

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6856502号
(P6856502)

(45) 発行日 令和3年4月7日(2021.4.7)

(24) 登録日 令和3年3月22日(2021.3.22)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 M 8/04664 (2016.01)	HO 1 M 8/04664	
HO 2 J 7/00 (2006.01)	HO 2 J 7/00	Q
HO 1 M 8/04537 (2016.01)	HO 1 M 8/04537	
HO 1 M 8/04858 (2016.01)	HO 1 M 8/04858	
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04	Z
請求項の数 5 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-222511 (P2017-222511)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成29年11月20日(2017.11.20)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2019-96402 (P2019-96402A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	令和1年6月20日(2019.6.20)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	令和1年12月9日(2019.12.9)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 電源システム及び電源システムの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電源と、
 前記電源から電力が供給される負荷と、
 前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、
 前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、
 前記放電抵抗器よりも前記電源側の負極ラインにおいて第1電流を取得する第1電流取得手段と、
 前記放電抵抗器よりも前記負荷側の負極ラインにおいて第2電流を取得する第2電流取得手段と
 を備える電源システムであって、
 前記電源システムは、さらに、前記電源システム内の故障を診断する診断部を備え、
 前記診断部は、前記第1電流と前記第2電流とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにするための指令を発生し、前記指令が発生される前と後とで前記第1電流が同じ値の場合、前記スイッチが閉固着していると推定し、前記指令が発生される前と後とで前記第1電流が変化した場合、前記第1電流取得手段及び前記第2電流取得手段の少なくとも一方が故障していると推定することを特徴とする電源システム。

【請求項2】

請求項 1 に記載の電源システムにおいて、
 前記電源は燃料電池であり、
 前記電源システムは、前記第 1 電流取得手段又は前記第 2 電流取得手段のゼロ点を学習するゼロ点学習制御を実行するゼロ点学習手段を備え、
 前記ゼロ点学習手段は、前記スイッチに開指令が行われていること、及び前記燃料電池の出力電圧が第 1 電圧閾値以下又は未変動であることを、前記ゼロ点学習制御の実行条件として設定することを特徴とする電源システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の電源システムにおいて、
 前記電源は燃料電池であり、
 前記電源システムは、前記第 1 電流取得手段及び前記第 2 電流取得手段の一方の取得値に基づいて他方の取得値を補正する取得値補正制御を実行する取得値補正手段を備え、
 前記取得値補正手段は、前記燃料電池の出力電圧が第 2 電圧閾値以上であることを、前記取得値補正制御の実行条件として設定することを特徴とする電源システム。

【請求項 4】

電源と、
 前記電源から電力が供給される負荷と、
 前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、
 前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、
 前記放電抵抗器よりも前記電源側の負極ラインにおいて第 1 電流を取得する第 1 電流取得手段と、
 前記放電抵抗器よりも前記負荷側の負極ラインにおいて第 2 電流を取得する第 2 電流取得手段と、
 電源システム内の故障を診断する診断部と
 を備える電源システムの制御方法であって、
 前記診断部は、前記第 1 電流と前記第 2 電流とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにするための指令を発生し、前記指令が発生される前と後とで前記第 1 電流が同じ値の場合、前記スイッチが閉固着していると推定し、前記指令が発生される前と後とで前記第 1 電流が変化した場合、前記第 1 電流取得手段及び前記第 2 電流取得手段の少なくとも一方が故障していると推定することを特徴とする電源システムの制御方法。

【請求項 5】

電源と、
 前記電源から電力が供給される負荷と、
 前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、
 前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、
 前記放電抵抗器よりも前記電源側の第 1 通電状態量を取得する第 1 通電状態量取得手段と、
 前記放電抵抗器よりも前記負荷側の第 2 通電状態量を取得する第 2 通電状態量取得手段と
 を備える電源システムであって、
 前記電源システムは、さらに、前記電源システム内の故障を診断する診断部を備え、
 前記診断部は、前記第 1 通電状態量と前記第 2 通電状態量とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにするための指令を発生し、前記指令が発生される前と後とで前記第 1 通電状態量が同じ値の場合、前記スイッチが閉固着していると推定し、前記指令が発生される前と後とで前記第 1 通電状態量が変化した場合、前記第 1 通電状態量取得手段及び

10

20

30

40

50

前記第2通電状態量取得手段の少なくとも一方が故障していると推定する

ことを特徴とする電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放電抵抗器を備える電源システム及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、燃料電池の起動時間が長い場合に生じるオフセットについても、コンバータの電流センサの原点学習を実施してゼロ点調整することによってこれをなくすことができるようにした燃料電池システムを提供することを目的としている（[0006]、要約）。当該目的を達成するため、特許文献1（要約）の燃料電池システムは、セルスタック3と、セルスタック3の出力電圧を昇圧するコンバータ150と、コンバータ150に設けられたスイッチング素子SW1と、セルスタック3からコンバータ150に送られる電流を測定する電流センサCSとを備える。スイッチング素子SW1が停止中であり且つコンバータ150の出力電圧 V_H がコンバータ150への入力電圧 V_L よりも大きい場合に、電流センサCS（図2）の原点学習を実施する学習処理手段が設けられる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-248421号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のように、特許文献1では、1つの電流センサCS（図2）の原点学習が開示されている。しかしながら、特許文献1では、複数の電流センサ（電流値取得手段）を用いる構成及びそのための制御については検討されていない。

【0005】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、複数の電流値取得手段を好適に用いることが可能な電源システム及びその制御方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る電源システムは、
電源と、
前記電源から電力が供給される負荷と、
前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、

前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、
前記放電抵抗器よりも前記電源側の負極ラインにおいて第1電流を取得する第1電流取得手段と、

40

前記放電抵抗器よりも前記負荷側の負極ラインにおいて第2電流を取得する第2電流取得手段と

を備えるものであって、

前記電源システムは、さらに、前記電源システム内の故障を診断する診断部を備え、
前記診断部は、前記第1電流と前記第2電流とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにして前記放電抵抗器による放電を開始させ、放電開始前と放電開始後の前記第1電流の変化に基づいて故障部位を推定する

ことを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、放電抵抗器よりも電源側の負極ラインにおける第1電流と、放電抵抗

50

器よりも負荷側の負極ラインにおける第2電流とが異なると判定したときに、放電抵抗器による放電を開始させる。そして、放電開始前と放電開始後の第1電流の変化に基づいて故障部位を推定する。従って、簡易な手法で故障部位を推定することが可能となる。

【0008】

放電開始前と放電開始後の前記第1電流が変化した場合、前記診断部は、前記第1電流取得手段及び前記第2電流取得手段の少なくとも一方が故障していると推定してもよい。これにより、簡易な方法で第1電流取得手段又は第2電流取得手段の故障を検出することが可能となる。また、第1電流取得手段又は第2電流取得手段が故障すると、第1電流及び第2電流を用いる制御（例えば、ゼロ点学習、出力補正等）が適切に行われなくなる。本発明によれば、第1電流取得手段又は第2電流取得手段の故障を検出可能であるため、第1電流及び第2電流を用いる制御が適切に行われない状況を簡易に検出することが可能となる。

10

【0009】

放電開始前と放電開始後の前記第1電流が同じ値の場合、前記診断部は、前記スイッチが閉固着していると推定してもよい。これにより、簡易な方法でスイッチの閉固着を検出することが可能となる。また、放電抵抗器と直列に配置されたスイッチが閉固着すると、第1電流取得手段及び第2電流取得手段は、本来あるべきではない誤った値としての第1電流及び第2電流を検出することとなる。その場合、第1電流及び第2電流を用いる制御（例えば、ゼロ点学習、出力補正等）が適切に行われなくなる。本発明によれば、スイッチの閉固着を検出可能であるため、第1電流及び第2電流を用いる制御が適切に行われない状況を簡易に検出することが可能となる。さらに、第1電流と第2電流とが異なると判定したときに行う放電の開始前と開始後の第1電流が変化したか又は同じかに応じて原因箇所を特定する場合、フェールセーフ対応を適切に取ることが可能となる。

