

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4611368号
(P4611368)

(45) 発行日 平成23年1月12日(2011.1.12)

(24) 登録日 平成22年10月22日(2010.10.22)

(51) Int.Cl.

F I

H02M 3/155 (2006.01)

H02M 3/155

H

請求項の数 8 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-330920 (P2007-330920)
 (22) 出願日 平成19年12月21日(2007.12.21)
 (65) 公開番号 特開2009-153342 (P2009-153342A)
 (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)

(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 100142066
 弁理士 鹿島 直樹
 (74) 代理人 100126468
 弁理士 田久保 泰夫
 (74) 代理人 100149261
 弁理士 大内 秀治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 DC/DCコンバータ装置、車両、燃料電池システム及びDC/DCコンバータ装置の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1電力装置と第2電力装置との間に、上アーム素子と下アーム素子からなる複数の相アームが並列的に接続された多相アームのDC/DCコンバータと、

複数の前記相アームを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、該相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム素子の一方をオンするか交互にオンする制御部と、

前記上アーム素子と前記下アーム素子の素子温度を測定する温度センサと、
 を備え、

前記制御部は、

複数の前記相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンする際、ある相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンした後、次の相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンし、

前記相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム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全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を行い、

さらに、

前記相アームをオンしようとするとき、素子温度が閾値より高い前記上アーム素子のオンを休止するが、休止した当該上アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する

10

20

下アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止せず、又は素子温度が閾値より高い前記下アーム素子のオンを休止するが、休止した当該下アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する上アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止しないで、

素子温度が前記閾値温度より低くなり正常範囲に復帰したところで、前記全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を再び行う

ことを特徴とするDC/DCコンバータ装置。

【請求項2】

請求項1記載のDC/DCコンバータ装置において、

前記第1電力装置と前記第2電力装置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個のリアクトルを用い、前記多相アームの各相のアームの midpoint を共通接続し、共通接続した前記 midpoint 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前記リアクトルを挿入して用いる

ことを特徴とするDC/DCコンバータ装置。

【請求項3】

請求項1記載のDC/DCコンバータ装置において、

前記第1電力装置と前記第2電力装置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リアクトルを相の数だけ用い、前記多相アームの各相のアームの midpoint に各リアクトルの一方の端子を接続し、各リアクトルの他方の端子を共通接続し、共通接続点を前記第1電力装置又は前記第2電力装置のいずれか一方に接続して用いる

ことを特徴とするDC/DCコンバータ装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載のDC/DCコンバータ装置において、

前記多相アームが3相アームであり、

前記3相アームを構成する上下アーム素子合計6個が、1つの放熱板上に固定された構成とされている

ことを特徴とするDC/DCコンバータ装置。

【請求項5】

請求項1～4のいずれか1項に記載のDC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置が、回生電圧を発生するインバータ駆動の走行用モータとされ、前記第1電力装置が、蓄電装置とされた、車両。

【請求項6】

請求項1～4のいずれか1項に記載のDC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置が、回生電圧を発生するインバータ駆動の走行用モータと該走行用モータを駆動する燃料電池とされ、前記第1電力装置が、蓄電装置とされた、車両。

【請求項7】

請求項1～4のいずれか1項に記載のDC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置が、負荷に接続された燃料電池とされ、前記第1電力装置が、蓄電装置とされた、燃料電池システム。

【請求項8】

第1電力装置と第2電力装置との間に、素子温度を測定する温度センサを備える上アーム素子と下アーム素子からなる複数の相アームが並列的に接続された多相アームのDC/DCコンバータの前記相アームをオンする際、

複数の前記相アームを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、該相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム素子の一方をオンするか交互にオンする手順と、

複数の前記相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンする際、ある相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンした後、次の相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンする手順と、

前記相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム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、

10

20

30

40

50

デッドタイムを挟んで交替してオンする全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を行う手順と、

前記相アームをオンしようとするとき、素子温度が閾値より高い前記上アーム素子のオンを休止するが、休止した当該上アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する下アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止せず、又は素子温度が閾値より高い前記下アーム素子のオンを休止するが、休止した当該下アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する上アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止しないで、素子温度が前記閾値温度より低くなり正常範囲に復帰したところで、前記全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を再び行う手順と、を

含むことを特徴とするDC/DCコンバータ装置の駆動方法。

10

【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コンバータ装置と、このDC/DCコンバータ装置が搭載された車両又は燃料電池システム及びDC/DCコンバータ装置の駆動方法に関する。

【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。

20

【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。

30

【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】

40

図15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倍昇圧して高圧側THの負荷11に印加する電圧に変換する機能と、逆に高圧側THの電圧をm分の1に降圧して低圧側TLの直流電源1に印加する機能を合わせ持つ。

50

【 0 0 0 8 】

このDC/DCコンバータ装置16は、図16に示すように、昇圧時に、スイッチング周期 2π 中、例えば、デューティが $92 \left\{ (11/12) \times 100 \right\} [\%]$ で駆動されると、3相アーム中、下アーム素子の各トランジスタ4A~4Cが制御手段5からの駆動信号ULA、ULB、ULC(ULA~ULC)によって位相が $2\pi/3$ ずれた状態でオンされる。

