

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7564073号
(P7564073)

(45)発行日 令和6年10月8日(2024.10.8)

(24)登録日 令和6年9月30日(2024.9.30)

(51)国際特許分類		F I	
H 0 1 M	8/04303(2016.01)	H 0 1 M	8/04303
B 6 0 L	58/30 (2019.01)	B 6 0 L	58/30
B 6 0 L	58/40 (2019.01)	B 6 0 L	58/40
H 0 1 M	8/04228(2016.01)	H 0 1 M	8/04228
H 0 1 M	8/04537(2016.01)	H 0 1 M	8/04537
請求項の数 4 (全12頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号 特願2021-164928(P2021-164928)		(73)特許権者 000003218	
(22)出願日 令和3年10月6日(2021.10.6)		株式会社豊田自動織機	
(65)公開番号 特開2023-55497(P2023-55497A)		愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地	
(43)公開日 令和5年4月18日(2023.4.18)		(73)特許権者 000003207	
審査請求日 令和6年2月15日(2024.2.15)		トヨタ自動車株式会社	
		愛知県豊田市トヨタ町 1 番地	
		(74)代理人 100121083	
		弁理士 青木 宏義	
		(74)代理人 100138391	
		弁理士 天田 昌行	
		(74)代理人 100074099	
		弁理士 大菅 義之	
		(72)発明者 富本 尚也	
		愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式	
		会社豊田自動織機内	
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 燃料電池システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池と、
外部負荷と、
ダイオードと、前記ダイオードに直列接続されるスイッチと、前記ダイオードと前記スイッチとの接続点と前記燃料電池との間に接続されるインダクタと、前記ダイオード及び前記スイッチに並列接続されるコンデンサとを備え、前記燃料電池のスタック電圧が前記外部負荷の電圧より低い場合、前記スイッチが繰り返しオン、オフすることで前記スタック電圧を昇圧して前記外部負荷に出力し、前記スタック電圧が前記外部負荷の電圧より高い場合、前記スイッチを常時オフすることで前記スタック電圧を降圧して前記外部負荷に出力する D C D C コンバータと、
前記コンデンサに接続される蓄電装置と、
前記コンデンサと前記蓄電装置との間に接続されるリレーと、
前記コンデンサと前記リレーとの間に接続される内部負荷と、
前記内部負荷の駆動を制御することで前記燃料電池を発電させる制御部と、
を備え、
前記制御部は、当該燃料電池システムのシャットダウン要求が入力されると、前記リレーを導通させた状態で前記スタック電圧が所定スタック電圧より小さくなるまで前記スタック電圧を制御するための電圧指令値を徐々に低下させるとともに前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを遮断させた状態で前記内部負荷の電圧が所定電圧より小さくなるま

で前記内部負荷を駆動させる

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料電池システムであって、

前記内部負荷は、前記燃料電池から排出されるアノードガスを前記燃料電池に再度供給する循環ポンプである

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池システムであって、

前記制御部は、前記シャットダウン要求が入力されると、前記リレーを導通させた状態で前記電圧指令値が所定電圧指令値より小さくなるまで前記電圧指令値を徐々に低下させるとともに前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを導通させた状態で前記スタック電圧が前記所定スタック電圧より小さくなるまで前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを遮断させた状態で前記内部負荷の電圧が前記所定電圧より小さくなるまで前記内部負荷を駆動させる

10

ことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載の燃料電池システムであって、

当該燃料電池システムは、車両に搭載され、

前記車両がキーオフすると、または、当該燃料電池システムにエラーが発生すると、または、前記車両の非常停止ボタンが押されると、または、前記車両側の制御システムが自動的に停止すると、前記シャットダウン要求が前記制御部に入力される

20

ことを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池システムとして、燃料電池システムの稼働時、燃料電池の電圧（スタック電圧）が外部負荷の電圧より低い場合、DCDCコンバータ内のスイッチが繰り返しオン、オフすることでスタック電圧が昇圧されて外部負荷に出力され、スタック電圧が外部負荷の電圧より高い場合、DCDCコンバータ内のスイッチが常時オフすることでスタック電圧が降圧されて外部負荷に出力されるものがある。関連する技術として、特許文献 1 がある。