20

【0010】

前記電源は、例えば燃料電池とすることができ、前記電源システムは、前記第1電流取得手段又は前記第2電流取得手段のゼロ点を学習するゼロ点学習制御を実行するゼロ点学習手段を備えてもよい。前記ゼロ点学習手段は、前記スイッチに開指令が行われていること、及び前記燃料電池の出力電圧が第1電圧閾値以下又は未変動であることを、前記ゼロ点学習制御の実行条件として設定してもよい。これにより、ゼロ点学習に好適な条件を満たす場合に第1電流取得手段又は第2電流取得手段のゼロ点学習を行うことが可能となる。

30

【0011】

前記電源システムは、前記第1電流取得手段及び前記第2電流取得手段の一方の取得値に基づいて他方の取得値を補正する取得値補正制御を実行する取得値補正手段を備えてもよい。前記取得値補正手段は、前記燃料電池の出力電圧が第2電圧閾値以上であることを、前記取得値補正制御の実行条件として設定してもよい。これにより、取得値の補正に好適な条件を満たす場合に第1電流取得手段又は第2電流取得手段の取得値補正を行うことが可能となる。

【0012】

本発明に係る電源システムの制御方法は、
電源と、
前記電源から電力が供給される負荷と、
前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、
前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、
前記放電抵抗器よりも前記電源側の負極ラインにおいて第1電流を取得する第1電流取得手段と、
前記放電抵抗器よりも前記負荷側の負極ラインにおいて第2電流を取得する第2電流取得手段と、
前記電源システム内の故障を診断する診断部と

40

50

を備える電源システムの制御方法であって、

前記診断部は、前記第1電流と前記第2電流とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにして前記放電抵抗器による放電を開始させ、放電開始前と放電開始後の前記第1電流の変化に基づいて故障部位を推定することを特徴とする。

【0013】

本発明に係る電源システムは、

電源と、

前記電源から電力が供給される負荷と、

前記電源と前記負荷との間において前記電源に対して前記負荷と並列に接続される放電抵抗器と、

前記放電抵抗器と直列に接続するスイッチと、

前記放電抵抗器よりも前記電源側の第1通電状態量を取得する第1通電状態量取得手段と、

前記放電抵抗器よりも前記負荷側の第2通電状態量を取得する第2通電状態量取得手段と

を備えるものであって、

前記電源システムは、さらに、前記電源システム内の故障を診断する診断部を備え、

前記診断部は、前記第1通電状態量と前記第2通電状態量とが異なると判定したときに、前記スイッチをオンにして前記放電抵抗器による放電を開始させ、放電開始前と放電開始後の前記第1通電状態量又は前記第2通電状態量の変化に基づいて故障部位を推定することを特徴とする。

【0014】

本発明によれば、放電抵抗器よりも電源側の第1通電状態量と、放電抵抗器よりも負荷側の第2通電状態量とが異なると判定したときに、放電抵抗器による放電を開始させる。そして、放電開始前と放電開始後の第1通電状態量又は第2通電状態量の変化に基づいて故障部位を推定する。従って、簡易な手法で故障部位を推定することが可能となる。

【0015】

なお、異なるか否かを判定するための第1通電状態量又は第2通電状態量と、放電開始前と放電開始後の変化を見る第1通電状態量又は第2通電状態量とは、同じ種類（電流、電圧、電力等）又は異なる種類のいずれであってもよい。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、複数の電流値取得手段を好適に用いることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の一実施形態に係る電源システム（以下「システム」という。）を搭載した燃料電池車両（以下「FC車両」又は「車両」という。）の概略全体構成図である。

【図2】前記実施形態のFCユニットの概略全体構成図である。

【図3】前記実施形態における故障診断制御のフローチャートである。

【図4】前記実施形態における前記故障診断制御を実行している際の各種の信号及び値を示すタイムチャートである。

【図5】前記実施形態におけるゼロ点学習制御のフローチャートである。

【図6】前記実施形態における出力マップ補正制御のフローチャートである。

【図7】前記実施形態におけるFCスタックの電流 - 電圧特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

A. 一実施形態

< A - 1. 構成 >

[A - 1 - 1. 全体構成]

図1は、本発明の一実施形態に係る電源システム12（以下「システム12」という。）を搭載した燃料電池車両10（以下「FC車両10」又は「車両10」という。）の概略全体構成図である。FC車両10は、電源システム12に加え、走行モータ14（以下「モータ14」という。）と、インバータ16とを有する。

【0019】

電源システム12は、燃料電池ユニット20（以下「FCユニット20」という。）と、バッテリーユニット22と、統合電子制御装置24（以下「統合ECU24」という。）とを有する。

【0020】

[A-1-2. 駆動系]

本実施形態のモータ14は、3相交流ブラシレス式である。モータ14は、FCユニット20及びバッテリーユニット22から供給される電力に基づいて駆動力を生成し、当該駆動力によりトランスミッション30を通じて車輪32を回転させる。また、モータ14は、回生を行うことで生成した電力（回生電力 P_{reg} ）[W]をバッテリーユニット22等に出力する。

【0021】

インバータ16は、3相フルブリッジ型の構成を有し、直流-交流変換を行う。より具体的には、インバータ16は、直流を3相の交流に変換してモータ14に供給する一方、回生動作に伴う交流-直流変換後の直流をバッテリーユニット22のバッテリーコンバータ302を通じてバッテリー300等に供給する。なお、モータ14とインバータ16を併せて

【0022】

[A-1-3. FCユニット20]

(A-1-3-1. FCユニット20の概要)

図2は、本実施形態のFCユニット20の概略全体構成図である。図1及び図2に示すように、FCユニット20は、燃料電池スタック50（以下「FCスタック50」、「燃料電池50」又は「FC50」という。）と、FC監視ユニット52と、FCコンバータ54と、FCスタック50の周辺部品（図示せず）とを有する。

【0023】

(A-1-3-2. FCスタック50)

FCスタック50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燃料電池セルを積層した構造を有する。前記周辺部品には、FCスタック50のアノードに対して水素（燃料ガス）を給排するアノード系（図示せず）と、FCスタック50のカソードに対して酸素を含む空気（酸化剤ガス）を給排するカソード系（図示せず）とが含まれる。

【0024】

(A-1-3-3. FC監視ユニット52)

(A-1-3-3-1. FC監視ユニット52の概要)

FC監視ユニット52（以下「監視ユニット52」ともいう。）は、FCスタック50の出力を監視する。図2に示すように、監視ユニット52は、FC電圧センサ70と、第1FC電流センサ72と、第2FC電流センサ74と、ディスチャージャ76と、FC監視電子制御装置78（以下「FC監視ECU78」又は「監視ECU78」ともいう。）を有する。図2には示していないが、正極ライン90及び負極ライン92にコンタクトを設けてもよい。

【0025】

FC電圧センサ70は、FCスタック50からの出力電圧（以下、「FC電圧 V_{fc} 」という。）を検出する。FC電圧センサ70は、ディスチャージャ76（又は後述する交点106）よりもFC50側の正極ライン90及び負極ライン92に接続される。

【0026】

第1FC電流センサ72は、FCスタック50からの出力電流 I_{fc1} （以下、「第1

10

20

30

40

50

FC電流 I_{fc1} 」という。)を検出する。第1FC電流センサ72は、正極ライン90のうちディスチャージャ76(又は後述する交点106)よりもFC50側に設けられる。第2FC電流センサ74は、FCスタック50への入力電流 I_{fc2} (以下、「第2FC電流 I_{fc2} 」という。)を検出する。第2FC電流センサ74は、負極ライン92のうちディスチャージャ76(又は後述する交点108)よりもFC50側に設けられる。

【0027】

第1FC電流センサ72及び第2FC電流センサ74は、検出素子としてホール素子(図示せず)を有する。例えば、第1FC電流センサ72は、正極ライン90を流れる電流(第1FC電流 I_{fc1})の磁界を検出し、電圧に変換する。同様に、第2FC電流センサ74は、負極ライン92を流れる電流(第2FC電流 I_{fc2})の磁界を検出し、電圧に変換する。そして、検出した電圧に対応する電流を、第1FC電流 I_{fc1} 及び第2FC電流 I_{fc2} として出力する。本実施形態の第2FC電流センサ74は、後述する第2VCU電流センサ166よりも検出精度が高い。

