

(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2010-4650
(P2010-4650A)

(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)
H02M 3/155 (2006.01)	H02M 3/155 C	5H115
B60L 11/18 (2006.01)	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 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-160928 (P2008-160928)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成20年6月19日 (2008.6.19)		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			

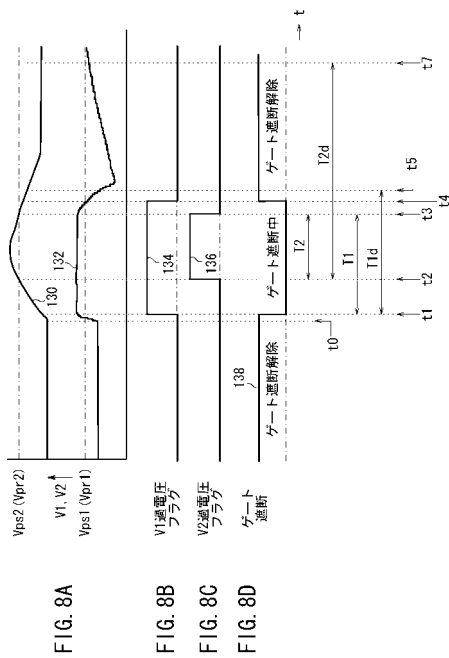
(54) 【発明の名称】 DC／DCコンバータ装置、ハイブリッド直流電源システム、電気車両及びDC／DCコンバータの制御方法

(57) 【要約】

【課題】スイッチング素子の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくする。

【解決手段】1次電圧V1及び2次電圧V2に対する過電圧保護機能（アームスイッチング素子の駆動の継続的な停止によるDC／DCコンバータでの電圧変換の停止機能）を設け、2次電圧V2に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第2確定時間T2dを、1次電圧V1に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第1確定時間T1d以上に設定する（T1d＜T2d）。

【選択図】図8



【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。）が第 1 過電圧保護開始閾値以上有的时候、又は、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。）が第 2 過電圧保護開始閾値以上有的时候に、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

10

前記一時停止中に前記 1 次電圧が第 1 過電圧保護解除閾値を下回ったとき、又は、前記一時停止中に前記 2 次電圧が第 2 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、

前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 1 確定時間を超えると、又は、前記 2 次電圧が前記第 2 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 2 確定時間を超えると、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止し、

前記第 2 確定時間を前記第 1 確定時間以上に設定する

ことを特徴とする DC / DC コンバータ装置。

20

【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、

前記第 1 過電圧保護開始閾値及び前記第 1 過電圧保護解除閾値を同じ値に設定し、

前記第 2 過電圧保護開始閾値及び前記第 2 過電圧保護解除閾値を同じ値に設定し、

前記一時停止中に前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護解除閾値を下回り、且つ、前記 2 次電圧が前記第 2 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 記載の DC / DC コンバータ装置において、

30

前記制御部は、

前記 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を備え、

前記第 1 過電圧保護開始閾値を前記電圧制限閾値よりも高く設定すると共に、前記第 1 過電圧保護解除閾値を前記電圧制限閾値よりも低く設定する

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、前記 2 次電圧を発生する発電装置である

40

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前記 2 次電圧とする

ことを特徴とする電気車両。

【請求項 6】

請求項 5 記載の電気車両において、

50

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場合に、

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。）が第 1 過電圧保護開始閾値以上のとき、又は、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。）が第 2 過電圧保護開始閾値以上のときに、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

前記一時停止中に前記 1 次電圧が第 1 過電圧保護解除閾値を下回ったとき、又は、前記一時停止中に前記 2 次電圧が第 2 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、

前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 1 確定時間を超えると、又は、前記 2 次電圧が前記第 2 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 2 確定時間を超えると、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止し、

前記第 2 確定時間を前記第 1 確定時間以上に設定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、該 DC / DC コンバータの出力側に接続された前記第 2 電力装置が燃料電池等の高電圧電源である場合には、前記出力側に過電圧が発生しても前記高電圧電源を短絡することはできないので、前記特許文献 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 電力装置側又は前記第 2 電力装置側が過電圧状態となったときに、制御部による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 DC / DC コンバータ装置を前記過電圧状態から保護することが考えられる。この場合、前記過電圧状態が長時間続けば、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止する必要があるが、一方で、前記過電圧状態が一時的なものであれば、前記過電圧状態から抜け出した時点で前記スイッチング素子の駆動の停止を解除して、前記スイッチング素子の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前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止する必要はなく、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。

【 0 0 0 6 】

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が継続的な停止に至る場合を少なくすることができる D C / D C コンバータ装置、該 D C / D C 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、D C / D C 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】

【 0 0 0 7 】

この発明に係る D C / D C 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 D C / D C 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、

10

前記制御部は、

前記 D C / D C 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。）が第 1 過電圧保護開始閾値以上のとき、又は、前記 D C / D C 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。）が第 2 過電圧保護開始閾値以上のときに、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

前記一時停止中に前記 1 次電圧が第 1 過電圧保護解除閾値を下回ったとき、又は、前記一時停止中に前記 2 次電圧が第 2 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、

前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 1 確定時間を超えると、又は、前記 2 次電圧が前記第 2 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 2 確定時間を超えると、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止し、

20

前記第 2 確定時間を前記第 1 確定時間以上に設定することを特徴としている。

【 0 0 0 8 】

また、この発明に係る D C / D C 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 D C / D C コンバータのスイッチング素子を駆動する場合に、

前記 D C / D C コンバータの前記第 1 電力装置側の電圧（1 次電圧）が第 1 過電圧保護開始閾値以上のとき、又は、前記 D C / D C コンバータの前記第 2 電力装置側の電圧（2 次電圧）が第 2 過電圧保護開始閾値以上のときに、前記スイッチング素子の駆動を一時停止し、