【 0 0 0 9 】

各トランジスタ4A~4Cがオンされているときには、各リアクトル2A~2Cの各トランジスタ4A~4C側が接地されることになるので、各リアクトル2A~2Cには直流電源1から電流が接地に向かって流れる。このとき各リアクトル2A~2Cには、流れる電流の2乗と各リアクトル2A~2C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4A~4CがオンからOFFになると、リアクトル2A~2Cに蓄えられたエネルギーに応じた電流がダイオード7A~7Cを通じて高圧側THに流れる。このとき高圧側THの電圧は電圧検出回路6a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、上アーム素子の各トランジスタ3A~3Cが制御手段5からの駆動信号UHA、UHB、UHC(UHA~UHC)によって位相が $2\pi/3$ ずれた状態で順次オンされる。各トランジスタ3A~3Cがオンされることにより高圧側THからトランジスタ3A~3C及びリアクトル2A~2Cを通して低圧側TLの直流電源1へと電流が流れ、リアクトル2A~2C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3A~3Cが順次OFFとされると、ダイオード8A~8Cが対応して順次オンされ、接地からダイオード8A~8C及びリアクトル2A~2C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2004-357388号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【 0 0 1 4 】

ところで、DC/DCコンバータ装置16では、スイッチング素子として大電力用のトランジスタが採用され、3相アームの場合には、図17Aの平面視に示すように、金属製の放熱板(ヒートスプレッド)12上に6個のトランジスタ3A~3C、4A~4Cが固定される構造とされる。

【 0 0 1 5 】

上記のDC/DCコンバータ装置16では、図16に示したように、スイッチング周期 2π の間で、 $9/12$ の時間で3個のトランジスタが同時オン状態となっており、残りの $3/12$ の時間で2個のトランジスタが同時オン状態になっている。

【 0 0 1 6 】

40

しかしながら、図17Bに示すように、3個のトランジスタが同時にオン状態になっている場合には、ハッチングで示す各トランジスタからの熱の伝達の様子中、ダブルハッチングとなる部分で熱が集中し、きわめて放熱効率が悪くなる。トランジスタの最高許容温度等の熱的条件を満足させるためには、ヒートスプレッド12の体積と表面積を増加するとともに、このヒートスプレッド12を冷却する冷却水の流量を増加させる必要があり、結果としてDC/DCコンバータ装置16の大きさが大型になるという問題がある。

【 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、放熱性に優れたDC/DCコンバータ装置、並びにこのDC/DCコンバータ装置が適用された車両、燃料電池システム及びDC/DCコンバータ装置の駆動方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0018】

この発明に係るDC/DCコンバータ装置は、第1電力装置と第2電力装置との間に、上アーム素子と下アーム素子からなる複数の相アームが並列的に接続された多相アームのDC/DCコンバータと、複数の前記相アームを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、該相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム素子の一方をオンするか交互にオンする制御部と、前記上アーム素子と前記下アーム素子の素子温度を測定する温度センサと、を備え、前記制御部は、複数の前記相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンする際、ある相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンした後、次の相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンし、前記相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム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全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を行い、さらに、前記相アームをオンしようとするとき、素子温度が閾値より高い前記上アーム素子のオンを休止するが、休止した当該上アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する下アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止せず、又は素子温度が閾値より高い前記下アーム素子のオンを休止するが、休止した当該下アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する上アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止しないで、素子温度が前記閾値温度より低くなり正常範囲に復帰したところで、前記全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を再び行うことを特徴とする（請求項1）。

10

20

【0019】

この発明に係るDC/DCコンバータ装置の駆動方法は、第1電力装置と第2電力装置との間に、素子温度を測定する温度センサを備える上アーム素子と下アーム素子からなる複数の相アームが並列的に接続された多相アームのDC/DCコンバータの前記相アームをオンする際、複数の前記相アームを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、該相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム素子の一方をオンするか交互にオンする手順と、複数の前記相アームを1スイッチング周期毎に交替してオンする際、ある相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンした後、次の相アームの前記上アーム素子と前記下アーム素子とを交互にオンする手順と、前記相アームを構成する前記上アーム素子又は前記下アーム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全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を行う手順と、前記相アームをオンしようとするとき、素子温度が閾値より高い前記上アーム素子のオンを休止するが、休止した当該上アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する下アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止せず、又は素子温度が閾値より高い前記下アーム素子のオンを休止するが、休止した当該下アーム素子に直列に接続され相互に相アームを構成する上アーム素子に対するオン駆動信号の供給は停止しないで、素子温度が前記閾値温度より低くなり正常範囲に復帰したところで、前記全アーム素子によるローテーションスイッチング駆動を再び行う手順と、を含むことを特徴とする（請求項8）。

30

40

【0020】

この発明に係るDC/DCコンバータ装置並びにその駆動方法によれば、上アーム素子及び下アーム素子が同時にオンされることがなく、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型化し、かつ重量を軽量化することができる。

【0021】

ここで、上記発明は、DC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置を、回生電圧を発生するインバータ駆動の走行用モータとし、前記第1電力装置を蓄電装置とした、

50

車両（電気自動車、内燃機関と蓄積装置を有するハイブリッド車両）に適用することができる（請求項5）。

【0022】

また、上記発明は、DC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置を、回生電圧を発生するインバータ駆動の走行用モータと該走行用モータを駆動する燃料電池とされ、前記第1電力装置を蓄電装置とした、車両（燃料電池車両）に適用することができる（請求項6）。

【0023】

さらに、上記発明は、DC/DCコンバータに接続される前記第2電力装置を燃料電池とし、前記第1電力装置を蓄電装置として負荷を駆動する燃料電池システムに適用することができる（請求項7）。

10

【0026】

なお、複数の前記相アームを交替してオンする際、1スイッチング周期毎に交替してオンするようにしているので、制御が容易になる（請求項1）。n（nは、2以上の整数）スイッチング周期毎に交替してオンするようにしてもよい。

【0027】

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素子又は前記下アーム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しているので、上アーム素子と下アーム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（請求項1）。