10

【0028】

第1FC電流 I_{fc1} 及び第2FC電流 I_{fc2} は、FCスタック50の出力を管理するために用いられる。例えば、FCスタック50において発電時に生成される水の量を推定するために用いられる。FCスタック50は発電時に生成される水により電解質膜を湿潤させることで、出力性能及び耐久性を確保する。FCスタック50が過乾燥又は過加湿になることを防ぐために、FCスタック50に供給する反応ガス量も適切に管理する必要がある。そのため、生成水の量の管理が重要となる。また、本実施形態では、第2FC電流 I_{fc2} は、後述する第2VCU電流 I_{vcu2} のゼロ点補正及び出力マップ補正にも用いられる。

20

【0029】

ディスチャージャ76は、FC50の停止時等においてFC50又はFCコンバータ54に残留する電力を消費する。ディスチャージャ76は、放電抵抗器100と、スイッチング素子102とを有する。放電抵抗器100及びスイッチング素子102は、正極ライン90及び負極ライン92を結ぶバイパスライン104上に設けられる。スイッチング素子102は、監視ECU78からの指令(駆動信号)によりオンオフする。以下では、正極ライン90とバイパスライン104の交点を交点106といい、負極ライン92とバイパスライン104の交点を交点108という。

30

【0030】

(A-1-3-3-2.FC監視ECU78)

FC監視ECU78は、FC50の入出力を監視又は制御するコンピュータである。図2に示すように、監視ECU78は、入出力部120、演算部122及び記憶部124を有する。

【0031】

入出力部120は、監視ECU78以外の機器(各センサ70、72、74、後述するFCコンバータ電子制御装置168等)との入出力を行う(図2では信号線が省略されていることに留意されたい)。入出力部120は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する図示しないA/D変換回路を備える。

40

【0032】

演算部122は、例えば、中央処理装置(CPU)を含む。演算部122は、各センサ70、72、74、FCコンバータ電子制御装置168等からの信号に基づいて演算を行う。そして、演算部122は、演算結果に基づき、ディスチャージャ76等に対する信号を生成する。

【0033】

図2に示すように、演算部122は、ディスチャージ制御部130と、故障診断部132とを有する。ディスチャージ制御部130及び故障診断部132は、記憶部124に記憶されているプログラムを実行することにより実現される。前記プログラムは、図示しない通信装置を介して外部機器から供給されてもよい。前記プログラムの一部をハードウェア

50

ア（回路部品）で構成することもできる。後述するように、故障診断部 132 は、FCコンバータ 54 の FCコンバータ電子制御装置 168 に設けてもよい。

【0034】

ディスチャージ制御部 130 は、FC50 が停止した際等にディスチャージャ 76 を用いてディスチャージを行うディスチャージ制御を実行する。故障診断部 132 は、FCユニット 20 における故障を診断する故障診断制御を実行する。故障診断制御の詳細は、図 3 及び図 4 を参照して後述する。

【0035】

記憶部 124 は、演算部 122 が利用するプログラム及びデータを記憶する。記憶部 124 は、例えば、ランダム・アクセス・メモリ（以下「RAM」という。）を備える。RAM としては、レジスタ等の揮発性メモリと、フラッシュメモリ等の不揮発性メモリとを用いることができる。また、記憶部 124 は、RAM に加え、リード・オンリー・メモリ（以下「ROM」という。）及び/又はソリッド・ステート・ドライブ（以下「SSD」という。）を有してもよい。

【0036】

（A-1-3-4.FCコンバータ 54）

（A-1-3-4-1.FCコンバータ 54 の概要）

FCコンバータ 54 は、FC50 の出力電圧（FC電圧 V_{fc} ）を昇圧して又は直結状態でインバータ 16 又はバッテリーユニット 22 に供給する昇圧チョップパ型の電圧変換装置（DC/DCコンバータ）である。FCコンバータ 54 は、FC50 とインバータ 16 との間に配置される。換言すると、FCコンバータ 54 は、一方が FC50 のある 1 次側 1Sf（図 1）に接続され、他方がバッテリーユニット 22 と負荷 40 との接続点である 2 次側 2S に接続されている。以下では、FCコンバータ 54 を、コンバータ 54、昇圧コンバータ 54 又は FC-VCU54 ともいう。FC-VCU54 は、FC50 用電圧制御ユニットの意味である。

【0037】

図 2 に示すように、FC-VCU54 は、インダクタ 150 と、スイッチング素子 152 と、ダイオード 154 と、平滑コンデンサ 156、158 と、第 1VCU電圧センサ 160 と、第 2VCU電圧センサ 162 と、第 1VCU電流センサ 164 と、第 2VCU電流センサ 166 と、FCコンバータ電子制御装置 168（以下「FCコンバータ ECU168」又は「コンバータ ECU168」という。）とを備える。FC-VCU54 は、統合 ECU24 からの指令に基づいてスイッチング素子 152 をスイッチング（デューティ制御）することで FC電圧 V_{fc} を昇圧する。

【0038】

インダクタ 150 及びダイオード 154 は、正極ライン 170 上に設けられる。スイッチング素子 152 は、正極ライン 170 及び負極ライン 172 を結ぶバイパスライン 174 上に設けられる。以下では、正極ライン 170 とバイパスライン 174 の交点を交点 176 といい、負極ライン 172 とバイパスライン 174 の交点を交点 178 という。インダクタ 150 は、交点 176 よりも FC50 側に配置され、ダイオード 154 は、交点 176 よりもモータ 14 側に配置される。

【0039】

第 1VCU電圧センサ 160 は、FCスタック 50 から FCコンバータ 54 への入力電圧（以下、「第 1VCU電圧 V_{vcu1} 」又は「VCU入力電圧 V_{vcu1} 」という。）を検出する。第 1VCU電圧センサ 160 は、インダクタ 150 及びスイッチング素子 152 よりも FC50 側で正極ライン 170 及び負極ライン 172 に接続される。第 2VCU電圧センサ 162 は、FCコンバータ 54 の出力電圧（以下、「第 2VCU電圧 V_{vcu2} 」又は「コンバータ出力電圧 V_{vcu2} 」という。）を検出する。第 2VCU電圧センサ 162 は、インダクタ 150 及びスイッチング素子 152 よりも負荷 40 側で正極ライン 170 及び負極ライン 172 に接続される。

【0040】

10

20

30

40

50

第1 V C U電流センサ164は、正極ライン170上(特にインダクタ150と交点176の間)に配置されて、正極ライン170の電流 I_{vcu1} (以下、「第1 V C U電流 I_{vcu1} 」という。)を検出する。第2 V C U電流センサ166は、負極ライン172上(特に平滑コンデンサ156と交点178の間)に配置されて、負極ライン172の電流 I_{vcu2} (以下、「第2 V C U電流 I_{vcu2} 」という。)を検出する。

【0041】

第1 V C U電流センサ164及び第2 V C U電流センサ166は、検出素子としてホール素子(図示せず)を有する。例えば、第1 V C U電流センサ164は、正極ライン170を流れる電流(第1 V C U電流 I_{vcu1})の磁界を検出し、電圧に変換する。同様に、第2 V C U電流センサ166は、負極ライン172を流れる電流(第2 V C U電流 I_{vcu2})の磁界を検出し、電圧に変換する。そして、検出した電圧に対応する電流を、第1 V C U電流 I_{vcu1} 及び第2 V C U電流 I_{vcu2} として出力する。本実施形態の第2 V C U電流センサ166は、第2 F C電流センサ74よりも検出精度が低い。

10

【0042】

(A-1-3-4-2. F CコンバータE C U 168)

F CコンバータE C U 168は、F C 50の出力電圧 V_{fc} の変換(ここでは昇圧)を制御するコンピュータである。図2に示すように、コンバータE C U 168は、入出力部180、演算部182及び記憶部184を有する。

【0043】

入出力部180は、コンバータE C U 168以外の機器(各センサ160、162、164、166、F C監視E C U 78等)との入出力を行う(図2では信号線が省略されていることに留意されたい)。入出力部180は、入力されたアナログ信号をデジタル信号に変換する図示しないA/D変換回路を備える。

20

【0044】

演算部182は、例えば、C P Uを含む。演算部182は、各センサ160、162、164、166、F C監視E C U 78等からの信号に基づいて演算を行う。そして、演算部182は、演算結果に基づき、スイッチング素子152等に対する信号を生成する。