30

前記一時停止中に前記 1 次電圧が第 1 過電圧保護解除閾値を下回ったとき、又は、前記一時停止中に前記 2 次電圧が第 2 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、

前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 1 確定時間を超えると、又は、前記 2 次電圧が前記第 2 過電圧保護開始閾値以上となった時刻からの一時停止の時間が第 2 確定時間を超えると、前記スイッチング素子の駆動を継続的に停止し、

前記第 2 確定時間を前記第 1 確定時間以上に設定することを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

40

これらの発明によれば、前記 1 次電圧又は前記 2 次電圧に対する上記の過電圧保護機能（前記スイッチング素子の駆動の継続的な停止による前記 D C / D C コンバータでの電圧変換の停止機能）を設け、前記 2 次電圧に対する過電圧保護機能の作動を確定するための前記第 2 確定時間を、前記 1 次電圧に対する過電圧保護機能の作動を確定するための前記第 1 確定時間以上に設定することにより、前記スイッチング素子の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくすることができる。

【 0 0 1 0 】

ここで、前記制御部は、前記第 1 過電圧保護開始閾値及び前記第 1 過電圧保護解除閾値を同じ値に設定し、前記第 2 過電圧保護開始閾値及び前記第 2 過電圧保護解除閾値を同じ値に設定し、前記一時停止中に前記 1 次電圧が前記第 1 過電圧保護解除閾値を下回り且つ

50

前記２次電圧が前記第２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することが好ましい。

【００１１】

これにより、前記制御部における前記一時停止の開始及び解除の判定処理が容易となる。また、前記一時停止の解除後における前記スイッチング素子の駆動を再開することができる。

【００１２】

さらに、前記制御部は、前記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を備え、前記第１過電圧保護開始閾値を前記電圧制限閾値よりも高く設定すると共に、前記第１過電圧保護解除閾値を前記電圧制限閾値よりも低く設定することも好ましい。

10

【００１３】

これにより、前記一時停止の解除後に前記１次電圧が上昇して、再度、前記一時停止になることを防止することが可能となるので、この場合でも、該一時停止の解除後における前記スイッチング素子の駆動を再開することができる。

【００１４】

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

【００１５】

この構成でも、前記スイッチング素子の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくすることができる。

【００１６】

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。

【００１７】

この場合、前記電気車両に前記ＤＣ／ＤＣコンバータ装置又は前記ハイブリッド直流電源システムを搭載することにより、システムの停止を少なくすることができる。

30

【発明の効果】

【００１８】

この発明によれば、１次電圧又は２次電圧に対する過電圧保護機能を設け、２次電圧に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第２確定時間を、１次電圧に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第１確定時間以上に設定することにより、スイッチング素子の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

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。

40

【００２０】

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。

【００２１】

ハイブリッド直流電源システム１０は、基本的には、エネルギー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

50

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。

【0022】

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) という。} 23 を構成する。

【0023】

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。

10

【0024】

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。

【0025】

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 側に供給される。

20

【0026】

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。

【0027】

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。

30

【0028】

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。

【0029】

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。

40

【0030】

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。

【0031】

バッテリー 24 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 25 が挿入されている。バッテリー 24 の負極側の線路と、図 1 中、1 次側 1S が指すバッテリー 24 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 25 は、バッテリー 24 を保護するために溶断する。

【0032】

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

50

いる。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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。

10

【 0 0 3 5 】

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。

【 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、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。

20

【 0 0 3 7 】

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 { 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、パワーウインド、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 8 】

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。

【 0 0 3 9 】

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 と並列ダイオード 8 4) とからなる相アーム (単相アーム) U A と、リアクトル 9 0 とから構成される。

40

【 0 0 4 0 】

上アームスイッチング素子 8 1 と下アームスイッチング素子 8 2 とは、それぞれ例えば、M O S F E T 又は I G B T 等で構成される。

【 0 0 4 1 】

リアクトル 9 0 は、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

50

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。

【0042】

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。

【0043】

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 OCV （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 OCV を $OCV - V_1$ と描いている。

10

【0044】

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。

【0045】

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。

【0046】

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。

20

【0047】

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。

【0048】

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

30

【0049】

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。

【0050】

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、コンバータ制御部 54 を含む $VCU23$ 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、 $VCU23$ により燃料電池 22 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 DC/DC コンバータ 36 の 2 次電圧フィードバック制御（ PI 制御あるいは PID 制御）が行われる。

40

【0051】

以上が、 $VCU23$ による燃料電池 22 の出力制御の説明である。

50

【 0 0 5 2 】

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 A 及び図 3 B に示すように、DC / DC 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 DC / DC コンバータ 3 6 を制御する。

【 0 0 5 3 】

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 DC / DC 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 $V_{1\text{ L M T H}}$ 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（あるいはコンタクタの誤開放）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 DC / DC コンバータ 3 6 を制御する。

【 0 0 5 4 】

また、コンバータ制御部 5 4 は、電圧制限モードによる DC / DC 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 が第 1 過電圧保護開始閾値 $V_{p s 1}$ 以上、あるいは、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護開始閾値 $V_{p s 2}$ 以上となった場合には、1 次側 1 S 及び 2 次側 2 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 DC / DC コンバータ 3 6 を保護する。

【 0 0 5 5 】

さらに、コンバータ制御部 5 4 は、1 次電圧 V_1 が第 1 過電圧保護解除閾値 $V_{p r 1}$ を下回り、且つ、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護解除閾値 $V_{p r 2}$ を下回ったときには、1 次側 1 S 及び 2 次側 2 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による制御を行うか（図 3 A 参照）、あるいは、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（図 3 B 参照）。なお、図 3 A は、 $V_{1\text{ L M T H}} < V_{p s 1} = V_{p r 1}$ 、且つ、 $V_{p s 2} = V_{p r 2}$ の場合を示し、図 3 B は、 $V_{p r 1} < V_{1\text{ L M T H}} < V_{p s 1}$ 、 $V_{p s 1} \neq V_{p r 1}$ 、且つ、 $V_{p s 2} \neq V_{p r 2}$ の場合を示している。