30

【0003】

しかしながら、上記燃料電池システムでは、燃料電池システムのシャットダウン時、スタック電圧が比較的高くなってしまうと、燃料電池からDCDCコンバータを介して外部負荷に意図しない電流が流れるおそれがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0004】

【文献】特開 2019 - 125437 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の一側面に係る目的は、燃料電池システムのシャットダウン時に燃料電池システムから外部負荷に意図しない電流が流れることを抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る一つの形態である燃料電池システムは、燃料電池と、外部負荷と、ダイオ

50

ードと、前記ダイオードに直列接続されるスイッチと、前記ダイオードと前記スイッチとの接続点と前記燃料電池との間に接続されるインダクタと、前記ダイオード及び前記スイッチに並列接続されるコンデンサとを備え、前記燃料電池のスタック電圧が前記外部負荷の電圧より低い場合、前記スイッチが繰り返しオン、オフすることで前記スタック電圧を昇圧して前記外部負荷に出力し、前記スタック電圧が前記外部負荷の電圧より高い場合、前記スイッチを常時オフすることで前記スタック電圧を降圧して前記外部負荷に出力するＤＣＤＣコンバータと、前記コンデンサに接続される蓄電装置と、前記コンデンサと前記蓄電装置との間に接続されるリレーと、前記コンデンサと前記リレーとの間に接続される内部負荷と、前記内部負荷の駆動を制御することで前記燃料電池を発電させる制御部とを備える。

10

【０００７】

前記制御部は、当該燃料電池システムのシャットダウン要求が入力されると、前記リレーを導通させた状態で前記スタック電圧が所定スタック電圧より小さくなるまで前記スタック電圧を制御するための電圧指令値を徐々に低下させるとともに前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを遮断させた状態で前記内部負荷の電圧が所定電圧より小さくなるまで前記内部負荷を駆動させる。

【０００８】

これにより、内部負荷の電圧より先にスタック電圧を低下させることができるため、スタック電圧が内部負荷の電圧より大きくなることを抑えることができ、燃料電池システムのシャットダウン時に燃料電池システムからＤＣＤＣコンバータを介して外部負荷に意図しない電流が流れることを抑制することができる。

20

【０００９】

また、前記内部負荷を、前記燃料電池から排出されるアノードガスを前記燃料電池に再度供給する循環ポンプとしてもよい。

【００１０】

これにより、スタック電圧及び内部負荷の電圧を低下させる処理と並行して燃料電池の掃気処理を同時に行うことができるため、スタック電圧及び内部負荷の電圧を低下させる処理と掃気処理とを順次行う場合に比べて、燃料電池システムのシャットダウンにかかる時間を短縮することができる。

【００１１】

30

また、前記制御部は、前記シャットダウン要求が入力されると、前記リレーを導通させた状態で前記電圧指令値が所定電圧指令値より小さくなるまで前記電圧指令値を徐々に低下させるとともに前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを導通させた状態で前記スタック電圧が前記所定スタック電圧より小さくなるまで前記内部負荷を駆動させた後、前記リレーを遮断させた状態で前記内部負荷の電圧が前記所定電圧より小さくなるまで前記内部負荷を駆動させるように構成してもよい。

【００１２】

また、当該燃料電池システムは、車両に搭載され、前記車両がキーオフすると、または、当該燃料電池システムにエラーが発生すると、または、前記車両の非常停止ボタンが押されると、または、前記車両側の制御システムが自動的に停止すると、前記シャットダウン要求が前記制御部に入力されるように構成してもよい。

40

【発明の効果】

【００１３】

本発明によれば、燃料電池システムのシャットダウン時に燃料電池システムから外部負荷に意図しない電流が流れることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】実施形態の燃料電池システムの一例を示す図である。

【図２】電圧変換部の一例を示す図である。

【図３】発電停止時の制御部の動作の一例を示すフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 5 】**

以下図面に基づいて実施形態について詳細を説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、実施形態の燃料電池車両の一例を示す図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示す燃料電池システム 1 は、車両 V e に搭載され、外部負荷 L o などに電力を供給する。なお、車両 V e は、フォークリフトなどの産業車両や自動車などとする。また、外部負荷 L o は、走行用モータを駆動するインバータなどとする。