20

【0028】

さらに、前記上アーム素子と前記下アーム素子の素子温度を測定する温度センサを備え、前記制御部は、前記相アームをオンしようとする際、素子温度が閾値より高い上アーム素子又は下アーム素子のオンを休止するように制御しているので、放熱設計が容易になる（放熱板を小さくすることができる）（請求項1）。

【0029】

昇降圧用のリアクトルとして1個で、この発明を実施することができる（請求項2）。もちろん相分のリアクトルを利用してこの発明を実施することもできる（請求項3）。

【0030】

30

前記多相アームが3相アームである場合、前記3相アームを構成する上下アーム素子合計6個を、1つの放熱板上に固定した構成とすることで、放熱板の設計が容易である（請求項3）。

【発明の効果】

【0031】

この発明によれば、相アームを構成する上アーム素子及び下アーム素子が同時にオンされることがなく、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、放熱性に優れたDC/DCコンバータ装置、並びにこのDC/DCコンバータ装置が適用された車両、燃料電池システム及びDC/DCコンバータ駆動方法を実現することができる。

40

【0032】

結果として、DC/DCコンバータ装置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。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

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。

【0034】

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（バッテリーという。）24とから構成されるハイブリッド

50

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、バッテリー 24 が接続される 1 次側 1 S 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 2 S との間で電圧変換を行う DC / DC コンバータ装置 { VCU (Voltage Control Unit) という。} 23 とから構成される。

【0035】

VCU 23 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。

【0036】

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 I_f 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。

【0037】

インバータ 34 は、直流 / 交流変換を行い、モータ電流 I_m 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 I_m を 2 次側 2 S から DC / DC コンバータ 36 を通じて 1 次側 1 S に供給する。

【0038】

この場合、回生電圧又は発電電圧 V_f である 2 次電圧 V_2 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 V_1 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 I_{au} として供給されるとともに、余剰分があればバッテリー電流 I_{bat} としてバッテリー 24 を充電する。

【0039】

1 次側 1 S に接続されるバッテリー 24 は、例えばリチウムイオン 2 次電池又はキャパシタを利用することができる。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。

【0040】

バッテリー 24 は、ダウンバータ 42 を通じて補機 44 に補機電流 I_{au} 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 I_m を供給する。

【0041】

1 次側 1 S 及び 2 次側 2 S 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 2 S 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。

【0042】

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。

【0043】

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 L_t 等を決定する統括制御部 56 により制御される。

【0044】

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フェース、並びに、必要に応じて DSP (Digital Signal Processor) 等を有している。

【0045】

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、

10

20

30

40

50

車内 L A Nである C A N (Controller Area Network) 等の通信線 7 0 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 C P U が各 R O M 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。

【 0 0 4 6 】

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 I_f を検出する電流センサ 3 2 の他、1 次電圧 V_1 (バッテリ電圧 V_{bat} に等しい。) を検出する電圧センサ 6 1、1 次電流 I_1 を検出する電流センサ 6 2、2 次電圧 V_2 (ディスコネクトダイオード 3 3 が導通しているとき、略燃料電池 2 2 の発電電圧 V_f に等しい。) を検出する電圧センサ 6 3、2 次電流 I_2 を検出する電流センサ 6 4、通信線 7 0 に接続されるイグニッションスイッチ 6 5、アクセルセンサ 6 6、ブレーキセンサ 6 7、車速センサ 6 8、並びにコンバータ制御部 5 4 に接続される温度センサ 6 9 等がある。

10

【 0 0 4 7 】

統括制御部 5 6 は、燃料電池 2 2 の状態、バッテリ 2 4 の状態、モータ 2 6 の状態、及び補機 4 4 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 2 0 の総負荷要求量 L_t から、燃料電池 2 2 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 2 4 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、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。

20

【 0 0 4 8 】

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素子 8 1 { 8 1 u、8 1 v、8 1 w (8 1 u ~ 8 1 w) } と、下アーム素子 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。

【 0 0 4 9 】

各アーム素子 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。

30

【 0 0 5 0 】

理解の便宜等を考慮し、この発明においては、上アーム素子 8 1 及び下アーム素子 8 2 には逆並列ダイオード 8 3、8 4 が含まれないものとする。

【 0 0 5 1 】

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。

【 0 0 5 2 】

40

上アーム素子 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。

【 0 0 5 3 】

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_{fmin} 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。

【 0 0 5 4 】

50

2次電圧 V_2 は、燃料電池22が発電動作しているときには燃料電池22の発電電圧 V_f に等しい電圧にされる。

【0055】

ただし、燃料電池22の発電電圧 V_f がバッテリー24の電圧 V_{bat} ($=V_1$)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、上アーム素子81(81u~81w)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2Sから1次側1Sへ電流が流れる場合には上アーム素子81(81u~81w)がオンにされて該上アーム素子81(81u~81w)を通じて電流が流れ、1次側1Sから2次側2Sへ電流が流れる場合にはダイオード83u~83wが導通して該ダイオード83u~83wを通じて電流が流れる。高出力時にDC/DCコンバータ36の2次側2Sから2次電流 I_2 をインバータ34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83u、83v、83wの順方向電圧降下)になる。

【0056】

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20の停車時に直結状態を利用できる。燃料電池車両20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30の駆動が停止され、水素タンク28からの燃料ガスの供給も停止される。この場合、燃料電池22の発電電圧 V_f (発電電流 I_f)は抵抗器40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44への供給により燃料電池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} の供給はバッテリー24により継続される。

【0057】

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。

【0058】

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。

【0059】

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。 $\{I_{fa} = F(V_{fa}) = F(V_2)\}$ 。