【 0 0 5 6 】

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 7 】

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 $V_{1\text{ H i g h}}$ （電圧制限閾値 $V_{1\text{ L M T H}}$ ）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 $I_{b c\text{ L i m i t}}$ 及び放電電流制限値 $I_{b d\text{ L i m i t}}$ （電圧制限モードの場合には充電電流制限値 $I_{b c\text{ L i m i t}}$ ）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。

【 0 0 5 8 】

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 $V_{1\text{ H i g h}}$ （電圧制限閾値 $V_{1\text{ L M T H}}$ ）及びバッテリー電圧下限設定値 $V_{1\text{ L o w}}$ 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 $V_{b a t}$ ）が、バッテリー電圧下限設定値 $V_{1\text{ L o w}}$ とバッテリー電圧上限設定値 $V_{1\text{ H i g h}}$ との間の規定範囲（正常電圧範囲、通常動作電圧範囲）NR 内であれば、2 次電圧制御モードによる制御範囲となる。

【 0 0 5 9 】

一方、充電電流 $I_{b c}$ 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

10

20

30

40

50

ッテリ電圧上限設定値 $V1High$ 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） $IbcLimit$ の傾斜に示すように、1次電圧 $V1$ の上限側の所定幅電圧 $\Delta V1H$ の範囲で1次電圧許容最大値 $V1max$ まで、1次電圧 $V1$ の増加に応じて充電電流制限値 $IbcLimit$ を、許容充電電流値 $IbcP$ から徐々に小さくし、1次電圧許容最大値 $V1max$ において充電電流制限値 $IbcLimit$ の値を0にする（充電電流 Ibc を流し込まないようにする）。

【0060】

また、放電電流 Ibd が大きくなってきて1次電圧 $V1$ が、規定範囲 NR から外れてバッテリー電圧下限設定値 $V1Low$ 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） $IbdLimit$ の傾斜に示すように、1次電圧 $V1$ の下限側の所定幅電圧 $\Delta V1L$ の範囲で1次電圧許容最小値 $V1min$ まで、1次電圧 $V1$ の低下に応じて放電電流制限値 $IbdLimit$ を許容放電電流値 $IbdP$ から徐々に小さくする。1次電圧許容最小値 $V1min$ 以下の1次電圧 $V1$ では放電電流制限値 $IbdLimit$ の値を0にしている（放電電流 Ibd を流し出さないようにする）。

【0061】

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 $V1min$ から1次電圧許容最大値 $V1max$ 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 $Ifusemax$ も書き入れている。

【0062】

従って、電流制限値算出部110は、1次電圧 $V1$ 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 $IbcLimit$ 、放電電流制限値 $IbdLimit$ 及びヒューズ溶断防止電流制限値 $Ifusemax$ を比較し、いずれか小さい値を、供給された1次電圧 $V1$ に応じた1次電流制限値 $I1Limit$ に決定し、決定した1次電流制限値 $I1Limit$ 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 $I1Limit$ と、電流センサ62（図1参照）から供給された1次電流 $I1$ との偏差 e （ $e = I1Limit - I1$ ）をPID処理部104に出力する。

【0063】

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 ΔD （ $\Delta D = \Delta Dp + \Delta Di + \Delta Dd$ 、 ΔDp ：P項成分による補正デューティ、 ΔDi ：I項成分による補正デューティ、 ΔDd ：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 ΔD を駆動デューティ D （ $D = \Delta D$ ）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 （ $DH = \Delta D$ ）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 （ $DL = 1 - \Delta D$ ）の駆動信号 UL とを、出力回路部112に出力する。

【0064】

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 $V1$ が第1過電圧保護開始閾値 $Vps1$ 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 $V1$ が第1過電圧保護解除閾値 $Vpr1$ 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。また、2次側過電圧保護判断部116は、2次電圧 $V2$ が第2過電圧保護開始閾値 $Vps2$ 以上になったと判定したときに、2次側2Sが過電圧状態になったことを示す過電圧検知信号 $Sp2$ をゲート遮断判断部118に出力し、一方で、2次電圧 $V2$ が第2過電圧保護解除閾値 $Vpr2$ 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 $Sp2$ の出力を停止する。

【0065】

ゲート遮断判断部118は、入力された過電圧検知信号 $Sp1$ 又は過電圧検知信号 $Sp2$ に基づいて、ヒューズ25の溶断や電力ケーブル18の断線（あるいはコンタクタの誤

10

20

30

40

50

開放)によって1次側1S又は2次側2S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。

【0066】

出力回路部112は、ゲート遮断信号Sgcの入力がなければ、アームスイッチング素子81、82に駆動信号UH、ULを供給して、DC/DCコンバータ36に電圧変換を行わせるが、一方で、ゲート遮断信号Sgcの入力があれば、アームスイッチング素子81、82に対する駆動信号UH、ULの供給を停止して、DC/DCコンバータ36での電圧変換を停止させる。

10

【0067】

ところで、1次側1S及び2次側2Sの過電圧状態が長時間続けば、アームスイッチング素子81、82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81、82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81、82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。

【0068】

そこで、ゲート遮断判断部118は、過電圧検知信号Sp1、Sp2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8Dの時刻t1、t2)からの所定の第1確定時間T1d及び第2確定時間T2d(T1d<T2d)内に、過電圧検知信号Sp1、Sp2の入力が停止すれば、1次側1S及び2次側2S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81、82の駆動の一時停止の解除を決定し、出力回路部112に対するゲート遮断信号Sgcの出力を停止する。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UH、ULの供給の停止を解除し(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。