【 0 0 1 8 】

また、燃料電池システム 1 は、燃料電池 F C と、水素タンク H T と、水素タンク弁 H T V と、インジェクタ I N J と、気液分離機 G L S と、循環ポンプ H P と、排気排水弁 E D V と、希釈器 D I L と、エアコンプレッサ A C P と、エア調圧弁 A R V と、エアシャット弁 A S V とを備える。

【 0 0 1 9 】

また、燃料電池システム 1 は、さらに、ラジエタ R と、ファン F と、ウォータポンプ W P と、インタークーラ I C と、D C D C コンバータ C N V と、蓄電装置 B と、リレー R e と、電流センサ S i f と、電圧センサ S v f と、電流センサ S i b と、電圧センサ S v b と、記憶部 2 と、制御部 3 とを備える。

【 0 0 2 0 】

燃料電池 F C は、互いに直列接続される複数の燃料電池セルにより構成される燃料電池であり、アノードガス（水素ガスなど）に含まれる水素とカソードガス（空気など）に含まれる酸素との電気化学反応により電気を発生させる。

【 0 0 2 1 】

水素タンク H T は、アノードガスの貯蔵容器である。水素タンク H T に貯蔵されたアノードガスは水素タンク弁 H T V 及びインジェクタ I N J を介して燃料電池 F C に供給される。

【 0 0 2 2 】

水素タンク弁 H T V は、燃料電池 F C に供給されるアノードガスを減圧する。

【 0 0 2 3 】

インジェクタ I N J は、燃料電池 F C に供給されるアノードガスの流量を調整する。

【 0 0 2 4 】

気液分離機 G L S は、燃料電池 F C から排出されるアノードガスと液水とを分離する。

【 0 0 2 5 】

循環ポンプ H P は、気液分離機 G L S により分離されたアノードガスを燃料電池 F C に再度供給する。

【 0 0 2 6 】

排気排水弁 E D V は、気液分離機 G L S により分離された液水を希釈器 D I L に送る。希釈器 D I L に送られた液水は、希釈器 D I L 内のタンクに溜まる。また、燃料電池 F C から排出されたアノードガスとカソードガスは希釈器 D I L で合流し、燃料電池システム 1 の外部に排出される。

【 0 0 2 7 】

エアコンプレッサ A C P は、燃料電池システム 1 の周囲に存在するカソードガスを圧縮しインタークーラ I C 及びエアシャット弁 A S V を介して燃料電池 F C に供給する。なお、エアコンプレッサ A C P の圧縮率は、燃料電池 F C の下流に設けられるエア調圧弁 A R V の開度を調節することで制御される。

【 0 0 2 8 】

インタークーラ I C は、圧縮により高温になったカソードガスをインタークーラ I C に流れる冷却水などの冷媒と熱交換させる。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

エアシャット弁 A S V は、燃料電池 F C に供給されるカソードガスを遮断する。なお、車両 V e のイグニッションキーがオンしているとき、エアシャット弁 A S V は常に全開になっているものとする。

【 0 0 3 0 】

エア調圧弁 A R V は、燃料電池 F C に供給されるカソードガスの圧力や流量を調整する。

【 0 0 3 1 】

ラジエタ R は、燃料電池 F C の発熱により温められた冷媒を外気と熱交換させる。

【 0 0 3 2 】

ファン F は、ラジエタ R の放熱量を上昇させる。

【 0 0 3 3 】

ウォータポンプ W P は、ラジエタ R により冷却された冷媒をインタークーラ I C を介して燃料電池 F C に供給する。

【 0 0 3 4 】

D C D C コンバータ C N V は、燃料電池 F C の後段に接続され、燃料電池 F C から出力される電圧 V f を所定の電圧に変換する。D C D C コンバータ C N V から出力される電力は、外部負荷 L o、循環ポンプ H P などの内部負荷（補機）、及び蓄電装置 B に供給される。例えば、D C D C コンバータ C N V は、燃料電池 F C の電圧を 4 8 [V] に変換する。D C D C コンバータ C N V から出力される電力の一部は、4 8 [V] 系の内部負荷である循環ポンプ H P、エアコンプレッサ A C P、及びウォータポンプ W P に供給される。また、D C D C コンバータ C N V により 4 8 [V] に変換された電圧は、他の D C D C コンバータ（不図示）により 1 2 [V] の電圧に変換される。他の D C D C コンバータから出力される電力は、1 2 [V] 系の内部負荷であるファン F、エアシャット弁 A S V、及びエア調圧弁 A R V に供給される。