【0060】

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、ダウンパータ42とバッテリー24間の配線の断線故障等によりバッテリー24が開放状態にされる等、バッテリー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。

【0061】

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。

【 0 0 6 2 】

次に、コンバータ制御部 5 4 により駆動制御される D C / D C コンバータ 3 6 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。

【 0 0 6 3 】

上述したように、統括制御部 5 6 は、燃料電池 2 2 の状態、バッテリー 2 4 の状態、モータ 2 6 の状態、及び補機 4 4 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 2 0 の総負荷要求量 L_t から、燃料電池 2 2 が負担すべき燃料電池分担負荷量（要求出力） L_f と、バッテリー 2 4 が負担すべきバッテリー分担負荷量（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、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

10

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 において、統括制御部 5 6 により、それぞれが負荷要求であるモータ 2 6 の電力要求と補機 4 4 の電力要求とエアコンプレッサ 3 0 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 S 2 において、統括制御部 5 6 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、バッテリー分担負荷量 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 2 2 の効率 η が考慮される。

【 0 0 6 5 】

次いで、ステップ S 3 において、コンバータ制御部 5 4 により、燃料電池分担負荷量 L_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。

20

【 0 0 6 6 】

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 D C / D C コンバータ 3 6 を駆動制御する。

【 0 0 6 7 】

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、D C / D C 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。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 4 において、D C / D C 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、下アーム素子 8 2 u オン（リアクタンス 9 0 にバッテリー電流 I_{bat} から補機電流 I_a 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）→下アーム素子 8 2 v オン→ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 導通→下アーム素子 8 2 w オン→ダイオード 8 3 u ~ 8 3 w 導通→下アーム素子 8 2 u オン... の順で D C / D C コンバータ 3 6 をローテーションスイッチングする。

30

【 0 0 6 9 】

なお、上アーム素子 8 1 u ~ 8 1 w 及び下アーム素子 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。

40

【 0 0 7 0 】

また、ステップ S 4 において、D C / D C 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。

【 0 0 7 1 】

さらに、ステップ S 4 において、D C / D C 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 やバッテリー 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ー 2 4 に 1 次電流 I_1 を供給する。以下同様）→ダイ

50

オード 84u ~ 84w 導通 (ダイオード 84u ~ 84w 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 90 からエネルギー放出され、コンデンサ 38 にエネルギーを蓄積するとともに補機 44 及び要求に応じてバッテリー 24 に 1 次電流 I_1 を供給する。以下同様) → 上アーム素子 81v オン → ダイオード 84u ~ 84w 導通 → 上アーム素子 81w オン → ダイオード 84u ~ 84w 導通 → 上アーム素子 81u オン... の順で DC / DC コンバータ 36 をローテーションスイッチングする。

【0072】

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当負荷量 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素子 81u ~ 81w 及び下アーム素子 82u ~ 82w 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。

10

【0073】

2 次電圧 V_2 及び 1 次電圧 V_1 は、コンバータ制御部 54 により DC / DC コンバータ 36 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。

【0074】

以上が、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 の基本動作の説明である。

【0075】

図 4A、図 4B に示すように、各アーム素子 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。

20

【0076】

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。

【0077】

30

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。

【0078】

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 VCU 23 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。

【0079】

図 5 に VCU 23 の降圧動作時 (2 次電流 I_2 のシンク時) のタイムチャート、図 6 に VCU 23 の昇圧動作時 (2 次電流 I_2 のソース時) のタイムチャートを示す。

40

【0080】

図 5 及び図 6 において、リアクトル 90 に流れる 1 次電流 I_1 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。

【0081】

また、コンバータ制御部 54 から出力される駆動信号 U_H 、 U_L 、 V_H 、 V_L 、 W_H 、 W_L の波形中、ハッチングを付けた期間は、駆動信号 U_H 、 U_L 、 V_H 、 V_L 、 W_H 、 W_L が供給されているアーム素子 (例えば、駆動信号 U_H に対応するアーム素子は上アーム

50

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 になっていなければ該当するアーム素子に電流が流れないことに留意する。

【0082】

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witchング周期 2π 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素子 82 (82u ~ 82w) をオン (図 6) している。

【0083】

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、上アーム素子 81u ~ 81w 又は下アーム素子 82u ~ 82w を交互にオンするための駆動信号 UH と駆動信号 UL、駆動信号 VH と駆動信号 VL、及び駆動信号 WH と駆動信号 WL との間でそれぞれデッドタイム dt を挟んでオンし、かつ多相アームを構成する相アーム UA ~ UW を交替してオンするとき駆動信号 UL と駆動信号 VH との間、駆動信号 VL と駆動信号 WH との間、及び駆動信号 WL と駆動信号 UH との間にそれぞれデッドタイム dt 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 dt を挟んで、いわゆる同期スイッチングを行っている。

【0084】

降圧動作を説明する図 5 において、例えば、時点 t1 ~ t2 の間で駆動信号 UH により上アーム素子 81u がオンしている期間には、燃料電池 22 及び (又は) 回生電源による 2 次電流 I2 により上アーム素子 81u を通じてリアクトル 90 にエネルギーが蓄積される。時点 t2 ~ t5 までのデッドタイム dt、駆動信号 UL がオン (ただし、下アーム素子 82u には電流が流れない。) 及びデッドタイム dt の期間では、リアクトル 90 に蓄積されたエネルギーが、フ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 84u ~ 84w を通じて 1 次側 1S に 1 次電流 I1 として放出される。時点 t5 以降、順次、上アーム素子 81v、81w、81u、... がオンし、同様の動作を繰り返す。