20

【0069】

一方、ゲート遮断判断部118は、過電圧検知信号Sp1、Sp2の入力時点(図8Dの時刻t1、t2)から第1確定時間T1d又は第2確定時間T2d経過しても、過電圧検知信号Sp1、Sp2が入力され続けていれば、1次側1S又は2次側2S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81、82の駆動を継続的に停止することを決定し、出力回路部112に対するゲート遮断信号Sgcの出力を継続する。なお、アームスイッチング素子81、82の駆動の継続的な停止は、ゲート遮断判断部118における過電圧検知信号Sp1、Sp2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、IGSW65のオフに基づいて解除されることが望ましい。

30

【0070】

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且つ動作するものであり、次に、コンバータ制御部54によるDC/DCコンバータ36の制御について、図6～図10を参照しながら説明する。

40

【0071】

図6のステップS11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の電力要求とから総負荷要求量Ltが決定(算出)されると、ステップS12において、統括制御部56は、決定した総負荷要求量Ltを出力するための燃料電池分担負荷量Lfと、バッテリー分担負荷量Lbと、回生電源分担負荷量Lrとの配分を決定し、FC制御部50、コンバータ制御部54及びモータ制御部52に指令を与える。この場合、コンバータ制御部54には、通常時には、2次電圧指令値V2comが送出される。

【0072】

50

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_{2com} 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。

【0073】

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_{2com} ）を受信したコンバータ制御部 5 4 は、ステップ S 1 4 において、基本的に、2 次電圧 V_2 、換言すれば、燃料電池 2 2 の発電電圧 V_f が、統括制御部 5 6 から指令された 2 次電圧指令値 V_{2com} となるように、DC / DC コンバータ 3 6 の各アームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動デューティを制御する（2 次電圧制御モード）。

10

【0074】

次に、電圧制限モードによる DC / DC コンバータ 3 6 の制御と、DC / DC コンバータ 3 6 に対する過電圧保護とについて、図 7 A ~ 図 1 0 を参照しながら説明する。

【0075】

まず、ゲート遮断判断部 1 1 8 におけるアームスイッチング素子 8 1、8 2 の駆動の一時停止又は継続的な停止の決定方法（判断処理）について、図 7 A ~ 図 8 D のグラフを参照しながら説明する。

【0076】

図 7 A ~ 図 7 D は、第 1 確定時間 T_{1d} が第 2 確定時間 T_{2d} よりも長い場合（ $T_{1d} > T_{2d}$ ）のグラフ（比較例）を示す。図 7 A は、1 次電圧 V_1 （特性 1 3 2）及び 2 次電圧 V_2 （特性 1 3 0）のグラフであり、図 7 B は、過電圧検知信号 S_{p1} （特性 1 3 4）のグラフであり、図 7 C は、過電圧検知信号 S_{p2} （特性 1 3 6）のグラフであり、図 7 D は、ゲート遮断信号 S_{gc} （特性 1 3 8）のグラフである。

20

【0077】

一方、図 8 A ~ 図 8 D は、第 2 確定時間 T_{2d} が第 1 確定時間 T_{1d} 以上である場合（ $T_{1d} \leq T_{2d}$ ）のグラフ（実施例）を示しており、図 8 A は、1 次電圧 V_1 （特性 1 3 2）及び 2 次電圧 V_2 （特性 1 3 0）のグラフであり、図 8 B は、過電圧検知信号 S_{p1} （特性 1 3 4）のグラフであり、図 8 C は、過電圧検知信号 S_{p2} （特性 1 3 6）のグラフであり、図 8 D は、ゲート遮断信号 S_{gc} （特性 1 3 8）のグラフである。

30

【0078】

すなわち、比較例に係る図 7 A ~ 図 7 D と、実施例に係る図 8 A ~ 図 8 D とでは、1 次電圧 V_1 （特性 1 3 2）、2 次電圧 V_2 （特性 1 3 0）、過電圧検知信号 S_{p1} （特性 1 3 4）及び過電圧検知信号 S_{p2} （特性 1 3 6）は、それぞれ同じグラフである。なお、図 7 A ~ 図 8 D では、 $V_{ps1} = V_{pr1}$ 及び $V_{ps2} = V_{pr2}$ に設定されている。

【0079】

図 7 A ~ 図 7 D の比較例において、時刻 t_0 でヒューズ 2 5（図 1 参照）の溶断や電力ケーブル 1 8 の断線（あるいはコンタクタの誤開放）が発生すると、時間 t の経過に伴って、1 次電圧 V_1 及び 2 次電圧 V_2 が上昇する。時刻 t_1 で 1 次電圧 V_1 が第 1 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 1 1 4（図 4 参照）は、過電圧検知信号 S_{p1} をゲート遮断判断部 1 1 8 に出力する（特性 1 3 4 のフラグを立てる）。ゲート遮断判断部 1 1 8 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 8 1、8 2 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 1 1 2 に出力する（特性 1 3 8 のフラグを降ろす）。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 の供給を停止するので、DC / DC コンバータ 3 6 は、電圧変換を停止するに至る。

40

【0080】

次に、時刻 t_2 において、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護開始閾値 V_{ps2} にまで上昇すると、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、過電圧検知信号 S_{p2} をゲート遮断判断部 1 1 8 に出力する（特性 1 3 6 のフラグを立てる）。ゲート遮断判断部 1 1 8 は、過電圧通知信号 S_{p1} 、 S_{p2} に基づいて、ゲート遮断信号 S_{gc} を引き続き出力回路部 1 1 2 に