【 0 0 3 5 】

ここで、図 2 は、D C D C コンバータ C N V の一例を示す図である。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示す D C D C コンバータ C N V は、ハイサイドのスイッチ S W H と、スイッチ S W H に並列接続されるダイオード D H と、スイッチ S W H に直列接続されるローサイドのスイッチ S W L と、スイッチ S W L に並列接続されるダイオード D L と、スイッチ S W H、S W L の接続点と燃料電池 F C との間に接続されるインダクタ L と、スイッチ S W H、S W L に並列接続されるコンデンサ C とを備える。例えば、スイッチ S W H、S W L がそれぞれ M O S F E T（Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor）により構成される場合、ダイオード D H、D L はスイッチ S W H、S W L の寄生ダイオードとする。

【 0 0 3 7 】

制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時（燃料電池 F C の発電制御時）、燃料電池 F C のスタック電圧 V s が外部負荷 L o より低い場合、スイッチ S W H とスイッチ S W L とを交互にオン、オフさせることで、燃料電池 F C のスタック電圧 V s を昇圧させて外部負荷 L o に出力する。また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時、燃料電池 F C のスタック電圧 V s が外部負荷 L o より高い場合、スイッチ S W H とスイッチ S W L とを常時オフさせることで、燃料電池 F C のスタック電圧 V s を降圧させて外部負荷 L o に出力する。あるいは、スイッチ S W H をオンにし、ダイオード D H とスイッチ S W H が並列に接続された状態で外部負荷 L o に出力してもよい。

【 0 0 3 8 】

なお、スイッチ S W H を省略してもよい。このようにスイッチ S W H を省略する場合、ダイオード D H のアノード端子はインダクタ L とスイッチ S W L との接続点に接続され、ダイオード D H のカソード端子はコンデンサ C の一方端に接続される。また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時、燃料電池 F C のスタック電圧 V s が外部負荷 L o より低い場合、スイッチ S W L を繰り返しオン、オフさせることで、燃料電池 F C のスタック電圧 V s を昇圧させて外部負荷 L o に出力する。また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の

10

20

30

40

50

稼働時、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s が外部負荷 L_o より高い場合、スイッチ S W L を常時オフさせることで、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s を降圧させて外部負荷 L_o に出力する。

【 0 0 3 9 】

また、図 1 に示す蓄電装置 B は、リチウムイオンキャパシタなどにより構成され、D C D C コンバータ C N V と外部負荷 L_o との間に接続されている。D C D C コンバータ C N V から出力される電力と、48 [V] 系の内部負荷及び 12 [V] 系の内部負荷にそれぞれ供給される電力の合計値との差に相当する供給電力が、燃料電池システム 1 の外部（例えば、車両 V e に搭載される走行制御部 4）から要求される要求電力より大きい場合、その供給電力のうち、要求電力分の電力が外部負荷 L_o に供給されるとともに、残りの電力が蓄電装置 B に供給される。D C D C コンバータ C N V から蓄電装置 B に電力が供給されると、蓄電装置 B が充電され蓄電装置 B の状態変数 S が増加する。また、D C D C コンバータ C N V から出力される電力と、48 [V] 系の内部負荷及び 12 [V] 系の内部負荷にそれぞれ供給される電力の合計値との差に相当する供給電力が、燃料電池システム 1 の外部から要求される要求電力より小さい場合、その供給電力が外部負荷 L_o に供給されるとともに、足りない分の電力が蓄電装置 B から外部負荷 L_o に供給される。蓄電装置 B から外部負荷 L_o に電力が供給されると、蓄電装置 B が放電され蓄電装置 B の状態変数 S が減少する。なお、状態変数 S とは、蓄電装置 B の充電率 [%]（蓄電装置 B の満充電容量に対する残容量の割合）、または、蓄電装置 B に電流が流れていないときの蓄電装置 B の開回路電圧 [V]、または、蓄電装置 B に電流が流れているときの蓄電装置 B の閉回路電圧 [V]、または、蓄電装置 B に流れる電流の積算値 [A h] などとする。