【0045】

図2に示すように、演算部182は、ゼロ点補正部190と、出力マップ補正部192とを有する。両補正部190、192は、記憶部184に記憶されているプログラムを実行することにより実現される。前記プログラムは、図示しない通信装置を介して外部機器から供給されてもよい。前記プログラムの一部をハードウェア(回路部品)で構成することもできる。後述するように、ゼロ点補正部190及び出力マップ補正部192は、F C監視ユニット52のF C監視E C U 78に設けてもよい。

30

【0046】

ゼロ点補正部190は、第2 V C U電流センサ166のゼロ点学習を行うゼロ点学習制御を実行する。ゼロ点学習制御の詳細は、図5を参照して後述する。出力マップ補正部192は、第2 V C U電流センサ166のホール素子が出力した電圧 V_{i2} と、この電圧に対応する電流(第2 V C U電流 I_{vcu2})との関係を規定したマップ200(以下「出力マップ200」又は「 $V_{i2} - I_{fc2}$ マップ200」ともいう。)を補正する出力マップ補正制御を実行する。出力マップ補正制御の詳細は、図6を参照して後述する。

40

【0047】

記憶部184は、演算部182が利用するプログラム及びデータを記憶する。記憶部184は、例えば、R A M、R O M及び/又はS S Dを有する。

【0048】

[A-1-4. バッテリーユニット22]

図1に示すように、バッテリーユニット22は、高電圧バッテリー300(以下「バッテリー300」ともいう。)と、バッテリーコンバータ302とを有する。バッテリー300は、複数のバッテリーセルを含む蓄電装置(エネルギーストレージ)であり、例えば、リチウムイオン2次電池、ニッケル水素2次電池等を利用することができる。バッテリー300の代わり

50

に、キャパシタ等の蓄電装置を用いてもよい。

【 0 0 4 9 】

バッテリーコンバータ 3 0 2 は、昇圧チョッパ型の電圧変換装置（DC / DC コンバータ）である。すなわち、バッテリーコンバータ 3 0 2 は、バッテリー 3 0 0 の出力電圧（バッテリー電圧 V_{bat} ）を昇圧して又は直結状態でインバータ 1 6 に供給する。また、バッテリーコンバータ 3 0 2 は、モータ 1 4 の回生電圧（以下「回生電圧 V_{reg} 」という。）又は FC 電圧 V_{fc} を直結状態でバッテリー 3 0 0 に供給することが可能である。

【 0 0 5 0 】

[A - 1 - 5 . 統合 ECU 2 4]

統合 ECU 2 4 は、通信線 3 1 0（図 1）を介して、モータ 1 4、インバータ 1 6、FC 5 0、FC 監視ユニット 5 2、FC コンバータ 5 4、バッテリー 3 0 0、バッテリーコンバータ 3 0 2 を制御する。当該制御に際しては、統合 ECU 2 4 は、図示しない記憶部に記憶されたプログラムを実行する。また、統合 ECU 2 4 は、電圧センサ 7 0、1 6 0、1 6 2、電流センサ 7 2、7 4、1 6 4、1 6 6 等の各種センサの検出値を用いる。

10

【 0 0 5 1 】

ここでの各種センサには、上記センサに加え、開度センサ 1 1 0 及びモータ回転数センサ 1 1 2（図 1）が含まれる。開度センサ 1 1 0 は、アクセルペダル 1 1 4 の開度 p （以下「アクセルペダル開度 p 」ともいう。）[度]を検出する。モータ回転数センサ 1 1 2 は、モータ 1 4 の回転数（以下「モータ回転数 N_{mot} 」又は「回転数 N_{mot} 」という。）[rpm]を検出する。統合 ECU 2 4 は、回転数 N_{mot} を用いて FC 車両 1 0 の車速 V [km/h]を検出する。さらに、統合 ECU 2 4 には、メインスイッチ 1 1 6（以下「メイン SW 1 1 6」という。）が接続される。メイン SW 1 1 6 は、FC 5 0 及びバッテリー 3 0 0 からモータ 1 4 への電力供給の可否を切り替えるものであり、ユーザにより操作可能である。

20

【 0 0 5 2 】

統合 ECU 2 4 は、FC スタック 5 0 の状態、バッテリー 3 0 0 の状態及びモータ 1 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）に基づいて、FC 車両 1 0 全体として電源システム 1 2 に要求される負荷 P_{sys} （以下「システム負荷 P_{sys} 」という。）を決定する。そして、統合 ECU 2 4 は、FC スタック 5 0 が負担すべき負荷と、バッテリー 3 0 0 が負担すべき負荷と、回生電源（モータ 1 4）が負担すべき負荷の配分（分担）を調停しながら決定する。さらに、統合 ECU 2 4 は、モータ 1 4、インバータ 1 6、FC 5 0、FC 監視ユニット 5 2、FC コンバータ 5 4、バッテリー 3 0 0 及びバッテリーコンバータ 3 0 2 に指令を送出する。

30

【 0 0 5 3 】

< A - 2 . 本実施形態の制御 >

次に、本実施形態の制御について説明する。上記のように、本実施形態では、電源システム 1 2 に関する制御として、ディスチャージ制御、故障診断制御、ゼロ点学習制御及び出力マップ補正制御を実行する。ディスチャージ制御は、FC 監視 ECU 7 8 のディスチャージ制御部 1 3 0 が実行し、故障診断制御は、FC 監視 ECU 7 8 の故障診断部 1 3 2（診断部）が実行する。ゼロ点学習制御は、FC コンバータ ECU 1 6 8 のゼロ点補正部 1 9 0 が実行し、出力マップ補正制御は、出力マップ補正部 1 9 2 が実行する。

40

【 0 0 5 4 】

[A - 2 - 1 . ディスチャージ制御]

ディスチャージ制御部 1 3 0 は、統合 ECU 2 4 から FC 5 0 の停止要求があった際、ディスチャージャ 7 6 をオンにして、FC 5 0 内の残留ガスによる発電電力を消費する。これにより、FC 5 0 の劣化を抑制することが可能となる。また、本実施形態では、ディスチャージャ 7 6 を FC 5 0 と FC コンバータ 5 4 の間に配置する。そのため、FC コンバータ 5 4 の性能要求を緩和することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

[A - 2 - 2 . 故障診断制御]

50

図3は、本実施形態における故障診断制御のフローチャートである。図4は、本実施形態における故障診断制御を実行している際の各種の信号及び値を示すタイムチャートである。具体的には、図4は、ディスチャージャ76に対するディスチャージ指令Cdと、第2FC電流センサ74（第1電流センサ）が検出した第2FC電流Ifc2（第1電流）と、第2VCU電流センサ166（第2電流センサ）が検出した第2VCU電流Ivcu2（第2電流）とを示す。本実施形態では、FC監視ECU78が故障診断制御を実行するが、後述するように、FCコンバータECU168が故障診断制御を実行してもよい。

【0056】

また、図4では、全体に亘ってFCユニット20に異常が発生している状態が示されていることに留意されたい。さらに、図4において、時点t12以降の実線で示す第2FC電流Ifc2は、ディスチャージャ76がオン故障している（スイッチング素子102が閉固着している）際の波形である。さらにまた、時点t12以降の破線で示す第2FC電流Ifc2は、第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166が故障している際の波形である。

【0057】

時点t11以降の第2FC電流Ifc2及び第2VCU電流Ivcu2は、ディスチャージャ76がオン故障している際又は第2FC電流センサ74若しくは第2VCU電流センサ166が故障している際の波形である。なお、図4では、時点t11以降も第2FC電流Ifc2及び第2VCU電流Ivcu2が一定であるが、第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166が故障している場合、第2FC電流Ifc2又は第2VCU電流Ivcu2が減少する場合等も考えられる。

【0058】

故障診断制御は、FC50の発電中、所定間隔で実行する。或いは、その他のタイミングで故障診断制御を行ってもよい。図3のステップS11において、監視ECU78は、第2FC電流センサ74が検出した第2FC電流Ifc2と、第2VCU電流センサ166が検出した第2VCU電流Ivcu2とを取得する。ステップS12において、監視ECU78は、第2FC電流Ifc2と第2VCU電流Ivcu2の差I（以下「電流差I」ともいう。）の絶対値|I|が第1電流差閾値THI以上であるか否かを判定する。第1電流差閾値THI（以下「閾値THI」ともいう。）は、電流差Iが異常値であるか否かを判定するための閾値である。