50

出力する。

【 0 0 8 1 】

次に、時刻 t_3 において、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護解除閾値 V_{pr2} を下回ると、2 次側過電圧保護判断部 116 は、ゲート遮断判断部 118 に対する過電圧検知信号 S_{p2} の出力を停止する（特性 136 のフラグを降ろす）。また、時刻 t_4 において、1 次電圧 V_1 が第 1 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} の出力を停止する（特性 134 のフラグを降ろす）。従って、時刻 t_4 以降、1 次側 1 S 及び 2 次側 2 S は共に過電圧状態から抜け出した状態となる。

【 0 0 8 2 】

しかしながら、比較例では、図 7 D に示すように、1 次電圧 V_1 に対する過電圧保護機能（アームスイッチング素子 81、82 の駆動の継続的な停止による DC / DC コンバータ 36 での電圧変換の停止機能）の作動を確定するための第 1 確定時間 $T1d$ （時刻 t_1 から時刻 t_5 までの時間）を、2 次電圧 V_2 に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第 2 確定時間 $T2d$ （時刻 t_2 から時刻 t_6 までの時間）よりも長く設定している（ $T1d > T2d$ ）。そのため、特性 136 のフラグが立っている時間 $T2$ は、第 2 確定時間 $T2d$ よりも長くなる（ $T2 > T2d$ ）。この結果、時刻 t_4 以降、過電圧検知信号 S_{p1} 、 S_{p2} が入力されておらず、1 次側 1 S 及び 2 次側 2 S が共に過電圧状態から抜け出ているにも関わらず、ゲート遮断判断部 118 は、 $T2 > T2d$ に基づいて、ゲート遮断信号 S_{gc} を出力回路部 112 に引き続き出力し、アームスイッチング素子 81、82 の駆動を継続的に停止するように動作する。

【 0 0 8 3 】

なお、図 7 A 及び図 8 A 中、時刻 t_1 と時刻 t_4 との間の時間帯において、特性 132 が略一定電圧となっているのは、バッテリー 24 のバッテリー電圧 V_{bat} が前記一定電圧にまで充電されたことを示している。

【 0 0 8 4 】

以上が、比較例において、 $T1d > T2d$ とした場合の問題点である。

【 0 0 8 5 】

これに対して、この実施形態では、図 8 A ~ 図 8 D の実施例に示すように、第 1 確定時間 $T1d$ と第 2 確定時間 $T2d$ との間で、第 2 確定時間 $T2d$ （図 8 D の時刻 t_2 から時刻 t_7 までの時間）を第 1 確定時間 $T1d$ （図 8 D の時刻 t_1 から時刻 t_5 までの時間）以上に設定したことにより（ $T1 < T2$ ）、ゲート遮断判断部 118 は、特性 134 のフラグが立っている時間 $T1$ が第 1 確定時間 $T1d$ 内（ $T1 < T1d$ ）であり、且つ、特性 136 のフラグが立っている時間 $T2$ が第 2 確定時間 $T2d$ 内（ $T2 < T2d$ ）であるので、1 次側 1 S 及び 2 次側 2 S がそれぞれ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 138 のフラグを立てる）、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。

【 0 0 8 6 】

次に、1 次側過電圧保護判断部 114、2 次側過電圧保護判断部 116 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 9 及び図 10 のフローチャートを参照しながら説明する。なお、図 9 は、1 次側 1 S（1 次電圧 V_1 ）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り、一方で、図 10 は、2 次側 2 S（2 次電圧 V_2 ）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。また、図 9 及び図 10 では、 $V_{ps1} \neq V_{pr1}$ （ $V_{ps1} > V_{pr1}$ ）及び $V_{ps2} \neq V_{pr2}$ （ $V_{ps2} > V_{pr2}$ ）（図 3 B 参照）として説明する。

【 0 0 8 7 】

図 9 のステップ S21 において、1 次側過電圧保護判断部 114（図 4 参照）は、ゲー

10

20

30

40

50

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。

【0088】

ステップ S21 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 S21 の YES）、1 次側過電圧保護判断部 114 は、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護開始閾値 V_{ps1} 以上（ $V1 \geq V_{ps1}$ ）であるか否かを判定し（ステップ S22）、 $V1 \geq V_{ps1}$ である場合には（ステップ S22 の YES）、1 次側 1S 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 Sp1 をゲート遮断判断部 118 に出力する（ステップ S23）。

【0089】

ゲート遮断判断部 118 は、過電圧検知信号 Sp1 の入力に基づいて、過電圧検知信号 Sp1 の特性 134（図 8B 参照）のフラグが立っている時間 T1 が第 1 確定時間 T1d を超えるか否かを判定し（ステップ S24）、 $T1 > T1d$ であれば（ステップ S24 の YES）、1 次側 1S 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 81、82 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 Sgc を出力回路部 112 に出力し続ける（ステップ S25）。一方、ステップ S24 において、時間 T1 が第 1 確定時間 T1d 内であれば（ $T1 \leq T1d$ 、ステップ S24 の NO）、ゲート遮断判断部 118 は、1 次側 1S 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 S26）。

【0090】

また、ステップ S22 において、1 次側過電圧保護判断部 114 は、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護開始閾値 V_{ps1} 未満である場合（ $V1 < V_{ps1}$ 、ステップ S22 の NO）、DC/DC コンバータ 36 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 S27）、過電圧保護が行われていれば（ステップ S27 の YES）、次に、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護解除閾値 V_{pr1} を下回るか否か（ $V1 < V_{pr1}$ ）を判定する（ステップ S28）。ステップ S28 において、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護解除閾値 V_{pr1} 以上であれば（ $V1 \geq V_{pr1}$ 、ステップ S28 の NO）、1 次側過電圧保護判断部 114 は、現時点では、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護開始閾値 V_{ps1} 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（ $V_{pr1} < V1 < V_{ps1}$ ）、ゲート遮断判断部 118 に対して過電圧検知信号 Sp1 を引き続き出力する。ゲート遮断判断部 118 は、過電圧検知信号 Sp1 の入力に基づいて、ステップ S24 以降の処理を行う。

