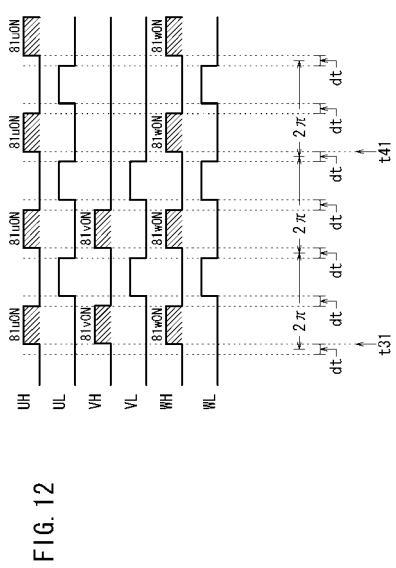
【図10】



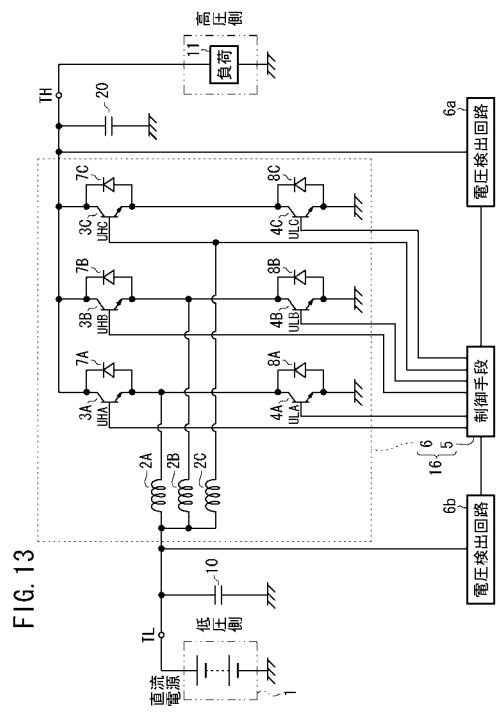
【図11】



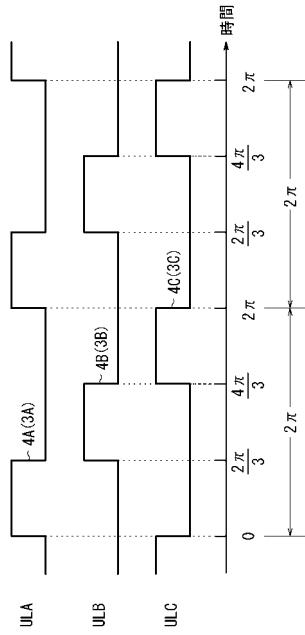
【図12】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

審査官 今井 貞雄

(56)参考文献 特開2007-159315(JP,A)

米国特許第06043634(US,A)

特開平11-113253(JP,A)

特開2002-112534(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02M 3/155