【0059】

電流差Iの絶対値が閾値THI以上である場合（S12：TRUE）、電流差Iは異常値を示している。その場合、ステップS13に進む。電流差Iの絶対値が閾値THI以上でない場合（S12：FALSE）、電流差Iは正常値を示している。その場合、今回の故障診断制御を終了し、所定時間経過後にステップS11に戻る。

【0060】

ステップS13において、監視ECU78は、ステップS11で取得した第2FC電流Ifc2を基準電流Irefとして設定する。基準電流Irefは、後述するステップS16で用いる。

【0061】

ステップS14において、監視ECU78は、ディスチャージャ76にオン指令（ディスチャージ指令Cd）を送信する（図4の時点t12）。具体的には、監視ECU78は、ディスチャージャ76のスイッチング素子102に駆動信号Sを送信する。これにより、スイッチング素子102がオンとなる。

【0062】

そのため、FC50からの電流の一部は、ディスチャージャ76を介して第2FC電流センサ74に到達する。ディスチャージャ76がオン故障していない場合には、ディスチャージャ76がオンしたことでFC電流Ifcが増加する。従って、ディスチャージャ76がオン故障していない場合には、図4の時点t12に示すように、第2FC電流センサ74が検出する第2FC電流Ifc2は増加する。

【 0 0 6 3 】

図3のステップS15において、監視ECU78は、第2FC電流センサ74から新たな第2FC電流 I_{fc2} を取得する。

【 0 0 6 4 】

ステップS16において、監視ECU78は、第2FC電流 I_{fc2} と基準電流 I_{ref} の差 I_{fc2} （以下「第2電流差 I_{fc2} 」ともいう。）が第2電流差閾値 TH_{i2} 以下であるか否かを判定する。第2電流差閾値 TH_{i2} （以下「閾値 TH_{i2} 」ともいう。）は、第2電流差 I_{fc2} が異常値を示す原因を判定するための閾値である。

【 0 0 6 5 】

すなわち、第2電流差 I_{fc2} が閾値 TH_{i2} 以下である場合（S16：TRUE）、ステップS17において、監視ECU78は、ディスチャージャ76がオン故障している（又はスイッチング素子102が閉固着している）と判定する。スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられても分流による電流変化を捉えることができない場合、スイッチング素子102が正常に作動していないと推定することができるためである。

10

【 0 0 6 6 】

第2電流差 I_{fc2} が閾値 TH_{i2} 以下でない場合（S16：FALSE）、ステップS18において、監視ECU78は、第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166が異常であると判定する。スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられたことにより分流による電流変化を捉えることが可能な場合、スイッチング素子102が正常に作動していると判定できる。そのため、第2FC電流 I_{fc2} と第2VCU電流 I_{vcu2} との電流差 I （相違）は第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166によるものと推定することができるためである。

20

【 0 0 6 7 】

ステップS17又はS18の後、ステップS19において、監視ECU78は、エラー処理を行う。例えば、監視ECU78は、異常の内容を示す警告メッセージを表示部（図示しない）に表示させる。また、監視ECU78は、異常の内容を示す故障コードを記憶部124に記憶してもよい。

【 0 0 6 8 】

[A - 2 - 3 . ゼロ点学習制御]

図5は、本実施形態におけるゼロ点学習制御のフローチャートである。上記のように、ゼロ点学習制御は、相対的に検出精度の低い第2VCU電流センサ166のゼロ点を、相対的に検出精度の高い第2FC電流センサ74のゼロ点を用いて学習する処理である。ゼロ点学習制御は、例えば、FC50が起動を始めた直後に実行される。その他のタイミングでゼロ点学習処理を行ってもよい。本実施形態では、FCコンバータECU168がゼロ点学習制御を実行するが、後述するように、FC監視ECU78がゼロ点学習制御を実行してもよい。

30

【 0 0 6 9 】

図5のステップS31において、コンバータECU168は、ディスチャージャ76がオフであるか否かを判定する。例えば、コンバータECU168のゼロ点補正部190は、FC監視ECU78が、ディスチャージャ76に対してオン信号（駆動信号 S ）を出力していないか否かにより、ディスチャージャ76がオフであるか否かを判定する。ディスチャージャ76がオフである場合（S31：TRUE）、ステップS32に進む。ディスチャージャ76がオフでない場合（S31：FALSE）、第2VCU電流センサ166のゼロ点補正は行わない。そこで、今回のゼロ点学習制御を終了し、所定時間経過後にステップS31に戻る。

40

【 0 0 7 0 】

ステップS32において、コンバータECU168は、第1VCU電圧センサ160からVCU入力電圧 V_{vcu1} を監視ECU78から取得する。ステップS33において、

50

コンバータ ECU 168 は、VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 1 電圧閾値 $THv1$ 以下であるか否かを判定する。第 1 電圧閾値 $THv1$ は、VCU 入力電圧 V_{vcu1} が比較的低い状態であることを確認するための閾値である。VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 1 電圧閾値 $THv1$ 以下である場合 (S33: TRUE)、ステップ S34 に進む。VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 1 電圧閾値 $THv1$ 以下でない場合 (S33: FALSE)、今回のゼロ点学習制御を終了する。そして、新たなゼロ点学習制御を実行する条件が成立したときにステップ S31 に戻る。

【0071】

なお、VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 1 電圧閾値 $THv1$ 以下であるか否かの判定に加えて又はこれに代えて、単位時間当たりの VCU 入力電圧 V_{vcu1} の変化量が変化量閾値以下であるか否かを判定してもよい。これにより、VCU 入力電圧 V_{vcu1} が安定した状態でゼロ点補正を行うことが可能となる。

10

【0072】

ステップ S34 において、コンバータ ECU 168 は、第 2 FC 電流センサ 74 が検出した第 2 FC 電流 I_{fc2} を取得する。ステップ S35 において、コンバータ ECU 168 は、第 2 FC 電流 I_{fc2} がゼロ (又は原点) であるか否かを判定する。第 2 FC 電流 I_{fc2} がゼロである場合 (S35: TRUE)、ステップ S36 に進む。第 2 FC 電流 I_{fc2} がゼロでない場合 (S36: FALSE)、今回のゼロ点学習制御を終了する。そして、新たなゼロ点学習制御を実行する条件が成立したときにステップ S31 に戻る。

20

【0073】

ステップ S36 において、コンバータ ECU 168 は、第 2 VCU 電流センサ 166 のゼロ点を、第 2 FC 電流センサ 74 のゼロ点に合わせて補正 (又はリセット) する。

【0074】

[A-2-4. 出力マップ補正制御]

図 6 は、本実施形態における出力マップ補正制御のフローチャートである。図 7 は、本実施形態における FC スタック 50 の電流 - 電圧特性を示す図である。上記のように、出力マップ補正制御 (以下「マップ補正制御」ともいう。) は、コンバータ ECU 168 の記憶部 184 に記憶されている出力マップ 200 を補正する。マップ補正制御は、例えば、FC 50 の発電中、所定間隔で実行される。或いは、その他のタイミングでマップ補正制御を実行してもよい。本実施形態では、FC コンバータ ECU 168 が出力マップ補正制御を実行するが、後述するように、FC 監視 ECU 78 が出力マップ補正制御を実行してもよい。

30

【0075】

ステップ S51 において、コンバータ ECU 168 は、第 1 VCU 電圧センサ 160 から VCU 入力電圧 V_{vcu1} を取得する。ステップ S52 において、コンバータ ECU 168 は、VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 2 電圧閾値 $THv2$ 以上であるか否かを判定する。第 2 電圧閾値 $THv2$ は、ディスチャージャ 76 がオン固着していないことを確認するための閾値である。

【0076】

すなわち、図 7 に示すように、本実施形態の FC スタック 50 は、FC 電流 I_{fc} が増加すると FC 電圧 V_{fc} が減少する特性を有する。ディスチャージャ 76 がオン固着している場合、FC 電流 I_{fc} は大きく増加し、FC 電圧 V_{fc} は減少する。このため、FC 電圧 V_{fc} に対応する VCU 入力電圧 V_{vcu1} が高いことを確認することで、ディスチャージャ 76 がオン固着していないことを確認することが可能である。VCU 入力電圧 V_{vcu1} の代わりに、FC 電圧センサ 70 が検出した FC 電圧 V_{fc} を用いてもよい。