【0085】

昇圧動作を説明する図 6 において、例えば、時点 t13 ~ t14 の間で駆動信号 UL により下アーム素子 82u がオンしている期間には、バッテリー 24 からの 1 次電流 I1 によりリアクトル 90 にエネルギーが蓄積される。時点 t14 ~ t17 までのデッドタイム dt、駆動信号 VH がオン (ただし、上アーム素子 81v には電流が流れない。) 及びデッドタイム dt の期間では、リアクトル 90 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 83u ~ 83w を通じて 2 次側 2S に放出される。時点 t17 以降、順次、下アーム素子 82v、82w、82u、... がオンし、同様の動作を繰り返す。

【0086】

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 t20 ~ t21 の間で駆動信号 UH により上アーム素子 81u 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 22 及び (又は) 回生電源による 2 次電流 I2 により上アーム素子 81u を通じてリアクトル 90 にエネルギーが蓄積される。

【0087】

時点 t21 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 t22 までの期間では、リアクトル 90 に蓄積されたエネルギーが、オンとなったフライホイール

10

20

30

40

50

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 8 】

時点 $t_{22} \sim t_{23}$ の間で駆動信号 U_L により下アーム素子 8 2 u がオンしている期間では、バッテリー 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_{23} 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_{24} 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 9 】

以上説明したように上述した実施形態によれば、 V_{CU23} は、燃料電池 2 2 とインバータ 3 4 の接続点である 2 次側 2 S と、バッテリー 2 4 が接続された 1 次側 1 S との間に、上アーム素子 8 1 と下アーム素子 8 2 からなる相アーム $U_A \sim W_A$ が 3 相並列的に接続された 3 相アームからなる DC / DC コンバータ 3 6 とこの DC / DC コンバータ 3 6 を駆動制御するコンバータ制御部 5 4 とを備える。

【 0 0 9 0 】

コンバータ制御部 5 4 は、3 相アームからなる DC / DC コンバータ 3 6 の相アーム $U_A \sim W_A$ 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 $U_A \sim W_A$ 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 U_A の上アーム素子 8 1 u をオンした（図 5 ~ 図 7）後、 U 相アーム U_A の下アーム素子 8 2 u をオンし（図 7）、その後、次の相である V 相アーム V_A の上アーム素子 8 1 v をオンした後（図 5 ~ 図 7）、 V 相アーム V_A の下アーム素子 8 2 v 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。

【 0 0 9 1 】

図 8 は、3 相アームを U 相オン $\rightarrow V$ 相オン $\rightarrow W$ 相オン $\rightarrow U$ 相オン... とローテーションしてスイッチングしたときの各アーム素子 8 1 u ~ 8 1 w、8 2 u ~ 8 2 w の放熱状態の模式図を示す。

【 0 0 9 2 】

図 8 から分かるように、ローテーションスイッチングでは、一時に 1 つの上アーム素子 8 1 又は下アーム素子 8 2 のみをオンするようにしているので、ハッチングで示す放熱経路から理解されるように、図 1 7 B にダブルハッチングで示したような重なり部分（放熱板 1 2 の表面積をオーバーラップして使用する部分）が発生しないことから放熱性が向上する。その結果、6 i n 1 モジュール 1 3 の小型・軽量化が図れる。

【 0 0 9 3 】

図 9 は、3 相ローテーションの他の実施形態に係る駆動信号 U_H 、 U_L 、 V_H 、 V_L 、 W_H 、 W_L のタイムチャートを示す。

【 0 0 9 4 】

この他の実施形態では、全駆動信号 U_H 、 U_L 、 V_H 、 V_L 、 W_H 、 W_L をローテーションしないで駆動信号 V_L を休止したローテーションスイッチングとしている。図 4 A に示したように全アーム素子 8 1 u、8 1 v、8 1 w、8 2 u、8 2 v、8 2 w の素子温度を測定する温度センサ 6 9 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素子 8 2 v の駆動を一時的に休止し、残りのアーム素子 8 1 u、8 1 v、8 1 w、8 2 u、8 2 w 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素子 8 1 u、8 1 v、8 1 w、8 2 u、8 2 v、8 2 w 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 U_H 、 V_H 、 V_L を休止させてもよい。

【 0 0 9 5 】

図 9 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が発生したとき、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、 V_{CU23} 、ひいて

10

20

30

40

50

は燃料電池車両 20 の信頼度を上げることができる。

【0096】

このように、この発明では、相アーム U A ~ W A を交替してオンするが、相アーム U A ~ W A を交替してオンするとき、相アーム U A ~ W A を構成する上アーム素子 8 1 (8 1 u、8 1 v、8 1 w のいずれか) 又は下アーム素子 8 2 (8 2 u、8 2 v、8 2 w のいずれか) のいずれか一方をオンするように制御する。

【0097】

なお、多相アームを構成する相アーム U A ~ W A を交替してオンする際、ある相の上アーム素子 8 1 u ~ 8 1 w と下アーム素子 8 2 u ~ 8 2 w 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素子 8 1 u ~ 8 1 w と下アーム素子 8 2 u ~ 8 2 w 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 U A ~ W A を交替でオンする際、1 スwitchング周期 2π 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witchング周期 4π 以上の周期毎に相アーム U A ~ W A を交替でオンするように制御してもよい。

【0098】

図 10 の変形例に示すように、1 スwitchング周期 2π 中に、上アーム素子 8 1 及び (又は) 下アーム素子 8 2 u ~ 8 2 w を複数回オンすることもこの発明に含まれる。

