

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-4651  
(P2010-4651A)

(43) 公開日 平成22年1月7日(2010.1.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H02M 3/155 (2006.01)</b>	H02M 3/155 C	5H115
<b>B60L 11/18 (2006.01)</b>	H02M 3/155 H	5H730
	B60L 11/18 G	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-161002 (P2008-161002)	(71) 出願人	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
(22) 出願日	平成20年6月19日 (2008.6.19)	(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、ハイブリッド直流電源システム、電気車両及びDC/DCコンバータの制御方法

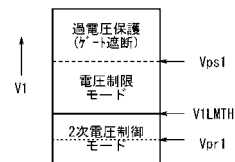
(57) 【要約】

【課題】スイッチング素子の駆動の停止を解除した後に、1次電圧が第1電力装置側に接続された補機の動作保証電圧を超える場合を少なくする。

【解決手段】1次側に対する過電圧保護(アームスイッチング素子の駆動の停止によるDC/DCコンバータでの電圧変換の停止)を解除するための過電圧保護解除閾値 $V_{pr1}$ を、電圧制限モードに移行するための電圧制限閾値 $V_{1LMTH}$ よりも低く設定する( $V_{pr1} < V_{1LMTH}$ )。

【選択図】図3

FIG. 3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第 1 電力装置と第 2 電力装置との間に配置され、スイッチング素子を有する DC / DC コンバータと、

前記スイッチング素子を駆動する制御部と、  
を備え、

前記制御部は、

前記 DC / DC コンバータの前記第 1 電力装置側の電圧（以下、1 次電圧という。）が電圧制限閾値以上となったときに、前記 1 次電圧を制御する電圧制限モードを動作モードとして備え、

前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値よりも高く設定した過電圧保護開始閾値以上となったときに、前記スイッチング素子の駆動を停止し、

前記スイッチング素子の駆動を停止した後に、前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値よりも低く設定した過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除する

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、

前記制御部は、

前記電圧制限モードでは、前記第 1 電力装置から前記 DC / DC コンバータを介して前記第 2 電力装置の間に流れる電流を、前記第 1 電力装置を保護する通過電流制限値に追従させることにより、前記 1 次電圧を制御する

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 又は 2 記載の DC / DC コンバータ装置において、

前記制御部は、

前記 DC / DC コンバータの前記第 2 電力装置側の電圧（以下、2 次電圧という。）を制御する 2 次電圧制御モードを前記動作モードとしてさらに備え、

前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値以上となったときに、前記動作モードを前記 2 次電圧制御モードから前記電圧制限モードに切り替え、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値以上となったときに、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記一時停止を解除して、前記動作モードを前記電圧制限モードから前記 2 次電圧制御モードに切り替え、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの前記一時停止の時間が確定時間を超えるとときに、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止する

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 コンバータ装置を備え、

前記第 1 電力装置は、前記 1 次電圧を発生する蓄電装置であり、

前記第 2 電力装置は、2 次電圧を発生する発電装置である

ことを特徴とするハイブリッド直流電源システム。

**【請求項 5】**

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、あるいは、請求項 4 記載のハイブリッド直流電源システムを備え、

前記第 2 電力装置は、車輪を回転させる電動機と、該電動機を駆動する駆動回路に接続され且つ発電電圧を発生する発電装置とを有し、前記発電電圧又は前記電動機が発電機として動作したときに前記駆動回路に発生する回生電圧を 2 次電圧とする

ことを特徴とする電気車両。

**【請求項 6】**

10

20

30

40

50

請求項 5 記載の電気車両において、  
前記発電装置が、燃料電池である  
ことを特徴とする電気車両。

【請求項 7】

第 1 電力装置と第 2 電力装置との間に配置された DC / DC コンバータのスイッチング素子を駆動する際に、

前記 DC / DC コンバータの前記第 1 電力装置側の電圧（以下、1 次電圧という。）が電圧制限閾値以上となったときに前記 1 次電圧を制御する電圧制限モードが動作モードである場合に、

前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値よりも高く設定した過電圧保護開始閾値以上となったときに前記スイッチング素子の駆動を停止し、

前記スイッチング素子の駆動を停止した後に、前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値よりも低く設定した過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除する

ことを特徴とする DC / DC コンバータの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、第 1 電力装置と第 2 電力装置との間に配置された DC / DC コンバータを制御する DC / DC コンバータ装置と、該 DC / DC コンバータ装置を備えるハイブリッド直流電源システム及び電気車両と、前記 DC / DC コンバータの制御方法とに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、DC / DC コンバータのスイッチング素子を制御部により駆動する際に、前記 DC / DC コンバータの出力電圧が基準電圧以上となったときに、前記スイッチング素子を強制的にオン状態にして出力側を短絡することにより、該出力側を過電圧状態から保護することが提案されている（特許文献 1 参照）。

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 187651 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、第 1 電力装置が DC / DC コンバータを介して第 2 電力装置に接続された DC / DC コンバータ装置において、前記第 1 電力装置に対する過電圧保護を行う場合に、前記 DC / DC コンバータの出力側（前記第 2 電力装置側）に対する過電圧保護を行う特許文献 1 の技術を適用することはできない。

【0005】

そこで、前記 DC / DC コンバータの前記第 1 電力装置側の電圧（1 次電圧）が電圧制限閾値以上となったときに前記 1 次電圧を制御し、該 1 次電圧が前記電圧制限閾値よりも高く設定した過電圧保護開始閾値以上となったときに、スイッチング素子の駆動を停止して、前記 DC / DC コンバータでの電圧変換を停止させることにより、前記第 1 電力装置側を過電圧状態から保護することが考えられる。

【0006】

ここで、前記第 2 電力装置が駆動回路を介して前記 DC / DC コンバータに接続された電動機であり、前記第 1 電力装置側に補機が接続されている場合に、前記 1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値を下回ることにより前記 DC / DC コンバータ装置が前記過電圧状態から抜け出したものとして、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除し、該スイッチング素子の駆動を再開した際に、前記解除に起因して前記電動機に逆起電力が発生すると、前記 1 次電圧が前記補機の動作保証電圧（前記過電圧保護開始閾値以下の所定電圧）を超えて前記過電圧保護開始閾値以上にまで上昇し、この結果、前記 DC / DC コンバータ装置

10

20

30

40

50

が再び過電圧状態になって、前記第1電力装置及び前記補機の耐電圧性を確保できなくなる。

【0007】

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、スイッチング素子の駆動の停止を解除した後に、1次電圧が第1電力装置側に接続された補機の動作保証電圧を超える場合を少なくすることができるDC/DCコンバータ装置、該DC/DCコンバータ装置を備えるハイブリッド直流電源システム及び電気車両、並びに、DC/DCコンバータの制御方法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】

【0008】

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電力装置との間に配置され且つスイッチング素子を有するDC/DCコンバータと、前記スイッチング素子を駆動する制御部とを備え、

前記制御部は、

前記DC/DCコンバータの前記第1電力装置側の電圧(以下、1次電圧という。)が電圧制限閾値以上となったときに前記1次電圧を制御する電圧制限モードを動作モードとして備え、

前記1次電圧が前記電圧制限閾値よりも高く設定した過電圧保護開始閾値以上となったときに前記スイッチング素子の駆動を停止し、

前記スイッチング素子の駆動を停止した後に、前記1次電圧が前記電圧制限閾値よりも低く設定した過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除することを特徴としている。