【 0 0 4 0 】

リレー R e は、電磁式リレーなどにより構成される。リレー R e の一方端子は、電圧センサ S v f、電流センサ S i b、循環ポンプ H P などの内部負荷、及び外部負荷 L_o を介して D C D C コンバータ C N V の出力端子（コンデンサ C）に接続され、リレー R e の他方端子は、蓄電装置 B に接続されている。すなわち、コンデンサ C に蓄電装置 B が接続され、コンデンサ C と蓄電装置 B との間にリレー R e が接続され、コンデンサ C とリレー R e との間に外部負荷 L_o や内部負荷が接続されている。制御部 3 の指示によりリレー R e が接続すると、電圧センサ S v f、電流センサ S i b、内部負荷、外部負荷 L_o 、及び D C D C コンバータ C N V と、蓄電装置 B とが電氣的に接続される。一方、制御部 3 の指示によりリレー R e が遮断すると、電圧センサ S v f、電流センサ S i b、内部負荷、外部負荷 L_o 、及び D C D C コンバータ C N V と、蓄電装置 B とが電氣的に遮断される。

【 0 0 4 1 】

電流センサ S i f は、シャント抵抗やホール素子などにより構成され、燃料電池 F C から D C D C コンバータ C N V に流れる電流 I_f を検出し、その検出した電流 I_f を制御部 3 に送る。

【 0 0 4 2 】

電圧センサ S v f は、分圧抵抗などにより構成され、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s を検出し、その検出したスタック電圧 V_s を制御部 3 に送る。

【 0 0 4 3 】

電流センサ S i b は、シャント抵抗やホール素子などにより構成され、リレー R e が接続されているとき、D C D C コンバータ C N V から蓄電装置 B に流れる電流 I_b または蓄電装置 B から外部負荷 L_o に流れる電流 I_b を検出し、その検出した電流 I_b を制御部 3 に送る。

【 0 0 4 4 】

電圧センサ S v b は、分圧抵抗などにより構成され、リレー R e と蓄電装置 B とが直列接続された状態での蓄電装置 B の電圧 V_b を検出し、その検出した電圧 V_b を制御部 3 に送る。すなわち、リレー R e が接続された場合は蓄電装置 B の電圧を監視し、リレー R e が遮断された場合は、48 V 系における残留電荷（例えば、内部負荷に残留する電荷）に起因する電圧を測定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

記憶部 2 は、R A M (Random Access Memory) や R O M (Read Only Memory) などにより構成される。

【 0 0 4 6 】

制御部 3 は、マイクロコンピュータなどにより構成される。

【 0 0 4 7 】

また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時、蓄電装置 B の状態変数 S に応じて目標発電電力 P_t を段階的に変化させる。

【 0 0 4 8 】

また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時、燃料電池 F C の発電電力が目標発電電力 P_t に追従するように、48 [V] 系の内部負荷や 12 [V] 系の内部負荷の動作を制御する。例えば、制御部 3 は、燃料電池システム 1 の稼働時、P I (Proportional-Integral) 制御により、燃料電池 F C の発電電力と目標発電電力 P_t との差がゼロになるように、48 [V] 系の内部負荷や 12 [V] 系の内部負荷の動作を制御する。

【 0 0 4 9 】

また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 のシャットダウン要求が入力されると、燃料電池システム 1 から外部負荷 L o に電力が供給されないように燃料電池 F C の発電を停止させるとともにリレー R e を遮断させる。

【 0 0 5 0 】

また、制御部 3 は、燃料電池システム 1 のシャットダウン要求が入力されると、燃料電池 F C の劣化を抑制するために燃料電池 F C のスタック電圧 V_s を低下させる。

【 0 0 5 1 】

仮に、燃料電池システム 1 のシャットダウン時において、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s が内部負荷の電圧より大きくなると、燃料電池 F C 内の残留ガスの反応により燃料電池 F C から D C D C コンバータ C N V のインダクタ L 及びダイオード D H を介して外部負荷 L o に意図しない電流が流れてしまう。