40

【0077】

VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 2 電圧閾値 $THv2$ 以上である場合 (S52: TRUE)、ディスチャージャ 76 にオン固着は発生していない。その場合、ステップ S53 に進む。VCU 入力電圧 V_{vcu1} が第 2 電圧閾値 $THv2$ 以上でない場合 (S52: FALSE)、ディスチャージャ 76 にオン固着は発生しているか否かの判定が困難である。そ

50

の場合、今回のマップ補正制御を終了し、所定時間経過後にステップS51に戻る。

【0078】

ステップS53において、コンバータECU168は、第2FC電流センサ74が検出した第2FC電流I_{fc2}を監視ECU78から取得する。ステップS54において、コンバータECU168は、第2VCU電流センサ166のホール素子が検出した電圧V_{i2}を取得する。上記のように、第2VCU電流センサ166は、ホール素子を含み、出力マップ200では、ホール素子の電圧値(すなわち電圧V_{i2})と第2VCU電流I_{vcu2}との関係が規定されている。

【0079】

ステップS55において、コンバータECU168は、第2VCU電流センサ166用のV_{i2}-I_{vcu2}マップを更新する。すなわち、マップ200における電圧V_{i2}に対応する第2VCU電流I_{vcu2}として、第2FC電流I_{fc2}の値に書き換える。

【0080】

上記のように、第2VCU電流センサ166よりも、第2FC電流センサ74の方が高精度である。このため、上記のようなマップ200の書換えを行うことで、コンバータECU168が使用する第2VCU電流I_{vcu2}は、高精度となる。

【0081】

< A - 3 . 本実施形態の効果 >

以上説明したように、本実施形態によれば、放電抵抗器100よりもFCスタック50(電源)側の負極ライン92における第2FC電流I_{fc2}(第1電流)と、放電抵抗器100よりも負荷40側の負極ライン172における第2VCU電流I_{vcu2}(第2電流)とが異なると判定したときに(図3のS12:TRUE)、放電抵抗器100による放電を開始させるべく、スイッチング素子102をオンにするための指令を発する(図3のS14、図4のt12)。そして、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第2FC電流I_{fc2}の変化に基づいて故障部位を推定する(図3のS16~S18)。従って、簡易な手法で故障部位を推定することが可能となる。

【0082】

本実施形態において、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とで第2FC電流I_{fc2}(第1電流)が変化した場合(図3のS16:FALSE)、故障診断部132は、第2FC電流センサ74(第1電流取得手段)及び第2VCU電流センサ166(第2電流取得手段)の少なくとも一方が故障していると推定する(S18)。

【0083】

これにより、簡易な方法で第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166の故障を検出することが可能となる。また、第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166が故障すると、第2FC電流I_{fc2}及び第2VCU電流I_{vcu2}を用いる制御(例えば、ゼロ点学習制御、出力マップ補正制御等)が適切に行われなくなる。本実施形態によれば、第2FC電流センサ74又は第2VCU電流センサ166の故障を検出可能であるため、第2FC電流I_{fc2}及び第2VCU電流I_{vcu2}を用いる制御が適切に行われない状況を簡易に検出することが可能となる。

【0084】

本実施形態において、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とで第2FC電流I_{fc2}(第1電流)が同じ値の場合(図3のS16:TRUE)、故障診断部132は、ディスチャージャ76がオン故障(スイッチング素子102(スイッチ)が閉固着)していると推定する(S17)。

【0085】

これにより、簡易な方法でスイッチング素子102の閉固着を検出することが可能となる。また、放電抵抗器100と直列に配置されたスイッチング素子102が閉固着すると、第2FC電流センサ74及び第2VCU電流センサ166は、本来あるべきではない誤った値としての第2FC電流I_{fc2}及び第2VCU電流I_{vcu2}を検出することとな

10

20

30

40

50

る。その場合、第2FC電流 I_{fc2} 及び第2VCU電流 I_{vcu2} を用いる制御（例えば、ゼロ点学習制御、出力マップ補正制御等）が適切に行われなくなる。本実施形態によれば、スイッチング素子102の閉固着を検出可能であるため、第2FC電流 I_{fc2} 及び第2VCU電流 I_{vcu2} を用いる制御が適切に行われない状況を簡易に検出することが可能となる。さらに、第2FC電流 I_{fc2} と第2VCU電流 I_{vcu2} とが異なると判定したとき、スイッチング素子102をオンにするための指令を発生、当該指令が発生される前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} が変化したか又は同じかに応じて原因箇所を特定する場合、フェールセーフ対応を適切に取ることが可能となる。

【0086】

本実施形態において、電源システム12は、第2VCU電流センサ166（第2電流取得手段）のゼロ点を学習するゼロ点学習制御を実行するゼロ点補正部190（ゼロ点学習手段）を備える（図2）。ゼロ点補正部190は、スイッチング素子102（スイッチ）に開指令が行われていること（図5のS31：TRUE）、及びFC50の出力電圧 V_{fc} に相当するVCU入力電圧 V_{vcu1} が第1電圧閾値 $THv1$ 以下であること（S33：TRUE）を、ゼロ点学習制御の実行条件として設定する。これにより、ゼロ点学習に好適な条件を満たす場合に第2VCU電流センサ166のゼロ点学習を行うことが可能となる。

【0087】

本実施形態において、電源システム12は、第2FC電流センサ74（第1電流取得手段）の第2FC電流 I_{fc2} （取得値）に基づいて第2VCU電流センサ166（第2電流取得手段）の第2VCU電流 I_{vcu2} （取得値）を補正する出力マップ補正制御（取得値補正制御）を実行する出力マップ補正部192（取得値補正手段）を備える（図2）。出力マップ補正部192は、FC50の出力電圧 V_{fc} に相当するVCU入力電圧 V_{vcu1} が第2電圧閾値 $THv2$ 以上であること（図6のS52：TRUE）を、出力マップ補正制御の実行条件として設定する。これにより、出力マップ200の補正に好適な条件を満たす場合に第2VCU電流センサ166の取得値補正を行うことが可能となる。

【0088】

B．変形例

なお、本発明は、上記実施形態に限らず、本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。例えば、以下の構成を採用することができる。

【0089】

< B - 1．搭載対象 >

上記実施形態では、電源システム12をFC車両10に搭載した（図1）。しかしながら、例えば、第2FC電流 I_{fc2} （第1電流）と第2VCU電流 I_{vcu2} （第2電流）とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発生される前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、電源システム12を船舶や航空機等の移動物体に用いることもできる。或いは、電源システム12を、ロボット、製造装置、家庭用電力システム又は家電製品に適用してもよい。

【0090】

< B - 2．電源システム12の構成 >

上記実施形態では、FCコンバータ54を昇圧コンバータとした（図2）。しかしながら、例えば、第2FC電流 I_{fc2} （第1電流）と第2VCU電流 I_{vcu2} （第2電流）とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発生される前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、FCコンバータ54は、FC電圧 V_{fc} を昇圧及び降圧可能な昇降圧コンバータ、又はFC電圧 V_{fc} を降圧可能な降圧コンバータとすることも可能である。

【0091】

上記実施形態の電源システム12は、FCユニット20とバッテリーユニット22の両方

10

20

30

40

50

を有していた（図1）。しかしながら、例えば、第2FC電流 I_{fc2} （第1電流）と第2VCU電流 I_{vcu2} （第2電流）とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、バッテリーユニット22を省略することも可能である。

【0092】

上記実施形態では、モータ14を交流式とした（図1）。しかしながら、例えば、第2FC電流 I_{fc2} （第1電流）と第2VCU電流 I_{vcu2} （第2電流）とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、モータ14は、直流式とすることも可能である。この場合、インバータ16を省略することが可能である。

10

【0093】

上記実施形態では、モータ14をFC車両10の走行用又は駆動用とした（図1）。しかしながら、例えば、第2FC電流 I_{fc2} （第1電流）と第2VCU電流 I_{vcu2} （第2電流）とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第2FC電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、モータ14を車載機器（例えば、電動パワーステアリング、エアコンプレッサ、エアコンディショナ）用に用いてもよい。