【0009】

また、この発明に係るDC/DCコンバータの制御方法は、

第1電力装置と第2電力装置との間に配置されたDC/DCコンバータのスイッチング素子を駆動する際に、前記DC/DCコンバータの前記第1電力装置側の電圧(1次電圧)が電圧制限閾値以上となったときに前記1次電圧を制御する電圧制限モードが動作モードである場合に、

前記1次電圧が前記電圧制限閾値よりも高く設定した過電圧保護開始閾値以上となったときに前記スイッチング素子の駆動を停止し、

前記スイッチング素子の駆動を停止した後に、前記1次電圧が前記電圧制限閾値よりも低く設定した過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除することを特徴としている。

【0010】

これらの発明によれば、前記第1電力装置側の過電圧保護(前記スイッチング素子の駆動の停止による前記DC/DCコンバータでの電圧変換の停止)を解除するための前記過電圧保護解除閾値を、前記電圧制限モードに移行するための前記電圧制限閾値よりも低く設定することにより、前記スイッチング素子の駆動の停止を解除した後に、前記1次電圧が前記過電圧保護開始閾値にまで上昇することを阻止することが可能となるので、前記1次電圧が前記第1電力装置側に接続された補機の動作保証電圧を超える場合を少なくすることができる。また、前記1次電圧が前記動作保証電圧を超える場合を少なくすることで、前記DC/DCコンバータ装置が再び過電圧状態になることを回避することが可能となり、前記第1電力装置及び前記補機の耐電圧性を確保することができる。

【0011】

ここで、前記制御部は、前記電圧制限モードでは、前記第1電力装置から前記DC/DCコンバータを介して前記第2電力装置の間に流れる電流を、前記第1電力装置を保護する通過電流制限値に追従させることにより、前記1次電圧を制御することが好ましい。

【0012】

これにより、前記第1電力装置に流し込まれる電流又は流し出される電流を制限することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

また、前記制御部は、前記 DC / DC コンバータの前記第 2 電力装置側の電圧（以下、2 次電圧という。）を制御する 2 次電圧制御モードを前記動作モードとしてさらに備え、前記 1 次電圧が前記電圧制限閾値以上となったときに、前記動作モードを前記 2 次電圧制御モードから前記電圧制限モードに切り替え、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値以上となったときに、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護解除閾値を下回ったときに、前記一時停止を解除して、前記動作モードを前記電圧制限モードから前記 2 次電圧制御モードに切り替え、

前記 1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの前記一時停止の時間が確定時間を超えるとときに、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止することが好ましい。

10

## 【 0 0 1 4 】

この場合、前記 DC / DC コンバータが一時的に過電圧状態になっても、前記確定時間内に前記 1 次電圧が前記過電圧保護解除閾値を下回れば、前記電圧制限モードから前記 2 次電圧制御モードに移行して、前記スイッチング素子の駆動が再開されるので、前記スイッチング素子の駆動が継続的に停止に至る場合を少なくすることができる。

## 【 0 0 1 5 】

この発明に係るハイブリッド直流電源システムは、上述した DC / DC コンバータ装置を備え、前記第 1 電力装置は、前記 1 次電圧を発生する蓄電装置であり、前記第 2 電力装置は、前記 2 次電圧を発生する発電装置であることを特徴としている。

20

## 【 0 0 1 6 】

また、この発明に係る電気車両は、上述した DC / DC コンバータ装置、あるいは、前記ハイブリッド直流電源システムを備え、前記第 2 電力装置は、車輪を回転させる電動機と、該電動機を駆動する駆動回路に接続され且つ発電電圧を発生する発電装置とを有し、前記発電電圧又は前記電動機が発電機として動作したときに前記駆動回路に発生する回生電圧を前記 2 次電圧とすることを特徴としている。

## 【 0 0 1 7 】

前述したように、前記 1 次電圧が前記動作保証電圧を超える場合を少なくすることが可能となるので、前記ハイブリッド直流電源システム又は前記電気車両に前記 DC / DC コンバータ装置を搭載することにより、前記蓄電装置及び前記補機が再び過電圧状態に至ることを回避することができる。

30

## 【 0 0 1 8 】

また、前記発電装置は、燃料電池であることが好ましい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 9 】

この発明によれば、第 1 電力装置側の過電圧保護を解除するための過電圧保護解除閾値を、電圧制限モードに移行するための電圧制限閾値よりも低く設定することにより、スイッチング素子の駆動の停止を解除した後に、1 次電圧が前記過電圧保護開始閾値にまで上昇することを阻止することが可能となるので、前記 1 次電圧が前記第 1 電力装置側に接続された補機の動作保証電圧を超える場合を少なくすることができる。また、前記 1 次電圧が前記動作保証電圧を超える場合を少なくすることで、DC / DC コンバータ装置が再び過電圧状態になることを回避することが可能となり、前記第 1 電力装置及び前記補機の耐電圧性を確保することができる。

40

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 2 0 】

以下、この発明の一実施形態について図面を参照して説明する。

## 【 0 0 2 1 】

図 1 は、この発明の一実施形態に係るハイブリッド直流電源システム 10 が適用された燃料電池車両（電気車両）20 の回路図である。

50

## 【 0 0 2 2 】

ハイブリッド直流電源システム 10 は、基本的には、エネルギストレージでありバッテリー電圧  $V_{bat}$  を発生する蓄電装置（以下、バッテリーともいう。）24（第 1 電力装置）と、このバッテリー電圧  $V_{bat}$  より高い電圧である発電電圧  $V_f$  を発生する発電装置としての燃料電池 22（第 2 電力装置）と、バッテリー 24 と燃料電池 22 との間に配置され電圧変換する DC / DC コンバータ 36 と、統括制御部 56（上位制御部）から供給される電圧指令値に応じて DC / DC コンバータ 36 の電圧制御目標値を設定し、バッテリー 24 と燃料電池 22 との間での前記電圧変換を制御するコンバータ制御部 54 とから構成される。

## 【 0 0 2 3 】

10

ここで、コンバータ制御部 54 と DC / DC コンバータ 36 とは、バッテリー 24 が接続される 1 次側 1S と、燃料電池 22 及びモータ 26（インバータ 34）が接続される 2 次側 2S との間で、昇降圧の電圧変換を行う DC / DC コンバータ装置 { VCU (Voltage Control Unit) } 23 を構成する。

## 【 0 0 2 4 】

燃料電池車両 20 は、前記のハイブリッド直流電源システム 10 と、このハイブリッド直流電源システム 10 からモータ電流  $I_m$ （電力）がインバータ（駆動回路）34 を通じて供給される負荷としての走行用のモータ 26（電動機）と、から構成される。

## 【 0 0 2 5 】

モータ 26 の回転は、減速機 12、シャフト 14 を通じて車輪 16 に伝達され、車輪 16 を回転させる。

20

## 【 0 0 2 6 】

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である。燃料電池 22 には、水素タンク 28 とエアコンプレッサ 30 と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）と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（ディスコネクタ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 側に供給される。

## 【 0 0 2 7 】

30

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 2S から DC / DC コンバータ 36 を通じて 1 次側 1S に供給する。

## 【 0 0 2 8 】

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、ライト、パワーウインド、ワイパー用電動機等の補機 44 に補機電流  $I_{au}$  として供給されると共に、余剰電力があればバッテリー電流  $I_{bat}$ （充電電流  $I_{bc}$ ）としてバッテリー 24 に流し込まれバッテリー 24 を充電する。