【 0 0 5 2 】

そこで、実施形態の制御部 3 では、燃料電池システム 1 のシャットダウン要求が入力されると、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s を内部負荷の電圧 (48 [V] 系の内部負荷や 12 [V] 系の内部負荷の電圧) より先に低下させる。

【 0 0 5 3 】

これにより、燃料電池システム 1 のシャットダウン時、燃料電池 F C のスタック電圧 V_s が内部負荷の電圧より大きくなることを抑制することができるため、燃料電池システム 1 から外部負荷 L o に意図しない電流が流れることを抑制することができる。

【 0 0 5 4 】

ここで、図 3 は、燃料電池システム 1 のシャットダウン時の制御部 3 の動作の一例を示すフローチャートである。なお、所定電圧指令値 V_{s*th} > 所定スタック電圧 V_{sth} 所定電圧 V_{bth} とする。また、リレー R e は導通しているものとする。

【 0 0 5 5 】

まず、制御部 3 は、燃料電池システム 1 のシャットダウン要求が入力されると (ステップ S 1 1 : Y e s) 、スタック電圧 V_s を記憶部 2 に格納するとともに、電圧指令値 V_{s*} を漸減 (徐々に低下) させるとともに、循環ポンプ H P を駆動させることで燃料電池 F C 内の掃気処理を行う (ステップ S 1 2) 。例えば、車両 V e がキーオフすると、または、燃料電池システム 1 にエラーが発生すると、または、車両 V e の非常停止ボタンが押されると、または、車両 V e 側の制御システムが自動的に停止すると、シャットダウン要求が制御部 3 に入力されるものとする。なお、車両 V e の状態がアイドル状態になってから所定時間経過すると、車両 V e 側の制御システムが自動的に停止するものとする。また、制御部 3 は、スタック電圧 V_s が電圧指令値 V_{s*} に追従するように 48 V 系の内部負荷や 12 V 系の内部負荷の動作を制御する。そのため、ステップ S 1 2 が繰り返し実行されると、電圧指令値 V_{s*} が徐々に低下するため、スタック電圧 V_s も徐々に低下する。ま

10

20

30

40

50

た、ステップ S 1 2 では、掃気処理が行われるため、燃料電池 F C に溜まった液水が燃料電池 F C の外部に排出される。

【 0 0 5 6 】

次に、制御部 3 は、電圧指令値 V_{s*} が所定電圧指令値 V_{s*th} 以上である場合（ステップ S 1 3 : N o）、ステップ S 1 2 の処理を繰り返し実行し、電圧指令値 V_{s*} が所定電圧指令値 V_{s*th} より小さくなると（ステップ S 1 3 : Y e s）、電圧指令値 V_{s*} を所定電圧指令値 V_{s*th} に維持するとともに、循環ポンプ H P を駆動させることで燃料電池 F C 内の掃気処理を行う（ステップ S 1 4）。循環ポンプ H P が駆動することにより、燃料電池 F C の発電電力や蓄電装置 B の電力が消費されるため、スタック電圧 V_s や蓄電装置 B の電圧 V_b が低下する。そのため、ステップ S 1 4 が繰り返し実行されると、スタック電圧 V_s や蓄電装置 B の電圧 V_b が徐々に低下する。また、ステップ S 1 4 では、掃気処理が行われるため、燃料電池 F C に溜まった液水が燃料電池 F C の外部に排出される。

10

【 0 0 5 7 】

次に、制御部 3 は、スタック電圧 V_s が所定スタック電圧 V_{sth} 以上である場合（ステップ S 1 5 : N o）、ステップ S 1 4 の処理を繰り返し実行し、スタック電圧 V_s が所定スタック電圧 V_{sth} より小さくなると（ステップ S 1 5 : Y e s）、リレー R e を遮断するとともに、循環ポンプ H P を駆動させることで燃料電池 F C 内の掃気処理を行う（ステップ S 1 6）。リレー R e が遮断された状態で、循環ポンプ H P が駆動すると、48 V 系の残留電荷（48 [V] 系の内部負荷に残留する電荷）のみが消費されるため、電圧センサ S v b が検出する電圧 V_b 、すなわち 48 V 系の電圧（48 [V] 系の内部負荷の電圧）が低下する。そのため、ステップ S 1 6 が繰り返し実行されると、48 V 系の電圧（48 [V] 系の内部負荷の電圧）が徐々に低下する。また、ステップ S 1 6 では、掃気処理が行われるため、燃料電池 F C に溜まった液水が燃料電池 F C の外部に排出される。