【0091】

一方、ステップ S28 において、1 次電圧 V1 が第 1 過電圧保護解除閾値 V_{pr1} を下回れば（ $V1 < V_{pr1}$ 、ステップ S28 の YES）、1 次側過電圧保護判断部 114 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、ゲート遮断判断部 118 に対する過電圧検知信号 Sp1 の出力を停止すると共に、コンバータ制御部 54 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 118 は、過電圧検知信号 Sp1 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 Sgc 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 S29、S30）。この結果、出力回路部 112 は、ゲート遮断信号 Sgc の入力停止に基づいて、アームスイッチング素子 81、82 に対する駆動信号 UH、UL の供給停止を解除し（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。

【0092】

さらに、ステップ S27 において、DC/DC コンバータ 36 に対する過電圧保護を行っていない場合（ステップ S27 の NO）、1 次側過電圧保護判断部 114 は、ステップ S28 以降の処理を行わない。さらにまた、ステップ S21 において、前記継続的な停止が確定していれば（ステップ S21 の NO）、1 次側過電圧保護判断部 114 は、ステップ S22 以降の処理を行わない。

【0093】

10

20

30

40

50

一方、図 10 のフローチャートに示す判断処理は、図 9 と同様の判断処理であり、先ず、ステップ S 3 1 において、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、ゲート遮断判断部 1 1 8 での前回の判断処理によって、前記継続的な停止が確定していないか否かを判定し、前記継続的な停止が確定していない場合に（ステップ S 3 1 の YES）、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護開始閾値 V_{ps2} 以上（ $V_2 \geq V_{ps2}$ ）であるか否かを判定する（ステップ S 3 2）。ステップ S 3 2 において、 $V_2 \geq V_{ps2}$ である場合に（ステップ S 3 2 の YES）、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、2 次側 2 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_{p2} をゲート遮断判断部 1 1 8 に出力する（ステップ S 3 3）。

【0094】

ゲート遮断判断部 1 1 8 では、過電圧検知信号 S_{p2} の入力に基づいて、過電圧検知信号 S_{p2} の特性 1 3 6（図 8 C 参照）のフラグが立っている時間 T_2 が第 2 確定時間 T_{2d} を超えるか否かを判定し（ステップ S 3 4）、 $T_2 > T_{2d}$ であれば、2 次側 2 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_{gc} を出力回路部 1 1 2 に出力し続ける（ステップ S 3 5）。一方、ステップ S 3 4 において、 $T_2 \leq T_{2d}$ であれば（ステップ S 3 4 の NO）、ゲート遮断判断部 1 1 8 は、2 次側 2 S の過電圧状態が一時的なものと判断してカウントアップを行う（ステップ S 3 6）。

【0095】

また、ステップ S 3 2 において、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、 $V_2 < V_{ps2}$ であれば（ステップ S 3 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 3 7）、過電圧保護が行われていれば（ステップ S 3 7 の YES）、次に、 $V_2 < V_{pr2}$ であるか否かを判定する（ステップ S 3 8）。ステップ S 3 8 において、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護解除閾値 V_{pr2} 以上であれば（ $V_2 \geq V_{pr2}$ 、ステップ S 3 8 の NO）、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、現時点では、2 次電圧 V_2 が第 2 過電圧保護開始閾値 V_{ps2} 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（ $V_{pr2} < V_2 < V_{ps2}$ ）、ゲート遮断判断部 1 1 8 に対して過電圧検知信号 S_{p2} 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_{p2} の入力に基づいて、ステップ S 3 4 以降の処理を行う。

【0096】

一方、ステップ S 3 8 において、 $V_2 < V_{pr2}$ であれば（ステップ S 3 8 の YES）、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、2 次側 2 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_{p2} の出力を停止と共に、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_{p2} 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_{gc} 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 3 9、S 4 0）。この結果、出力回路部 1 1 2 は、ゲート遮断信号 S_{gc} 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。

【0097】

さらに、ステップ S 3 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 3 7 の NO）、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、ステップ S 3 8 以降の処理を行わない。さらにまた、ステップ S 3 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 3 1 の NO）、2 次側過電圧保護判断部 1 1 6 は、ステップ S 3 2 以降の処理を行わない。

【0098】

以上説明したように、上述した実施形態によれば、1 次電圧 V_1 又は 2 次電圧 V_2 に対する上記の過電圧保護機能（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による DC/DC コンバータ 3 6 での電圧変換の停止機能）を設け、2 次電圧 V_2 に対する

10

20

30

40

50

過電圧保護機能の作動を確定するための第２確定時間 T_{2d} を、１次電圧 V_1 に対する過電圧保護機能の作動を確定するための第１確定時間 T_{1d} 以上に設定することにより（ $T_{1d} > T_{2d}$ ）、アームスイッチング素子 ８１、８２の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくすることができる。また、前記継続的な停止に至る場合が少なくなること、システム停止に至る場合が少なくなる。

【００９９】

また、 $V_{ps1} = V_{pr1}$ 及び $V_{ps2} = V_{pr2}$ に設定し、アームスイッチング素子 ８１、８２の駆動の一時停止中に、１次電圧 V_1 が第１過電圧保護解除閾値 V_{pr1} を下回り、且つ、２次電圧 V_2 が第２過電圧保護解除閾値 V_{pr2} を下回ったときに、前記一時停止を解除することにより、コンバータ制御部 ５４における前記一時停止の開始及び解除の判定処理が容易となる。また、前記一時停止の解除後におけるアームスイッチング素子 ８１、８２の駆動を再開することができる。