## 【 0 0 2 9 】

40

1 次側 1S に電力ケーブル 18（あるいはコンタクタ）を通じて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、ニッケル水素 2 次電池又はキャパシタを利用することができる。

## 【 0 0 3 0 】

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  $I_{au}$  を供給すると共に、DC / DC コンバータ 36 を通じてインバータ 34 にモータ電流  $I_m$  を供給するためのバッテリー電流  $I_{bat}$ （放電電流  $I_{bd}$ ）を流し出す。

## 【 0 0 3 1 】

なお、インバータ 34 に供給されるモータ電流  $I_m$  は、バッテリー電流  $I_{bat}$  が VCU 23 により変換された 2 次電流  $I_2$  と発電電流  $I_f$  との合成電流である。

50

## 【 0 0 3 2 】

バッテリー 2 4 の正極側の出力端には、直列にバッテリー短絡保護用のヒューズ 2 5 が挿入されている。バッテリー 2 4 の負極側の線路と、図 1 中、1 次側 1 S が指すバッテリー 2 4 の正極側に繋がる線路との間が短絡された場合には、ヒューズ 2 5 は、バッテリー 2 4 を保護するために溶断する。

## 【 0 0 3 3 】

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 3 8、3 9 が設けられている。

## 【 0 0 3 4 】

燃料電池 2 2 を含むシステムは F C 制御部 5 0 により制御され、インバータ 3 4 とモータ 2 6 と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 5 2 により制御され、D C / D C コンバータ 3 6 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 5 4 により、それぞれ基本的に制御される。

10

## 【 0 0 3 5 】

そして、これら 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 は、燃料電池 2 2 の総負荷量  $L_t$  等を決定する上位制御部としての統括制御部 5 6 により制御される。

## 【 0 0 3 6 】

統括制御部 5 6、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 は、それぞれ C P U、R O M、R A M、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 D S P (Digital Signal Processor) 等を有している。

20

## 【 0 0 3 7 】

統括制御部 5 6、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 は、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 3 8 】

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  $V_1$  (バッテリー電圧  $V_{bat}$  に等しい。) を検出する電圧センサ 6 1、1 次電流  $I_1$  { バッテリ電流  $I_{bat}$  (放電電流  $I_{bd}$  又は充電電流  $I_{bc}$ ) } 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 ( I G S W ) 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、及び上記したライト、パワーウィンド、ワイパー用電動機等の補機 4 4 の操作部 5 5 等がある。

30

## 【 0 0 3 9 】

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当負荷量 (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当負荷量 (要求出力)  $L_b$  と、回生電源が負担すべき回生電源分担当負荷量  $L_r$  との配分 (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。

40

## 【 0 0 4 0 】

D C / D C コンバータ 3 6 は、バッテリー 2 4 と、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) との間に接続される、上アーム素子 (上アームスイッチング素子 8 1 と並列ダイオード 8 3) と下アーム素子 (下アームスイッチング素子 8 2 と並列ダイオ

50

ード 84) とからなる相アーム ( 単相アーム )  $U_A$  と、リアクトル 90 とから構成される。

【 0041 】

上アームスイッチング素子 81 と下アームスイッチング素子 82 とは、それぞれ例えば、MOSFET 又は IGBT 等で構成される。

【 0042 】

リアクトル 90 は、DC / DC コンバータ 36 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ために、前記上アーム素子及び前記下アーム素子の接続点とバッテリー 24 との間に挿入されている。

【 0043 】

上アームスイッチング素子 81 は、コンバータ制御部 54 から出力される駆動信号 ( 駆動電圧 )  $U_H$  によりオン又はオフされ、下アームスイッチング素子 82 は、駆動信号 ( 駆動電圧 )  $U_L$  によりオン又はオフされる。

【 0044 】

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ー 24 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 ) 91 上に示すように、この燃料電池 22 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、バッテリー 24 の開放電圧  $O_C V$  を  $O_C V - V_1$  と描いている。

【 0045 】

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。

【 0046 】

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。

【 0047 】

直結状態では、上アームスイッチング素子 81 に供給される駆動信号  $U_H$  のデューティが、例えば 100 [%] にされ、下アームスイッチング素子 82 の駆動信号  $U_L$  のデューティは、例えば 0 [%] にされる。直結状態において、2 次側 2S から 1 次側 1S へ電流が流れる充電方向 ( 回生方向 ) の場合には、上アームスイッチング素子 81 を通じて電流が流れ、1 次側 1S から 2 次側 2S へ電流が流れる力行方向の場合には、ダイオード 83 を通じて電流が流れる。

【 0048 】

ここで、VCU 23 による燃料電池 22 の出力制御について説明する。

【 0049 】

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。 {  $I_{fa} = F(V_{fa}) = F(V_2)$  }。

【 0050 】

具体的に、燃料電池 22 においては、発電電圧  $V_f$  の減少に応じて流し出される電流である発電電流  $I_f$  が増加し、発電電圧  $V_f$  の増加に応じて流し出される発電電流  $I_f$  が減少する。

【 0051 】

このように、燃料電池 22 は、2 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 等、燃料電池 22 を含むシステムでは、通常時には、DC / DC コンバータ 36 の 2 次側 2S の 2 次電圧  $V_2$  ( 発電電圧  $V_f$  ) が

10

20

30

40

50



、コンバータ制御部 5 4 を含む V C U 2 3 のフィードバック制御（2 次電圧制御モード）の電圧制御目標値  $V_{2tar}$  に設定される。すなわち、V C U 2 3 により燃料電池 2 2 の出力（発電電流  $I_f$ ）が制御される。なお、2 次電圧制御モードでは、2 次電圧  $V_2$  が電圧制御目標値  $V_{2tar}$  に追従するように D C / D C コンバータ 3 6 の 2 次電圧フィードバック制御（P I 制御あるいは P I D 制御）が行われる。

【 0 0 5 2 】

以上が、V C U 2 3 による燃料電池 2 2 の出力制御の説明である。

【 0 0 5 3 】

ところで、コンバータ制御部 5 4 は、1 次電圧  $V_1$  の大きさに応じて、図 3 に示すように、D C / D C コンバータ 3 6 を制御するための動作モードを 2 次電圧制御モード又は電圧制限モード（を含む電流制限モード）に切り替えて該 D C / D C コンバータ 3 6 を制御する。

10

【 0 0 5 4 】

すなわち、コンバータ制御部 5 4 は、前述した 2 次電圧制御モード及び電圧制限モード（電流制限モード）を動作モードとして備え、該 1 次電圧  $V_1$  の大きさに応じて動作モードを切り替える。この場合、コンバータ制御部 5 4 は、（1）通常時には、2 次電圧制御モードにより D C / D C コンバータ 3 6 を制御し、（2）1 次電圧  $V_1$  が電圧制限閾値  $V_{1LMT H}$  以上となったときに、ヒューズ 2 5 の溶断や電力ケーブル 1 8 の断線（あるいはコンタクトの誤開放）を防止する目的で 1 次電圧  $V_1$  を制限する電圧制限モードにより D C / D C コンバータ 3 6 を制御する。

20

【 0 0 5 5 】

また、コンバータ制御部 5 4 は、電圧制限モードによる D C / D C コンバータ 3 6 の制御中に、ヒューズ 2 5 の溶断や電力ケーブル 1 8 の断線に起因して、1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  以上となった場合には、1 次側 1 S を過電圧状態から保護する目的で、後述する過電圧保護（ゲート遮断）により D C / D C コンバータ 3 6 を保護する。