【0094】

上記実施形態では、故障診断の対象として、第2FC電流 I_{fc2} 及び第2VCU電流センサ166を設定した（図3及び図4）。しかしながら、例えば、放電抵抗器100よりもFC50（電源）側の負極ラインにおける第1電流と、放電抵抗器100よりも負荷40側の負極ラインにおける第2電流とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第1電流の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、バッテリーユニット22及びFCコンバータ54を設けない構成において、FC監視ユニット52とインバータ16の間の負極ラインに電流センサ（インバータ電流センサ）を設けた場合、第2FC電流センサ74とインバータ電流センサを故障診断の対象とすることができる。

20

【0095】

上記実施形態では、FCユニット20の制御主体として、監視ECU78とコンバータECU168を設けた（図2）。しかしながら、例えば、両者を組み合わせて1つのECUとすることも可能である。或いは、監視ECU78とコンバータECU168の機能を統合ECU24に組み込むことも可能である。

30

【0096】

上記実施形態の電流センサ72、72、164、166は、ホール素子を有するものとしたが、その他の方式の電流センサとしてもよい。

【0097】

< B - 3 . 電源システム12の制御 >

[B - 3 - 1 . 全般]

上記実施形態では、故障診断制御（図3）と、ゼロ点学習制御（図5）と、出力マップ補正制御（図6）とを実行した。しかしながら、例えば、それぞれの制御に着目すれば、電源システム12では、いずれか1つ又は2つの制御を行うことも可能である。

40

【0098】

上記実施形態では、FCユニット20において、故障診断制御（図3）と、ゼロ点学習制御（図5）と、出力マップ補正制御（図6）とを実行した。しかしながら、例えば、放電抵抗器100よりも電源側の負極ラインにおける第1電流と、放電抵抗器100よりも負荷40側の負極ラインにおける第2電流とが異なると判定したときに、スイッチング素子102をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第1電流の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、故障診断制御、ゼロ点学習

50

制御又は出力マップ補正制御を、バッテリーユニット 22 で行うことも可能である。

【0099】

[B-3-2. 故障診断制御 (図3)]

上記実施形態では、故障診断部 132 を監視 ECU 78 に設けた。換言すると、監視 ECU 78 が故障診断制御を実行した。しかしながら、例えば、故障診断制御と、ゼロ点学習制御と、出力マップ補正制御とを 1 つの ECU が実行する観点からすれば、コンバータ ECU 168 が故障診断制御を実行してもよい。その場合、監視 ECU 78 側の制御対象 (第 2 FC 電流センサ 74、ディスチャージャ 76 等) の検出値や状態は、コンバータ ECU 168 から監視 ECU 78 に問い合わせることとなる。

【0100】

上記実施形態の故障診断制御では、第 2 FC 電流 I_{fc2} (第 1 電流) と第 2 VCU 電流 I_{vcu2} (第 2 電流) の電流差 I の絶対値が第 1 電流差閾値 TH_I 以上になったとき、異常が発生していると判定した (図 3 の S12)。しかしながら、例えば、第 2 FC 電流 I_{fc2} (第 1 電流) と第 2 VCU 電流 I_{vcu2} (第 2 電流) とが異なると判定したときに、スイッチング素子 102 をオンにするための指令が発せられる前と後とでの第 2 FC 電流 I_{fc2} の変化に基づいて故障部位を推定する観点からすれば、これに限らない。例えば、単位時間当たりの第 2 FC 電流 I_{fc2} の変化量と、単位時間当たりの第 2 VCU 電流 I_{vcu2} の変化量との変化速度差が、速度差閾値以上であるときに、異常が発生していると判定することも可能である。

【0101】

上記実施形態の故障診断制御では、第 2 FC 電流 I_{fc2} (第 1 電流) と第 2 VCU 電流 I_{vcu2} (第 2 電流) の比較により異常発生の有無を判定した (図 3 の S12)。しかしながら、例えば、ディスチャージャ 76 又は放電抵抗器 100 よりも FC50 (電源) 側の第 1 通電状態量と、ディスチャージャ 76 又は放電抵抗器 100 よりも負荷 40 側の第 2 通電状態量との比較に基づいて、FC ユニット 20 又は電源システム 12 の異常を判定する観点からすれば、これに限らない。

【0102】

例えば、FC 電圧センサ 70 (図 2) が検出した FC 電圧 V_{fc} と、第 1 VCU 電圧センサ 160 が検出した第 1 VCU 電圧 V_{vcu1} との比較に基づいて、FC ユニット 20 又は電源システム 12 の異常を判定することも可能である。或いは、第 2 FC 電流 I_{fc2} と FC 電圧 V_{fc} の積 (電力) と、第 2 VCU 電流 I_{vcu2} と第 1 VCU 電圧 V_{vcu1} の積 (電力) との比較に基づいて、FC ユニット 20 又は電源システム 12 の異常を判定することも可能である。

【0103】

上記実施形態の故障診断制御では、図 3 のステップ S12 が「真」(TRUE)の場合、ディスチャージャ 76 をオンにして、第 2 FC 電流 I_{fc2} の変化により故障部位を絞り込んだ (図 3 の S16 ~ S18)。しかしながら、例えば、ディスチャージャ 76 をオンにしたことに伴う、第 1 通電状態量 (ディスチャージャ 76 又は放電抵抗器 100 よりも FC50 (電源) 側の通電状態量) の変化又は第 2 通電状態量 (ディスチャージャ 76 又は放電抵抗器 100 よりも負荷 40 側の通電状態量) の変化に基づいて、故障部位を絞り込む観点からすれば、これに限らない。

【0104】

例えば、FC 電圧センサ 70 が検出した FC 電圧 V_{fc} (第 1 通電状態量) の変化又は第 1 FC 電流センサ 72 が検出した第 1 FC 電流 I_{fc1} (第 1 通電状態量) の変化に基づいて、故障部位を絞り込むことも可能である。FC50 は、出力電圧に応じて出力電流が変化し、出力電流に応じて出力電圧が変化する (図 7)。そのため、ディスチャージャ 76 がオンになることで、FC ユニット 20 全体の抵抗が変化すると、FC 電圧 V_{fc} 又は第 1 FC 電流 I_{fc1} が変化する。そこで、FC 電圧 V_{fc} 又は第 1 FC 電流 I_{fc1} の変化の有無を確認することで、ディスチャージャ 76 のオン故障 (閉固着) の有無が確認可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 5 】

或いは、第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 が検出した第 2 V C U 電流 $I_{v c u 2}$ (第 2 通電状態量) の変化に基づいて、故障部位を絞り込むことも可能である。或いは、第 1 V C U 電圧センサ 1 6 0 が検出した第 1 V C U 電圧 $V_{v c u 1}$ (第 2 通電状態量) の変化に基づいて、故障部位を絞り込むことも可能である。或いは、第 2 F C 電流 $I_{f c 2}$ と第 1 V C U 電圧 $V_{v c u 1}$ の積 (電力) (第 2 通電状態量) の変化に基づいて、故障部位を絞り込むことも可能である。

【 0 1 0 6 】

[B - 3 - 3 . ゼロ点学習制御 (図 5)]

上記実施形態のゼロ点学習制御では、第 2 F C 電流センサ 7 4 の検出値である第 2 F C 電流 $I_{f c 2}$ のゼロ点を、第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 のゼロ点として設定した (図 5) 。しかしながら、例えば、第 2 F C 電流センサ 7 4 よりも第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 の方が検出精度が高い場合、第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 のゼロ点を、第 2 F C 電流センサ 7 4 のゼロ点として用いることも可能である。

10

【 0 1 0 7 】

[B - 3 - 4 . 出力マップ補正制御 (図 6)]

上記実施形態の出力マップ補正制御では、第 2 F C 電流センサ 7 4 の検出値である第 2 F C 電流 $I_{f c 2}$ を、第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 の出力マップ 2 0 0 の補正に用いた (図 6) 。しかしながら、例えば、第 2 F C 電流センサ 7 4 よりも第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 の方が検出精度が高い場合、第 2 V C U 電流センサ 1 6 6 の検出値である第 2 V C U 電流 $I_{v c u 2}$ を、第 2 F C 電流センサ 7 4 の出力マップの補正に用いることも可能である。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