10

【０１００】

さらに、第１過電圧保護開始閾値 V_{ps1} を電圧制限閾値 $V_{1LMT H}$ よりも高く設定すると共に、第１過電圧保護解除閾値 V_{pr1} を電圧制限閾値 $V_{1LMT H}$ よりも低く設定することにより、前記一時停止の解除後に１次電圧 V_1 が上昇して、再度、前記一時停止になることを防止することが可能となるので、前記一時停止の解除後におけるアームスイッチング素子 ８１、８２の駆動を再開することができる。

【０１０１】

さらにまた、アームスイッチング素子 ８１、８２の駆動が継続的な停止に至る場合を少なくすることができるので、ハイブリッド直流電源システム １０及び燃料電池車両 ２０に V_{CU23} を搭載することにより、バッテリー ２４、燃料電池 ２２、インバータ ３４及びモータ ２６が停止することを回避することができる。

20

【０１０２】

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 DC/DC コンバータ ３６に限らず、 U 相、 V 相及び W 相の３相アームの DC/DC 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】

【０１０３】

【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。

30

【図２】燃料電池の電流電圧特性の説明図である。

【図３】図３Ａ及び図３Ｂは、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 DC/DC 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】図７Ａは、１次電圧及び２次電圧のグラフであり、図７Ｂ及び図７Ｃは、過電圧検知信号のグラフであり、図７Ｄは、ゲート遮断信号のグラフである。

【図８】図８Ａは、１次電圧及び２次電圧のグラフであり、図８Ｂ及び図８Ｃは、過電圧検知信号のグラフであり、図８Ｄは、ゲート遮断信号のグラフである。

40

【図９】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。

【図１０】２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】

【０１０４】

１０ ... ハイブリッド直流電源システム	２０ ... 燃料電池車両
２２ ... 燃料電池	２３ ... V_{CU}
２４ ... バッテリー	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 ... 上アームスイッチング素子

50

8 2 ... 下アームスイッチング素子
1 1 2 ... 出力回路部
1 1 6 ... 2次側過電圧保護判断部
1 2 0 ... バッテリ電流制限表

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 1 8 ... ゲート遮断判断部

【 図 1 】

【 図 2 】

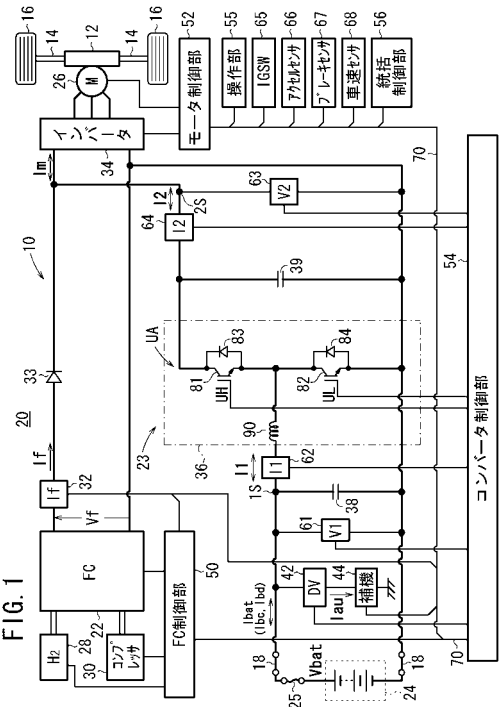
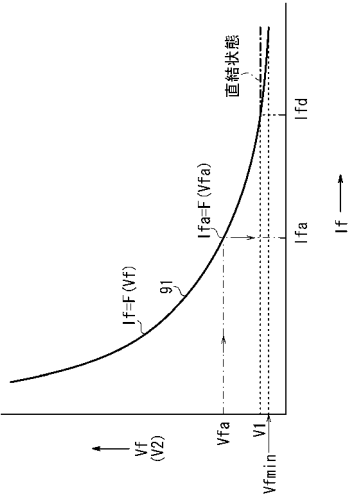
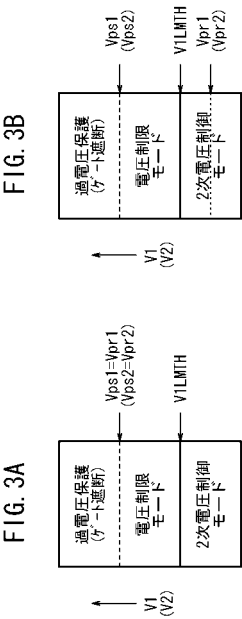