【 0 0 5 6 】

さらに、コンバータ制御部 5 4 は、1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を下回ったときには、1 次側 1 S が過電圧状態から抜け出したものとみなし、過電圧保護を解除して電圧制限モードから 2 次電圧制御モードに移行する。すなわち、図 3 では、 $V_{pr1} < V_{1LMT H} < V_{ps1}$  としている。

30

【 0 0 5 7 】

図 4 は、電圧制限モード時（電流制限モード時）におけるコンバータ制御部 5 4 の機能ブロック図であり、図 5 は、図 4 の電流制限値算出部 1 1 0 に記憶されているバッテリー電流制限表 1 2 0 を図示したものである。

【 0 0 5 8 】

コンバータ制御部 5 4 は、バッテリー 2 4 への充放電電流の制限による保護及びヒューズ 2 5 の溶断を防止するために、2 次電圧制御モードを中断して電流制限モードに移行し、1 次電流  $I_1$  を制御する。この場合、電流制限モードのうち、バッテリー電圧上限設定値  $V_{1High}$ （電圧制限閾値  $V_{1LMT H}$ ）以上の電圧に対する制御が前述した電圧制限モードである。前記電流制限モードでは、1 次電流  $I_1$  を充電電流制限値  $I_{bcLimit}$  及び放電電流制限値  $I_{bdLimit}$ （電圧制限モードの場合には充電電流制限値  $I_{bcLimit}$ ）に追従させる（制限させる）ことにより、1 次電圧  $V_1$  を制御する。

40

【 0 0 5 9 】

この場合、統括制御部 5 6 から電流制限値算出部 1 1 0 に、バッテリー電圧上限設定値  $V_{1High}$ （電圧制限閾値  $V_{1LMT H}$ ）及びバッテリー電圧下限設定値  $V_{1Low}$  が供給されることによりバッテリー電流制限表 1 2 0 が設定（記憶）される。また、図 5 において、電流制限値算出部 1 1 0 に供給される 1 次電圧  $V_1$ （バッテリー電圧  $V_{bat}$ ）が、バッテリー電圧下限設定値  $V_{1Low}$  とバッテリー電圧上限設定値  $V_{1High}$  との間の規定範囲（正常電圧範囲、通常動作電圧範囲）N R 内であれば、2 次電圧制御モードによる制御範囲となる。

50

## 【 0 0 6 0 】

一方、充電電流  $I_{bc}$  が大きくなってきて1次電圧  $V_1$  が、規定範囲  $NR$  から外れてバッテリー電圧上限設定値  $V_{1High}$  を上回る電圧となった場合には、充電電流制限値（充電電流上限値） $I_{bcLimit}$  の傾斜に示すように、1次電圧  $V_1$  の上限側の所定幅電圧  $V_{1H}$  の範囲で1次電圧許容最大値  $V_{1max}$  まで、1次電圧  $V_1$  の増加に応じて充電電流制限値  $I_{bcLimit}$  を、許容充電電流値  $I_{bcP}$  から徐々に小さくし、1次電圧許容最大値  $V_{1max}$  において充電電流制限値  $I_{bcLimit}$  の値を0にする（充電電流  $I_{bc}$  を流し込まないようにする）。

## 【 0 0 6 1 】

また、放電電流  $I_{bd}$  が大きくなってきて1次電圧  $V_1$  が、規定範囲  $NR$  から外れてバッテリー電圧下限設定値  $V_{1Low}$  を下回る電圧となった場合には、放電電流制限値（放電電流上限値） $I_{bdLimit}$  の傾斜に示すように、1次電圧  $V_1$  の下限側の所定幅電圧  $V_{1L}$  の範囲で1次電圧許容最小値  $V_{1min}$  まで、1次電圧  $V_1$  の低下に応じて放電電流制限値  $I_{bdLimit}$  を許容放電電流値  $I_{bdP}$  から徐々に小さくする。1次電圧許容最小値  $V_{1min}$  以下の1次電圧  $V_1$  では放電電流制限値  $I_{bdLimit}$  の値を0にしている（放電電流  $I_{bd}$  を流し出さないようにする）。

10

## 【 0 0 6 2 】

なお、規定範囲  $NR$  の中央電圧は、例えばバッテリー24の開放電圧  $OCV$  に設定される。また、1次電圧許容最小値  $V_{1min}$  から1次電圧許容最大値  $V_{1max}$  までの範囲が、バッテリー24を劣化させない電圧範囲となる。さらに、バッテリー電流制限表120には、ヒューズ溶断防止電流制限値  $I_{fusemax}$  も書き入れている。

20

## 【 0 0 6 3 】

従って、電流制限値算出部110は、1次電圧  $V_1$  が供給されたときに、バッテリー電流制限表120を参照して、充電電流制限値  $I_{bcLimit}$ 、放電電流制限値  $I_{bdLimit}$  及びヒューズ溶断防止電流制限値  $I_{fusemax}$  を比較し、いずれか小さい値を、供給された1次電圧  $V_1$  に応じた1次電流制限値  $I_{1Limit}$  に決定し、決定した1次電流制限値  $I_{1Limit}$  を加算信号として演算点100に出力する。演算点100は、1次電流制限値  $I_{1Limit}$  と、電流センサ62（図1参照）から供給された1次電流  $I_1$  との偏差  $e$  ( $e = I_{1Limit} - I_1$ ) をPID処理部104に出力する。

## 【 0 0 6 4 】

PID処理部104は、比例（P）、積分（I）、微分（D）動作部であり、偏差  $e$  をデューティの補正值である補正デューティ  $D$  ( $D = D_p + D_i + D_d$ 、 $D_p$  : P項成分による補正デューティ、 $D_i$  : I項成分による補正デューティ、 $D_d$  : D項成分による補正デューティ) に変換し、変換した補正デューティ  $D$  を駆動デューティ  $D$  ( $D = D$ ) としてPWM処理部108に出力する。PWM処理部108は、駆動デューティ  $D$  に基づき、上アームスイッチング素子81を駆動するための駆動デューティ  $DH$  ( $DH = D$ ) の駆動信号  $UH$  と、下アームスイッチング素子82を駆動するための駆動デューティ  $DL$  ( $DL = 1 - D$ ) の駆動信号  $UL$  とを、出力回路部112に出力する。

30

## 【 0 0 6 5 】

さらに、コンバータ制御部54において、1次側過電圧保護判断部114は、1次電圧  $V_1$  が過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  以上になったと判定したときに、1次側1Sが過電圧状態になったことを示す過電圧検知信号  $Sp1$  をゲート遮断判断部118に出力し、一方で、1次電圧  $V_1$  が過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を下回ったと判定したときに、ゲート遮断判断部118に対する過電圧検知信号  $Sp1$  の出力を停止する。

40

## 【 0 0 6 6 】

ゲート遮断判断部118は、入力された過電圧検知信号  $Sp1$  に基づいて、ヒューズ25の溶断や電力ケーブル18の断線（あるいはコンタクトの誤開放）によって1次側1Sが過電圧状態となり、従って、VCU23を含むハイブリッド直流電源システム10が過電圧状態に至ったとみなして、アームスイッチング素子81、82への駆動信号  $UH$ 、 $UL$  の供給を停止するためのゲート遮断信号  $Sgc$  を出力回路部112に出力する。