- 1 2 ... 電源システム
- 4 0 ... 負荷
- 5 0 ... F C スタック (電源)
- 7 4 ... 第 2 F C 電流センサ (第 1 電流取得手段)
- 9 2 ... 放電抵抗器よりも電源側の負極ライン
- 1 0 0 ... 放電抵抗器
- 1 0 2 ... スイッチング素子 (スイッチ)
- 1 3 2 ... 故障診断部 (診断部)
- 1 6 6 ... 第 2 V C U 電流センサ (第 2 電流取得手段)
- 1 7 2 ... 放電抵抗器よりも負荷側の負極ライン
- 1 9 0 ... ゼロ点補正部 (ゼロ点学習手段)
- 1 9 2 ... 出力マップ補正部 (取得値補正手段)
- $I_{f c 2}$... 第 2 F C 電流 (第 1 電流)
- $I_{v c u 2}$... 第 2 V C U 電流 (第 2 電流)
- $T H v 1$... 第 1 電圧閾値
- $T H v 2$... 第 2 電圧閾値
- $V_{f c}$... F C の出力電圧

30

40

【図1】

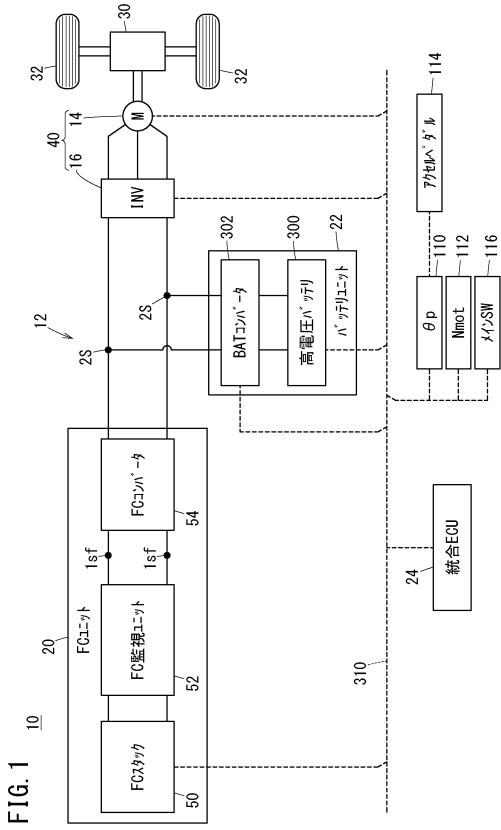


FIG. 1

【図2】

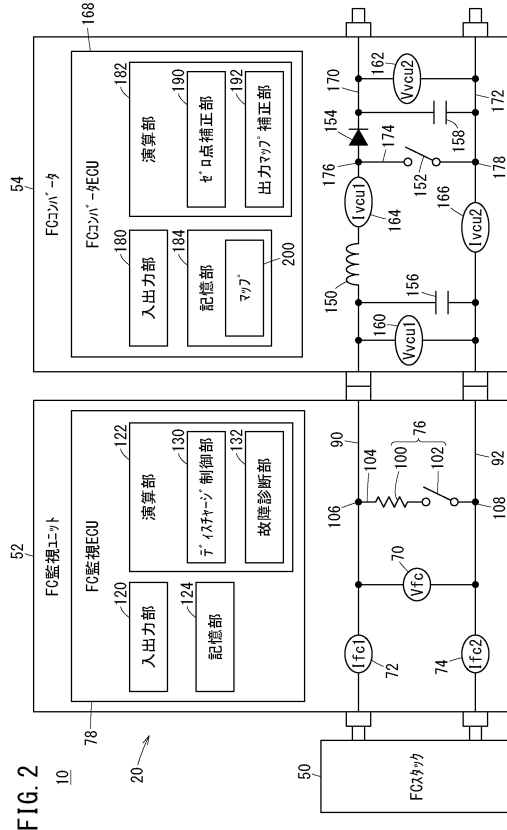


FIG. 2

【図3】

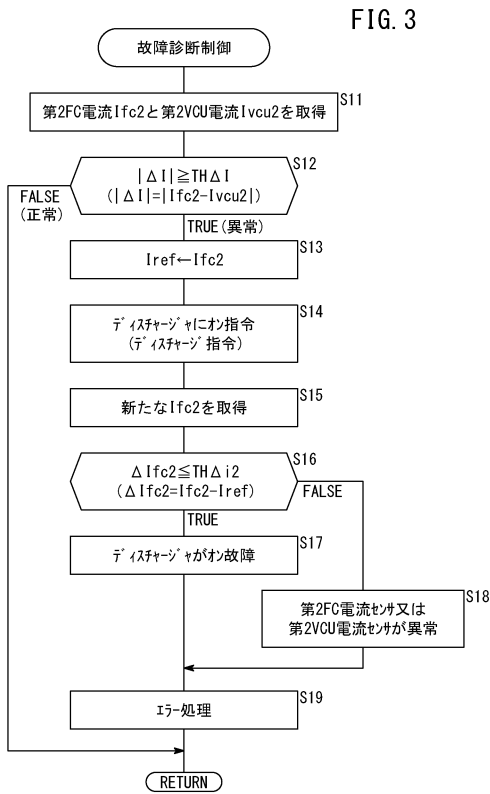


FIG. 3

【図4】

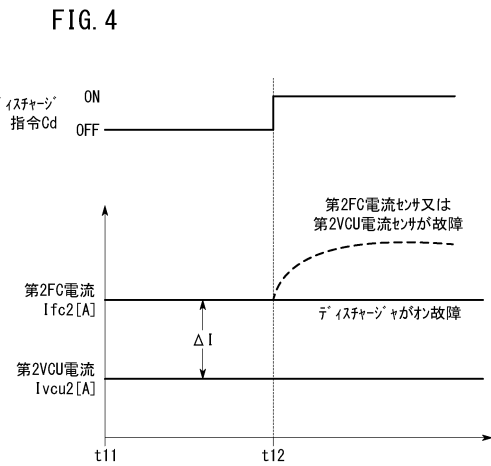
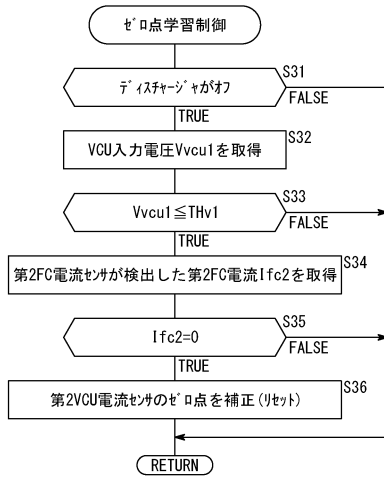


FIG. 4

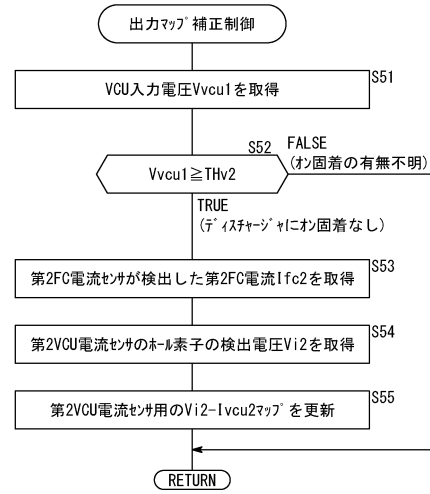
【 図 5 】

FIG. 5



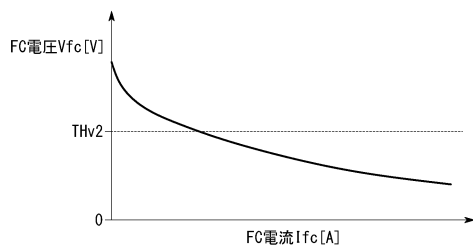
【 図 6 】

FIG. 6



【 図 7 】

FIG. 7



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 M 8/10 (2016.01) H 0 2 J 7/00 P
H 0 1 M 8/10 1 0 1

(74)代理人 100180448

弁理士 関口 亨祐

(74)代理人 100169225

弁理士 山野 明

(72)発明者 吉村 祐哉

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 尾島 邦明

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 富永 達朗

(56)参考文献 特開2011-010513(JP,A)

特開2012-248421(JP,A)

特開2011-009102(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 M 8 / 0 4 6 6 4

H 0 1 M 8 / 0 4

H 0 1 M 8 / 0 4 5 3 7

H 0 1 M 8 / 0 4 8 5 8

H 0 2 J 7 / 0 0

H 0 1 M 8 / 1 0