【0099】

以上説明したように、上述した実施形態によれば、上アーム素子 8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) と下アーム素子 8 2 (8 2 u ~ 8 2 w) とが同時にオンされることがなく、かつ異なる相アーム U A ~ W A が同時にオンされることもない。したがって、常時、多くても 1 つのアーム素子 (スwitch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) 。

【0100】

なお、この発明は、3 相の D C / D C コンバータ 3 6 ではなく、図 1 1 に示すように、2 相の D C / D C コンバータ 3 6 A とした燃料電池車両 20 A 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。

【0101】

また、燃料電池車両 20、20 A ではなく、図 1 2 に示すように、バッテリー駆動車両 (電気自動車) 2 1 に適用することもできる。もちろん、エンジンとバッテリー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。

【0102】

さらに、モータ 2 6 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。

【0103】

さらにまた、図 1 3 に示すように、インバータ 3 4 を単相の負荷 3 5 に代替する他、モータ制御部 5 2 を負荷制御部 5 3 に代替し、イグニッションスイッチ 6 5 を電源スイッチ 6 5 a に代替し、各種センサ 6 6 a、6 7 a、6 8 a に代替した燃料電池システム 20 B に適用することもできる。統括制御部 5 6 は、コンバータ制御部 5 4 を通じて V C U 2 3 を制御し、結果として負荷電流 I L を制御する。

【0104】

また、図 1 4 に示すように、U V W 各相アーム U A ~ U W の中点にそれぞれリアクトル 9 0 u、9 0 v、9 0 w を接続した 3 個のリアクトル 9 0 u、9 0 v、9 0 w を利用する D C / D C コンバータ 3 6 B も用いることもできる。

【0105】

なお、この発明は、上述の実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0106】

10

20

30

40

50

【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 4 A は放熱板に対する上下アーム素子の配置説明平面図、図 4 B 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。

【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。

10

【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 相アームを U 相オン → V 相オン → W 相オン → U 相オン... とローテーションしてスイッチングしたときの放熱状態の模式図である。

【図 9】3 相ローテーションの他の実施例に係る駆動信号 U H、U L、V H、V L、W H、W L の状態を示すタイムチャートである。

【図 10】3 相ローテーションの変形例に係る駆動信号 U H、U L、V H、V L、W H、W L の状態を示すタイムチャートである。

【図 11】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 12】バッテリー駆動車両の回路図である。

【図 13】燃料電池システムの回路図である。

20

【図 14】3 個のリアクトルを有する DC / DC コンバータ装置を搭載した燃料電池車両の回路図である。

【図 15】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 16】図 15 例の動作説明に供されるタイムチャートである。

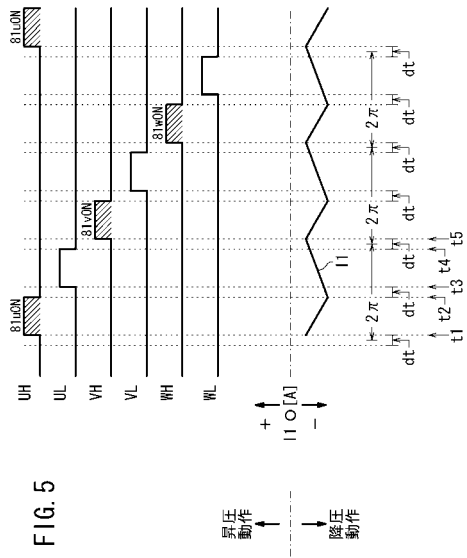
【図 17】図 17 A は放熱板に対するスイッチング素子の配置説明図、図 17 B は、スイッチング素子が同時オン状態での熱伝達の説明図である。

【符号の説明】

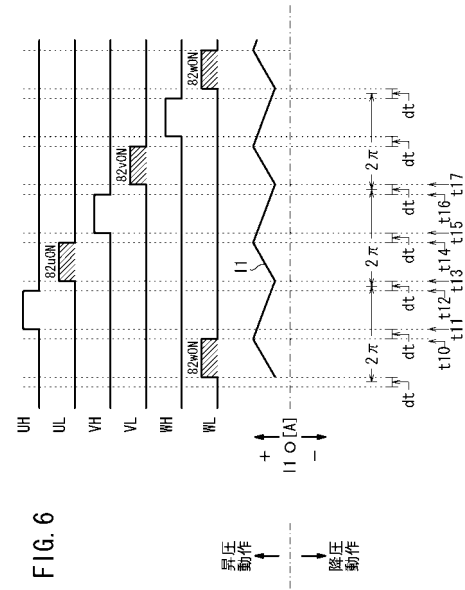
【0107】

1 2 ... 放熱板 (ヒートスプレッダ)	2 0 ... 燃料電池車両	30
2 2 ... 燃料電池	2 3 ... DC / DC コンバータ装置 (V C U)	
2 4 ... 蓄電装置 (バッテリ)	2 6 ... モータ	
3 4 ... インバータ	3 6 ... DC / DC コンバータ	
5 4 ... コンバータ制御部		
8 1 (8 1 u ~ 8 1 w) ... 上アーム素子		
8 2 (8 2 u ~ 8 2 w) ... 下アーム素子		
8 3 u、8 3 v、8 3 w、8 4 u、8 4 v、8 4 w ... ダイオード		
9 0、9 0 u、9 0 v、9 0 w ... リアクトル		
9 1 ... 燃料電池出力特性 (電流電圧特性)		
U A ... U 相アーム	V A ... V 相アーム	40
W A ... W 相アーム		
U H、U L、V H、V L、W H、W L ... 駆動信号		