50

## 【 0 0 6 7 】

出力回路部 1 1 2 は、ゲート遮断信号 S g c の入力がないければ、アームスイッチング素子 8 1、8 2 に駆動信号 U H、U L を供給して、D C / D C コンバータ 3 6 に電圧変換を行わせるが、一方で、ゲート遮断信号 S g c の入力があれば、アームスイッチング素子 8 1、8 2 に対する駆動信号 U H、U L の供給を停止して、D C / D C コンバータ 3 6 での電圧変換を停止させる。

## 【 0 0 6 8 】

ところで、1 次側 1 S の過電圧状態が長時間続けば、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動を継続的に停止させる必要があるが、一方で、過電圧状態が一時的なものであれば、一時的な過電圧状態から抜け出した時点でアームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動の停止（一時停止）を解除して、該駆動を再開できることが望ましい。すなわち、全ての過電圧状態に対してアームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動を継続的に停止させる必要はなく、従って、前記継続的な停止は、できる限り回避することが望ましい。

10

## 【 0 0 6 9 】

また、ゲート遮断判断部 1 1 8 は、過電圧検知信号 S p 1 が入力された時点からカウントを開始するカウンタ機能を有し、入力時点（図 9 D の時刻 t 1）からの所定の確定時間 T 1 d（時刻 t 1 から時刻 t 1 0 までの時間）内に、過電圧検知信号 S p 1 の入力停止すれば、1 次側 1 S が一時的な過電圧状態から抜け出したものと判断して、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動の一時停止の解除を決定し、出力回路部 1 1 2 に対するゲート遮断信号 S g c の出力を停止する。これにより、出力回路部 1 1 2 は、アームスイッチング素子 8 1、8 2 に対する駆動信号 U H、U L の供給の停止を解除し（供給を再開し）、D C / D C コンバータ 3 6 での電圧変換を再開させる。

20

## 【 0 0 7 0 】

一方、ゲート遮断判断部 1 1 8 は、過電圧検知信号 S p 1 の入力時点（図 9 D の時刻 t 1）から確定時間 T 1 d 経過しても、過電圧検知信号 S p 1 が入力され続けていれば、1 次側 1 S の過電圧状態が長時間継続するものと判断して、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動を継続的に停止することを決定し、出力回路部 1 1 2 に対するゲート遮断信号 S g c の出力を継続する。なお、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動の継続的な停止は、ゲート遮断判断部 1 1 8 における過電圧検知信号 S p 1 の入力の有無によって解除されることを防止するために、例えば、I G S W 6 5 のオフに基づいて解除されることが望ましい。

30

## 【 0 0 7 1 】

この実施形態に係る燃料電池車両 2 0 は、基本的には以上のように構成され且つ動作するものであり、次に、コンバータ制御部 5 4 による D C / D C コンバータ 3 6 の制御について、図 6 ~ 図 1 0 を参照しながら説明する。

## 【 0 0 7 2 】

図 6 のステップ S 1 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 の電力要求とから総負荷要求量 L t が決定（算出）されると、ステップ S 1 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 との配分を決定し、F C 制御部 5 0、コンバータ制御部 5 4 及びモータ制御部 5 2 に指令を与える。この場合、コンバータ制御部 5 4 には、通常時には、2 次電圧指令値 V 2 c o m が送出される。

40

## 【 0 0 7 3 】

次いで、ステップ S 1 3 において、統括制御部 5 6 により決定された燃料電池分担負荷量（実質的に、コンバータ制御部 5 4 に対する発電電圧 V f の 2 次電圧指令値 V 2 c o m が含まれる。）L f が通信線 7 0 を通じてコンバータ制御部 5 4 に指令として送信される。

## 【 0 0 7 4 】

この場合、燃料電池分担負荷量 L f の指令（2 次電圧指令値 V 2 c o m）を受信したコ

50

ンバータ制御部 54 は、ステップ S 14 において、基本的に、2 次電圧  $V_2$ 、換言すれば、燃料電池 22 の発電電圧  $V_f$  が、統括制御部 56 から指令された 2 次電圧指令値  $V_{2c}$  となるように、DC/DC コンバータ 36 の各アームスイッチング素子 81、82 の駆動デューティを制御する(2 次電圧制御モード)。

【0075】

次に、2 次電圧制御モード又は電圧制限モードによる DC/DC コンバータ 36 の制御と、DC/DC コンバータ 36 に対する過電圧保護とについて、図 7 ~ 図 10 を参照しながら説明する。

【0076】

図 7 及び図 8 A ~ 図 8 D は、比較例に係る DC/DC コンバータ 36 の制御を示している。図 7 は、過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を電圧制限モード内の所定電圧に設定した場合 ( $V_{1LMT} < V_{pr1} < V_{ps1}$ ) を示している。また、図 8 A は、1 次電圧  $V_1$  (特性 130) のグラフであり、図 8 B は、過電圧検知信号  $S_{p1}$  (特性 132) のグラフであり、図 8 C は、ゲート遮断信号  $S_{gc}$  (特性 134) のグラフであり、図 8 D は、コンバータ制御部 54 での動作モードを示すグラフ(特性 136)である。

10

【0077】

一方、図 9 A ~ 図 9 D は、過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を 2 次電圧制御モード内の所定電圧に設定した場合(図 3 に示す  $V_{pr1} < V_{1LMT}$  の実施例)のグラフである。すなわち、図 9 A は、1 次電圧  $V_1$  (特性 140) のグラフであり、図 9 B は、過電圧検知信号  $S_{p1}$  (特性 142) のグラフであり、図 9 C は、ゲート遮断信号  $S_{gc}$  (特性 144) のグラフであり、図 9 D は、コンバータ制御部 54 での動作モードを示すグラフ(特性 146)である。

20

【0078】

図 8 A ~ 図 8 D の比較例において、コンバータ制御部 54 が 2 次電圧制御モードにより DC/DC コンバータ 36 を制御している最中に、時刻  $t_0$  でヒューズ 25 (図 1 参照) の溶断や電力ケーブル 18 の断線(あるいはコンタクトの誤開放)が発生すると、時間  $t$  の経過に伴って、1 次電圧  $V_1$  が上昇し、時刻  $t_1$  で 1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  にまで上昇すると、1 次側過電圧保護判断部 114 (図 4 参照) は、過電圧検知信号  $S_{p1}$  をゲート遮断判断部 118 に出力する(特性 132 のフラグを立てる)。ゲート遮断判断部 118 は、過電圧通知信号  $S_{p1}$  の入力に基づいて、アームスイッチング素子 81、82 の駆動を一時停止することを決定し、ゲート遮断信号  $S_{gc}$  を出力回路部 112 に出力する(特性 134 のフラグを立てる)。これにより、出力回路部 112 は、アームスイッチング素子 81、82 に対する駆動信号  $U_H$ 、 $U_L$  の供給を停止するので、DC/DC コンバータ 36 は、電圧変換を停止するに至る。従って、コンバータ制御部 54 は、時刻  $t_0$  から時刻  $t_1$  までの間に、動作モードを 2 次電圧制御モードから電圧制限モードに移行し、さらに、時刻  $t_1$  にて DC/DC コンバータ 36 に対する過電圧保護を開始する。