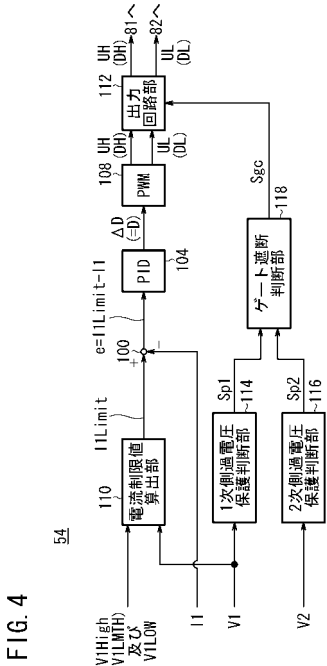
FIG. 2



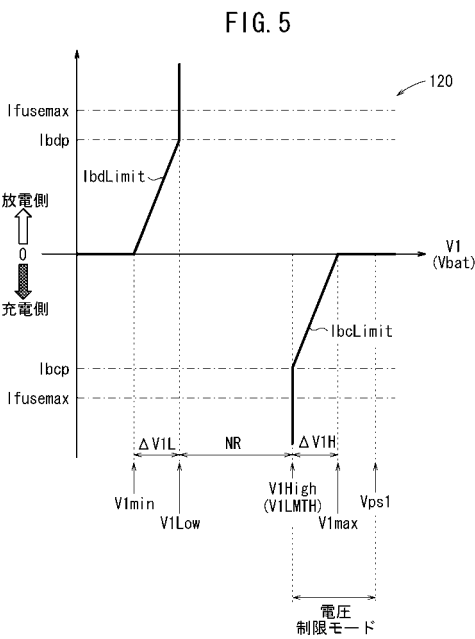
【 図 3 】



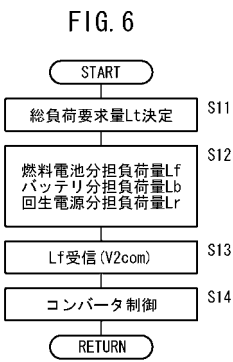
【 図 4 】



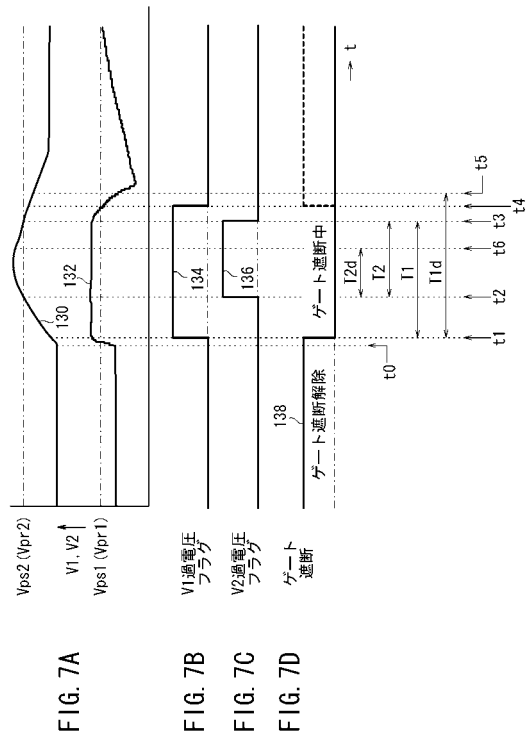
【 図 5 】



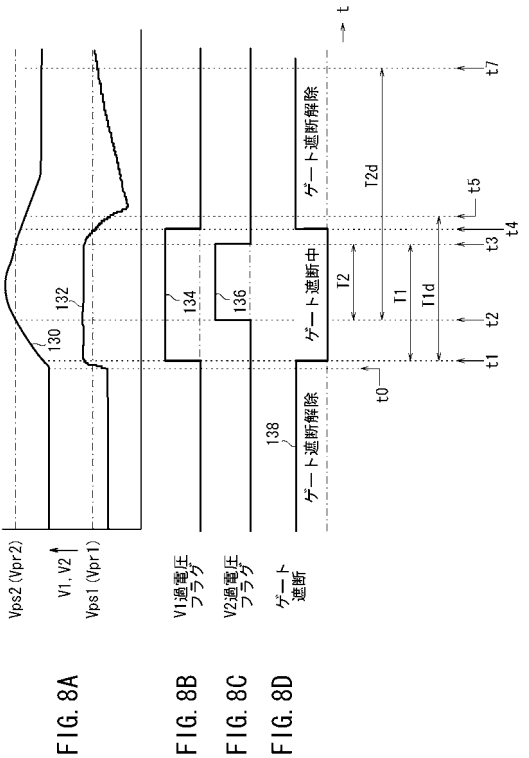
【 図 6 】



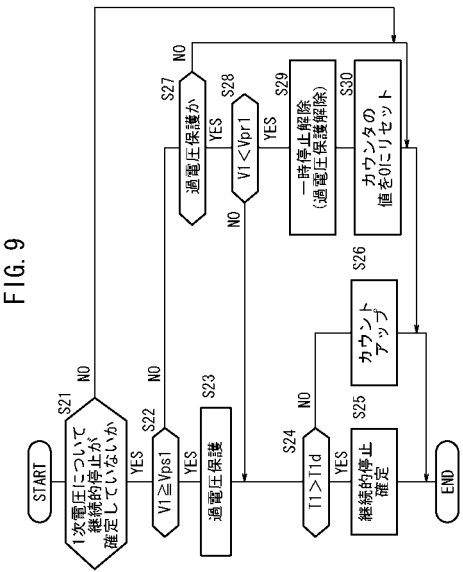
【 図 7 】



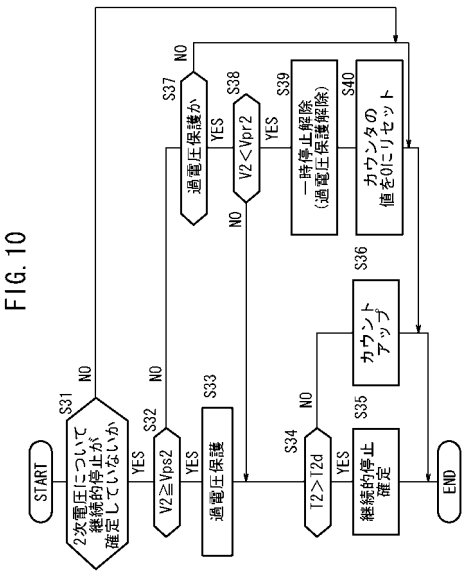
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 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 浅野 裕
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 TO12 TO13 TO22 TO24 TR01 TR19 TU05 TW08 TZ04
5H730 AA20 AS08 AS13 BB13 BB14 BB57 CC02 CC16 CC17 DD03
EE59 FD01 FD11 FD31 FD41 FF09 FG05 XX02 XX03 XX12
XX22 XX23 XX32 XX43