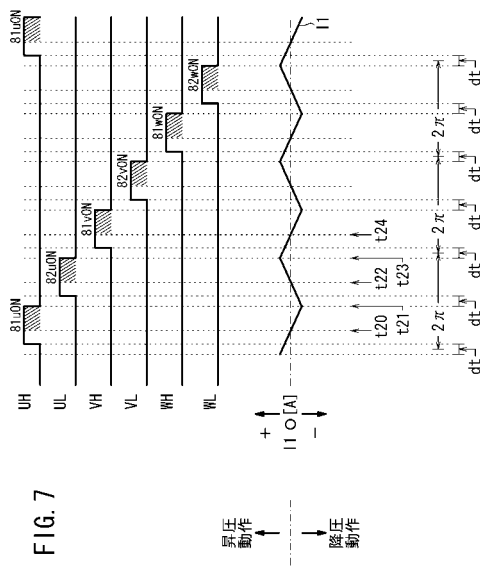
【図 5】



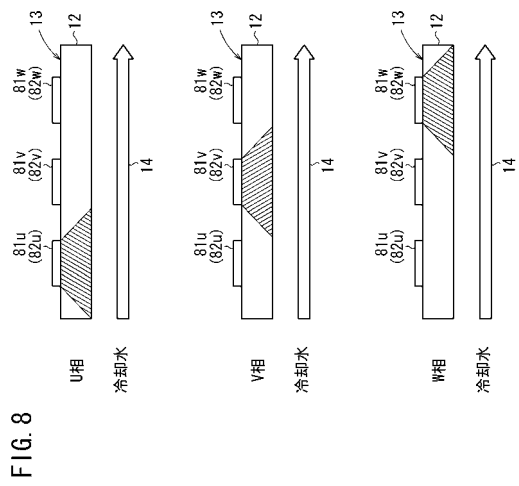
【図 6】



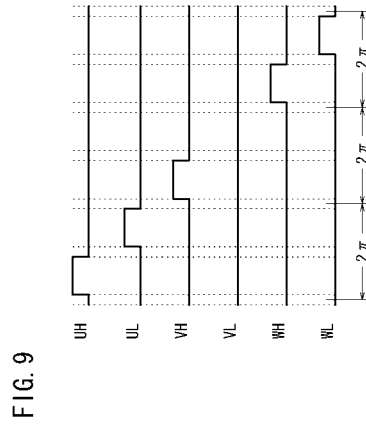
【図 7】



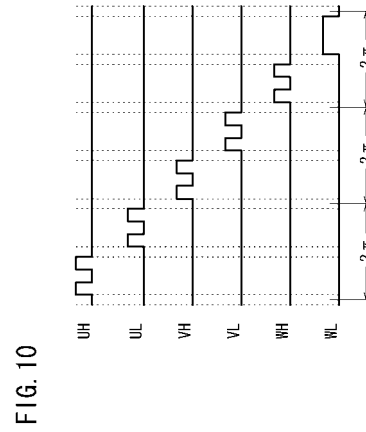
【図 8】



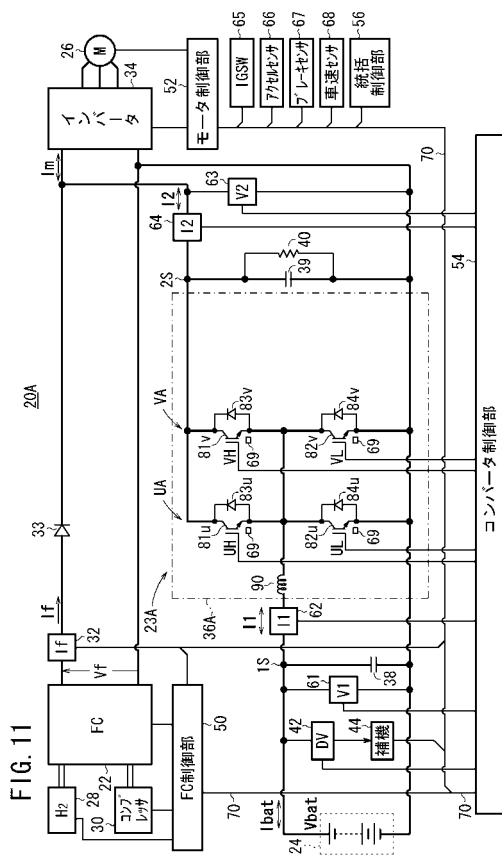
【図 9】



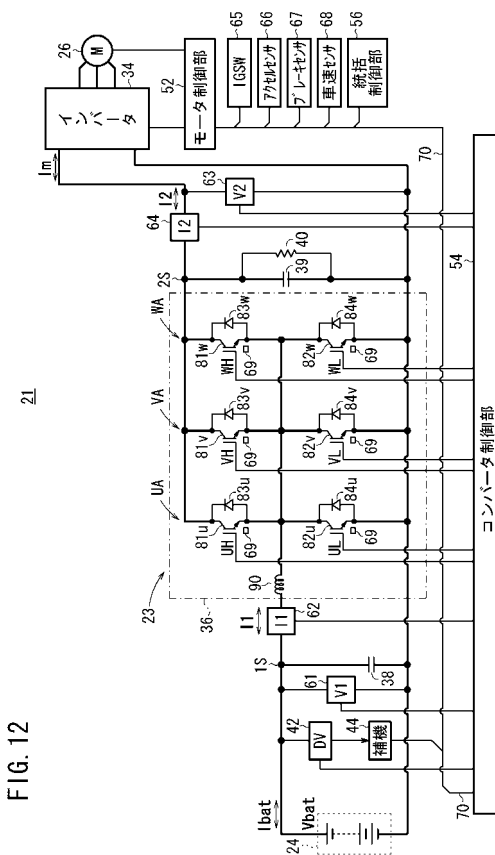
【図 10】



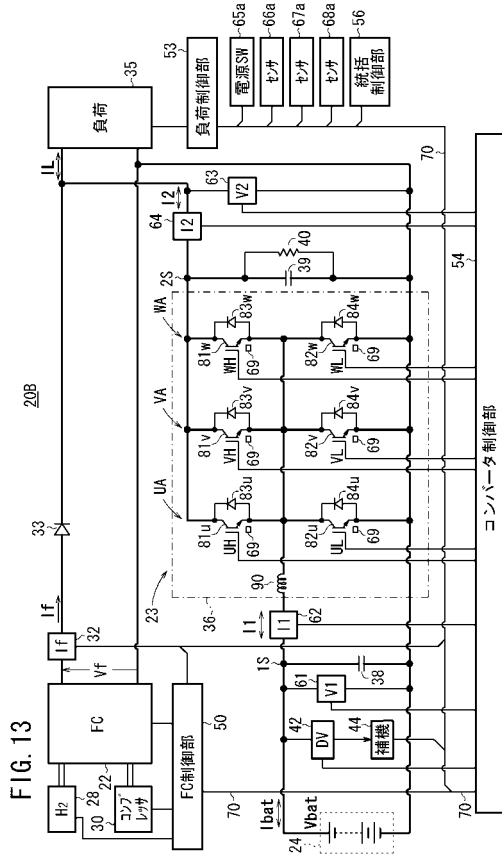
【図 11】



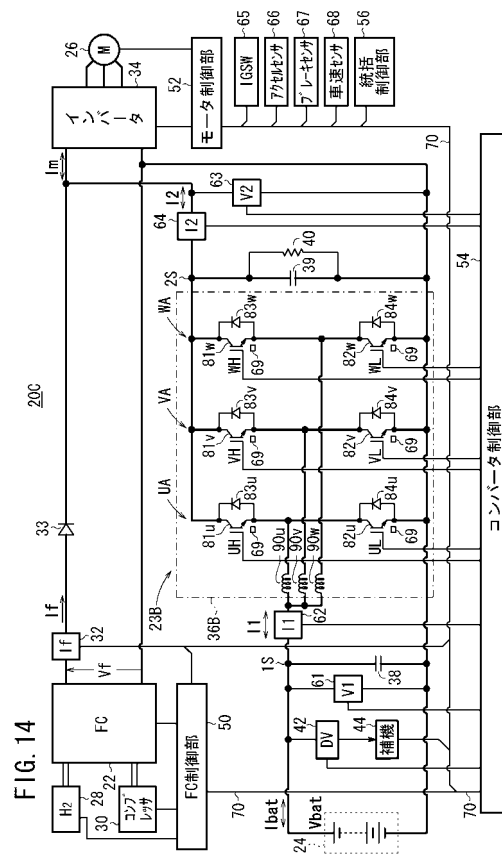
【図 12】