30

【0079】

次に、時刻  $t_2$  において、1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を下回ると、1 次側 1S は過電圧状態から抜け出した状態となり、1 次側過電圧保護判断部 114 は、ゲート遮断判断部 118 に対する過電圧検知信号  $S_{p1}$  の出力を停止する(特性 132 のフラグを降ろす)。従って、ゲート遮断判断部 118 は、過電圧通知信号  $S_{p1}$  の入力停止に基づいて、アームスイッチング素子 81、82 の駆動の一時停止を解除することを決定し、出力回路部 112 に対するゲート遮断信号  $S_{gc}$  の出力を停止する(特性 134 のフラグを降ろす)。これにより、出力回路部 112 は、アームスイッチング素子 81、82 に対する駆動信号  $U_H$ 、 $U_L$  の供給を再開し、DC/DC コンバータ 36 での電圧変換を再開させる。従って、コンバータ制御部 54 は、DC/DC コンバータ 36 に対する過電圧保護を解除する。

40

【0080】

しかしながら、比較例では、図 7 に示すように、過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  が過電圧

50

保護開始閾値  $V_{ps1}$  よりも僅かに低い電圧制限モード内の所定電圧であるため、DC / DCコンバータ36での電圧変換の再開（前記一時停止の解除）に起因してモータ26に逆起電力が発生すると、図8Aに示すように、1次電圧  $V_1$  が補機44の動作保証電圧（過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  以下の所定電圧）を超えて過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  以上にまで上昇する。この結果、1次側1Sは、時刻  $t_2$  で過電圧状態から抜け出すことができても、僅かに時間が経過した、時刻  $t_3$  にて再び過電圧状態に戻ることになり、該1次側1Sのバッテリー24及び補機44の耐電圧性を確保できなくなる。

【0081】

以上が、比較例において、 $V_{1LMT} < V_{pr1} < V_{ps1}$  とした場合の問題点である。

10

【0082】

これに対して、この実施形態では、図3に示すように、 $V_{pr1} < V_{1LMT}$  に設定している。この場合、図9A～図9Dの実施例に示すように、時刻  $t_4$  において、1次電圧  $V_1$  が過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を下回ると、1次側過電圧保護判断部114は、ゲート遮断判断部118に対する過電圧検知信号  $S_{p1}$  の出力を停止し（特性142のフラグを降ろし）、ゲート遮断判断部118は、過電圧通知信号  $S_{p1}$  の入力停止に基づいて、出力回路部112に対するゲート遮断信号  $S_{gc}$  の出力を停止する（特性144のフラグを降ろす）。これにより、出力回路部112は、アームスイッチング素子81、82に対する駆動信号  $U_H$ 、 $U_L$  の供給を再開し、DC / DCコンバータ36での電圧変換を再開させる。従って、コンバータ制御部54は、DC / DCコンバータ36に対する過電圧保護を解除する（特性146のフラグを降ろす）と共に、動作モードを電圧制限モードから2次電圧制御モードに移行する。

20

【0083】

前述したように、実施例では、過電圧保護解除閾値  $V_{pr1}$  を過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  よりも相当に低い、電圧制限閾値  $V_{1LMT}$  未満の2次電圧制御モード内の所定電圧に設定しているので、DC / DCコンバータ36での電圧変換の再開（前記一時停止の解除）に起因してモータ26に逆起電力が発生しても、図9Aに示すように、時刻  $t_4$  以降、1次電圧  $V_1$  が過電圧保護開始閾値  $V_{ps1}$  にまで上昇することを回避することができる。すなわち、時刻  $t_4$  以降、コンバータ制御部54は、1次電圧  $V_1$  に応じて、動作モードを2次電圧制御モード又は電圧制限モードに繰り返し切り替えながら、DC / DCコンバータ36を制御する。従って、実施例では、時刻  $t_4$  以降、1次側1Sのバッテリー24及び補機44の耐電圧性を確保することができる。

30

【0084】

また、実施例においては、特性142のフラグが立っている時間  $T_1$  が確定時間  $T_{1d}$  内（ $T_1 < T_{1d}$ ）であるため、ゲート遮断判断部118は、1次側1Sが一時的な過電圧状態から抜け出したものと判断して、出力回路部112に対するゲート遮断信号  $S_{gc}$  の出力を停止し（特性144のフラグを降ろし）、アームスイッチング素子81、82の駆動の一時停止を解除する。これにより、出力回路部112は、アームスイッチング素子81、82に対する駆動信号  $U_H$ 、 $U_L$  の供給を再開し、DC / DCコンバータ36における電圧変換を再開させるので、アームスイッチング素子81、82の駆動の継続的な停止を回避することができる。

40

【0085】

次に、1次側過電圧保護判断部114及びゲート遮断判断部118における過電圧保護の具体的な判断処理（前記一時停止又は前記継続的な停止の具体的な判断処理）について、図10のフローチャートを参照しながら説明する。

【0086】

ステップS21において、1次側過電圧保護判断部114（図4参照）は、ゲート遮断判断部118での前回の判断処理によって、アームスイッチング素子81、82の駆動の継続的な停止が確定していないか否かを判定する。

【0087】

50

ステップS 2 1において、前記継続的な停止が確定していない場合に（ステップS 2 1のYES）、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、1次電圧V 1が過電圧保護開始閾値V p s 1以上（ $V 1 \geq V p s 1$ ）であるか否かを判定し（ステップS 2 2）、 $V 1 \geq V p s 1$ である場合には（ステップS 2 2のYES）、1次側1 Sが一時的な過電圧状態に入ったものと判断し、過電圧検知信号S p 1をゲート遮断判断部1 1 8に出力する（ステップS 2 3）。

**【0088】**

ゲート遮断判断部1 1 8は、過電圧検知信号S p 1の入力に基づいて、過電圧検知信号S p 1の特性1 4 2（図9 B参照）のフラグが立っている時間T 1が確定時間T 1 dを超えるか否かを判定し（ステップS 2 4）、 $T 1 > T 1 d$ であれば（ステップS 2 4のYES）、1次側1 Sの過電圧状態が長時間継続するおそれがあり、アームスイッチング素子8 1、8 2の駆動を継続的に停止する必要があると判断して、ゲート遮断信号S g cを出力回路部1 1 2に出力し続ける（ステップS 2 5）。一方、ステップS 2 4において、時間T 1が確定時間T 1 d内であれば（ $T 1 \leq T 1 d$ 、ステップS 2 4のNO）、ゲート遮断判断部1 1 8は、1次側1 Sの過電圧状態が一時的なものと判断して、図示しないカウンタによるカウントアップを行う（ステップS 2 6）。

10

**【0089】**

また、ステップS 2 2において、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、1次電圧V 1が過電圧保護開始閾値V p s 1未満である場合（ $V 1 < V p s 1$ 、ステップS 2 2のNO）、DC/DCコンバータ3 6に対する過電圧保護が行われているか否かを判定し（ステップS 2 7）、過電圧保護が行われていれば（ステップS 2 7のYES）、次に、1次電圧V 1が過電圧保護解除閾値V p r 1を下回るか否か（ $V 1 < V p r 1$ ）を判定する（ステップS 2 8）。ステップS 2 8において、1次電圧V 1が過電圧保護解除閾値V p r 1以上であれば（ $V 1 \geq V p r 1$ 、ステップS 2 8のNO）、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、現時点では、1次電圧V 1が過電圧保護開始閾値V p s 1未満であるが、2次電圧制御モードに移行するには至らない電圧範囲であるとみなし（ $V p r 1 < V 1 < V p s 1$ ）、ゲート遮断判断部1 1 8に対して過電圧検知信号S p 1を引き続き出力する。ゲート遮断判断部1 1 8は、過電圧検知信号S p 1の入力に基づいて、ステップS 2 4以降の処理を行う。

20

**【0090】**

一方、ステップS 2 8において、1次電圧V 1が過電圧保護解除閾値V p r 1を下回れば（ $V 1 < V p r 1$ 、ステップS 2 8のYES）、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、1次側1 Sが一時的な過電圧状態から抜け出したものと判断し、ゲート遮断判断部1 1 8に対する過電圧検知信号S p 1の出力を停止すると共に、コンバータ制御部5 4の動作モードを2次電圧制御モードに移行する。これにより、ゲート遮断判断部1 1 8は、過電圧検知信号S p 1の入力停止に基づいて、出力回路部1 1 2に対するゲート遮断信号S g cの出力を停止すると共に、カウンタの値を0にリセットする（ステップS 2 9、S 3 0）。この結果、出力回路部1 1 2は、ゲート遮断信号S g cの入力停止に基づいて、アームスイッチング素子8 1、8 2に対する駆動信号U H、U Lの供給停止を解除し（供給を再開し）、DC/DCコンバータ3 6での電圧変換を再開させる。

30

40

**【0091】**

さらに、ステップS 2 7において、DC/DCコンバータ3 6に対する過電圧保護を行っていない場合（ステップS 2 7のNO）、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、ステップS 2 8以降の処理を行わない。さらにまた、ステップS 2 1において、前記継続的な停止が確定していれば（ステップS 2 1のNO）、1次側過電圧保護判断部1 1 4は、ステップS 2 2以降の処理を行わない。

**【0092】**

以上説明したように、上述した実施形態によれば、1次側1 Sに対する過電圧保護（アームスイッチング素子8 1、8 2の駆動の停止によるDC/DCコンバータ3 6での電圧変換の停止）を解除するための過電圧保護解除閾値V p r 1を、電圧制限モードに移行す

50

るための電圧制限閾値  $V_{1LMT H}$  よりも低く設定することにより ( $V_{p r 1} < V_{1LMT H}$ )、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動の停止を解除した後に、1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護開始閾値  $V_{p s 1}$  にまで上昇することを阻止することが可能となるので、1 次電圧  $V_1$  が 1 次側 1 S に接続された補機 4 4 の動作保証電圧を超える場合を少なくすることができる。

【0093】

また、1 次電圧  $V_1$  が前記動作保証電圧を超える場合を少なくすることで、 $V C U 2 3$  が再び過電圧状態になることを回避することが可能となるので、ハイブリッド直流電源システム 1 0 及び燃料電池車両 2 0 に  $V C U 2 3$  を搭載することにより、バッテリー 2 4 及び補機 4 4 が再び過電圧状態に至ることを防止することができ、バッテリー 2 4 及び補機 4 4 の耐電圧性を確保することができる。すなわち、コンバータ制御部 5 4 は、バッテリー 2 4 及び補機 4 4 に極力負担をかけることなく、 $D C / D C$  コンバータ 3 6 を制御することができる。

10

【0094】

さらに、コンバータ制御部 5 4 は、電圧制限モードにおいては、1 次電流  $I_1$  を 1 次電流制限値  $I_{1L i m i t}$  に追従させることにより 1 次電圧  $V_1$  を制御するので、バッテリー 2 4 に流し込まれる充電電流  $I_{b c}$  又は流し出される放電電流  $I_{b d}$  を制限することができる。

【0095】

さらにまた、 $D C / D C$  コンバータ 3 6 が一時的に過電圧状態になっても、確定時間  $T_{1 d}$  内に 1 次電圧  $V_1$  が過電圧保護解除閾値  $V_{p r 1}$  を下回れば、過電圧保護を解除して電圧制限モードから 2 次電圧制御モードに移行することにより、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動が再開されるので、アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動が継続的に停止に至る場合を少なくすることができる。

20

【0096】

この実施形態は、上記の説明に限定されるものではなく、この明細書及び図面の記載内容に基づき、単相アーム  $U A$  の  $D C / D C$  コンバータ 3 6 に限らず、 $U$  相、 $V$  相及び  $W$  相の 3 相アームの  $D C / D C$  コンバータを有するハイブリッド直流電源を備える燃料電池車両に適用する等、種々の構成を採り得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

30

【0097】

【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】図 1 のコンバータ制御部の動作モードの説明図である。

【図 4】電圧制限モード時におけるコンバータ制御部の機能ブロック図である。

【図 5】バッテリー電流制限表の説明図である。

【図 6】コンバータ制御部により駆動制御される  $D C / D C$  コンバータの基本動作についての説明に供されるフローチャートである。

【図 7】比較例に係る動作モードの説明図である。

【図 8】図 8 A は、1 次電圧のグラフであり、図 8 B は、過電圧検知信号のグラフであり、図 8 C は、ゲート遮断信号のグラフであり、図 8 D は、動作モードを示すグラフである。

40

【図 9】図 9 A は、1 次電圧のグラフであり、図 9 B は、過電圧検知信号のグラフであり、図 9 C は、ゲート遮断信号のグラフであり、図 9 D は、動作モードを示すグラフである。

【図 10】1 次電圧に基づく過電圧保護の判断処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0098】

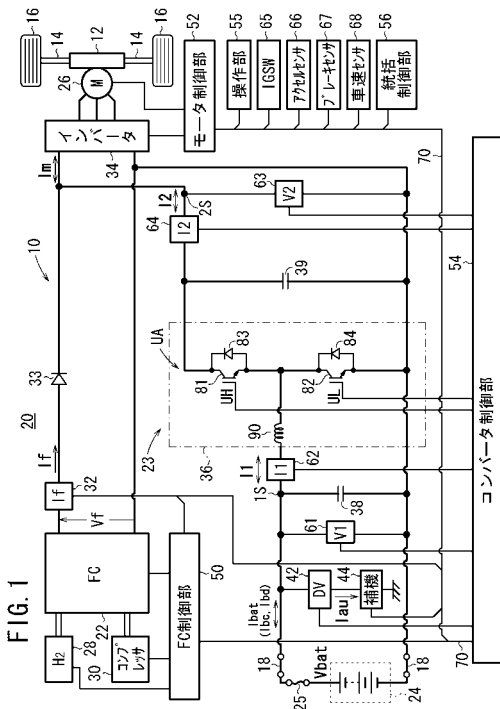
- 1 0 ... ハイブリッド直流電源システム
- 2 0 ... 燃料電池車両
- 2 2 ... 燃料電池
- 2 3 ...  $V C U$

50

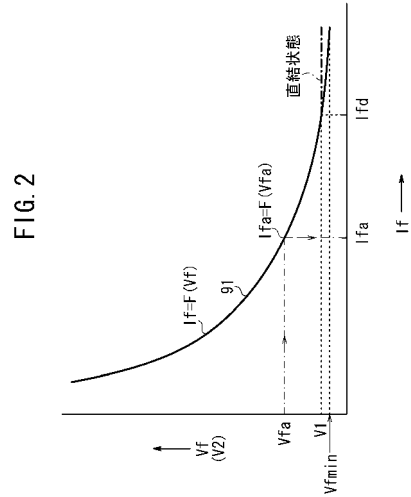
- 2 4 ... バッテリ
- 3 4 ... インバータ
- 5 4 ... コンバータ制御部
- 8 2 ... 下アームスイッチング素子
- 1 1 2 ... 出力回路部
- 1 1 8 ... ゲート遮断判断部