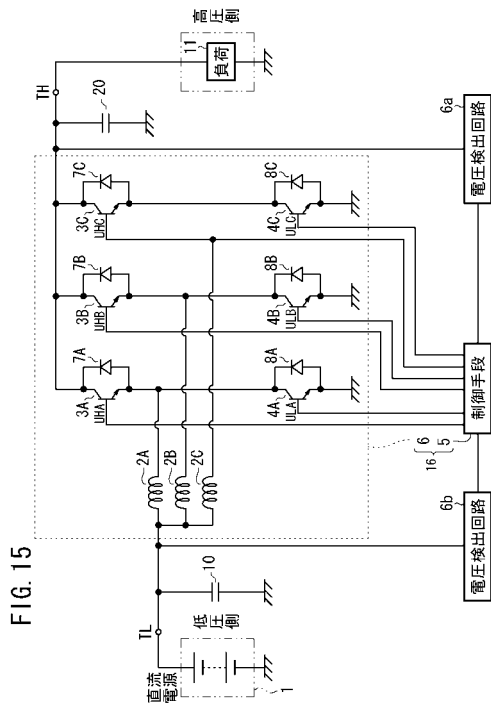
【図 13】



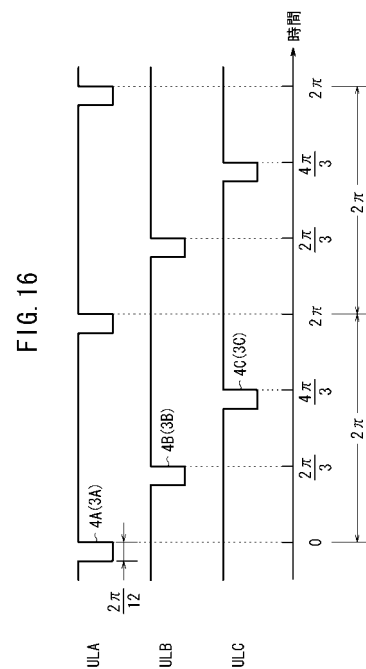
【図 14】



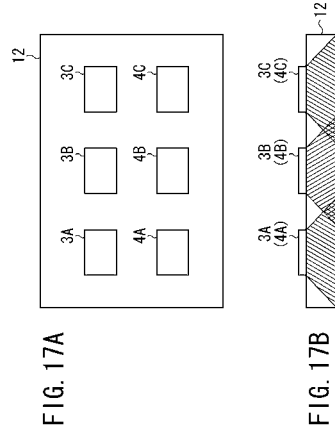
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

- (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

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2007-274796(JP,A)
特開2006-296112(JP,A)
特開2006-311776(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 3/155