- 2 6 ... モータ
- 3 6 ... DC / DCコンバータ
- 8 1 ... 上アームスイッチング素子
- 1 1 0 ... 電流制限値算出部
- 1 1 4 ... 1次側過電圧保護判断部
- 1 2 0 ... バッテリ電流制限表

【 図 1 】

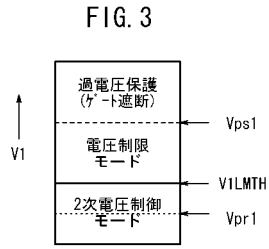


【 図 2 】

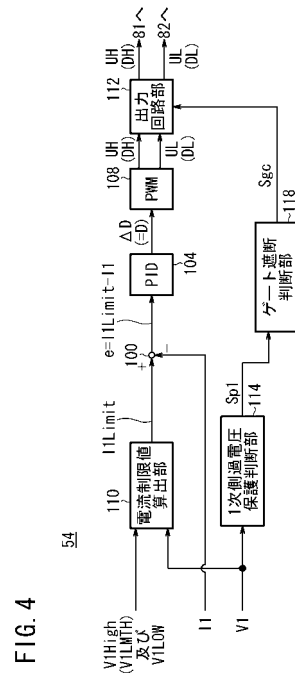




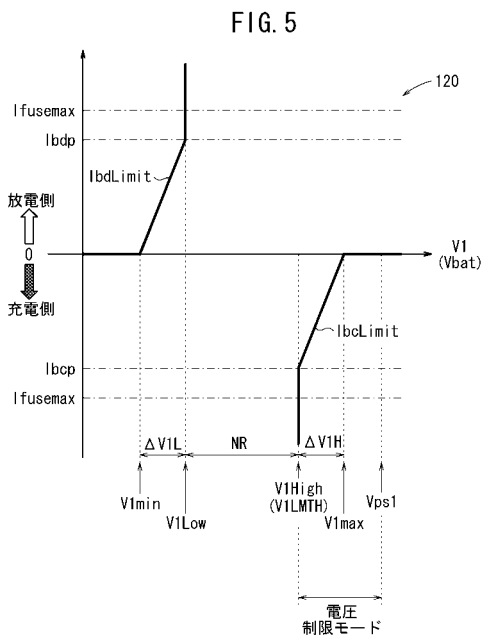
【 図 3 】



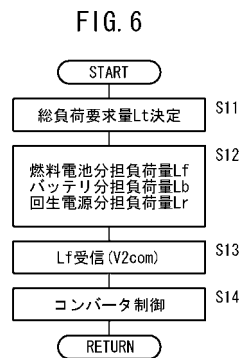
【 図 4 】



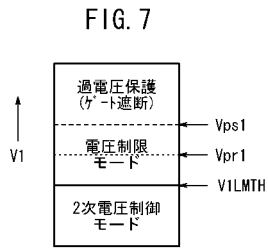
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

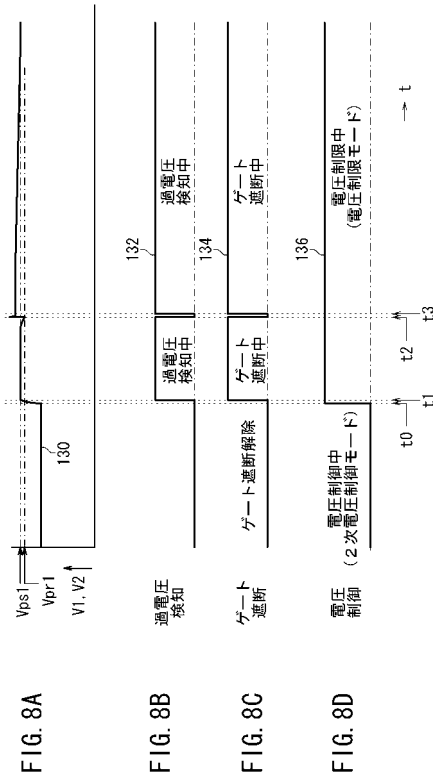


FIG. 8A

FIG. 8B

FIG. 8C

FIG. 8D

【 図 9 】

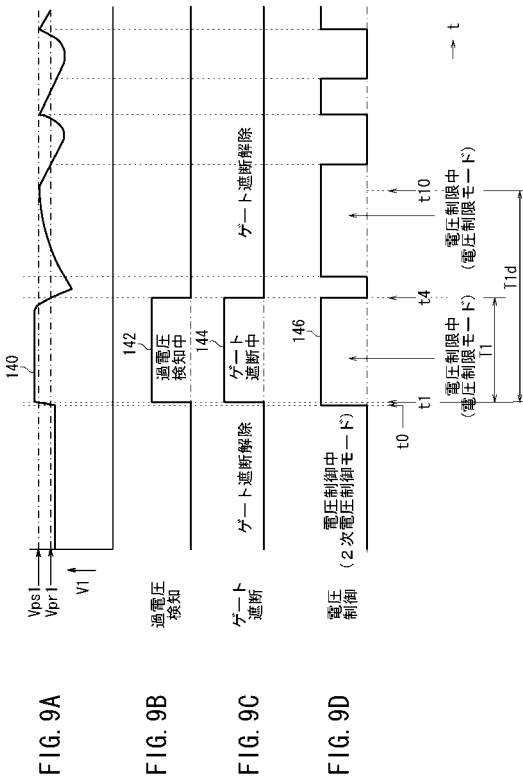


FIG. 9A

FIG. 9B

FIG. 9C

FIG. 9D

【 図 10 】

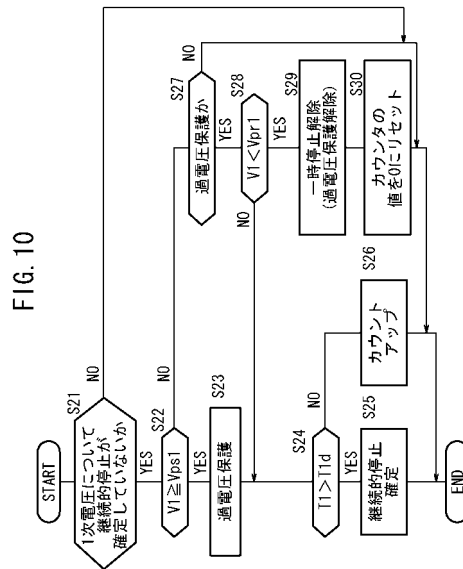


FIG. 10

---

フロントページの続き

(72)発明者 村重 誠悟

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 児島 泰

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 三松 尚亨

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

Fターム(参考) 5H115 PA08 PC06 PG04 PI16 PI18 PI29 P001 P006 P017 PU08  
PV03 PV09 PV23 QI04 QN03 QN22 QN23 SE06 TB01 TI05  
TI06 T012 T013 T022 T024 TR01 TR19 TU05 TW08 TZ04  
5H730 AA20 AS08 AS13 BB13 BB14 BB57 CC02 CC16 CC17 DD03  
EE59 FD01 FD11 FD31 FD41 FF09 FG05 FG26 XX02 XX03  
XX12 XX22 XX23 XX32 XX43