20

【 0 0 5 8 】

そして、制御部 3 は、電圧センサ S v b が検出する電圧 V_b が所定電圧 V_{bth} 以上である場合（ステップ S 1 7 : N o）、ステップ S 1 6 の処理を繰り返し実行し、電圧 V_b が所定電圧 V_{bth} より小さくなると（ステップ S 1 7 : Y e s）、燃料電池システム 1 のシャットダウン処理を終了する。

【 0 0 5 9 】

このように、実施形態の燃料電池システム 1 では、燃料電池システム 1 のシャットダウン要求が入力されると、リレー R e を導通させた状態で電圧指令値 V_{s*} が所定電圧指令値 V_{s*th} より小さくなるまで電圧指令値 V_{s*} を徐々に低下させるとともに循環ポンプ H P を駆動させる。その後、燃料電池システム 1 は、リレー R e を導通させた状態でスタック電圧 V_s が所定スタック電圧 V_{sth} より小さくなるまで循環ポンプ H P を駆動させた後、リレー R e を遮断させた状態で電圧センサ S v b が検出する電圧 V_b （内部負荷の電圧）が所定電圧 V_{bth} より小さくなるまで循環ポンプ H P を駆動させる。これにより、燃料電池システム 1 のシャットダウン時、内部負荷の電圧より先にスタック電圧 V_s を低下させることができるため、スタック電圧 V_s が内部負荷の電圧より大きくなることを抑制することができ、燃料電池システム 1 から D C D C コンバータ C N V を介して外部負荷 L o に意図しない電流が流れることを抑制することができる。

30

40

【 0 0 6 0 】

また、実施形態の燃料電池システム 1 では、燃料電池システム 1 のシャットダウン時、スタック電圧 V_s や内部負荷の電圧を低下させる処理と、燃料電池 F C の掃気処理とを並行して実行する構成であるため、スタック電圧 V_s や内部負荷の電圧を低下させる処理と、燃料電池 F C の掃気処理とを直列に順次実行する場合に比べて、燃料電池システム 1 のシャットダウンにかかる時間を短縮することができる。

【 0 0 6 1 】

なお、本発明は、以上の実施の形態に限定されるものでなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変更が可能である。

50

【 0 0 6 2 】

< 変形例 1 >

図 3 に示すフローチャートにおいて、ステップ S 1 3、S 1 4 を省略してもよい。すなわち、制御部 3 は、燃料電池システム 1 のシャットダウン時、リレー R e を導通させた状態で燃料電池 F C のスタック電圧 V s が所定スタック電圧 V s t h より小さくなるまで電圧指令値 V s * を漸減（徐々に低下）させるとともに循環ポンプ H P を駆動させた後、リレー R e を遮断させた状態で電圧センサ S v b が検出する電圧 V b（内部負荷の電圧）が所定電圧 V b t h より小さくなるまで循環ポンプ H P を駆動させるように構成してもよい。

【 0 0 6 3 】

このように構成しても、燃料電池システム 1 のシャットダウン時、内部負荷の電圧より先にスタック電圧 V s を低下させることができるため、スタック電圧 V s が内部負荷の電圧より大きくなることを抑制することができ、燃料電池システム 1 から D C D C コンバータ C N V を介して外部負荷 L o に意図しない電流が流れることを抑制することができる。

10

【 0 0 6 4 】

< 変形例 2 >

上記実施形態では、残留電荷を抜くための内部負荷として、循環ポンプ H P が用いられているが、残留電荷を抜くための内部負荷として循環ポンプ H P 以外の内部負荷（例えば、エアコンプレッサ A C P またはウォーターポンプ W P など）を用いてもよい。

【 0 0 6 5 】

< 変形例 3 >

上記実施形態の燃料電池システム 1 は、車両 V e に搭載される外部負荷 L o に電力を供給する発電機として構成しているが、燃料電池システム 1 を、商用電源と協働して燃料電池システム 1 の外部に設けられる負荷に電力を供給する定置発電機として構成してもよい。その場合、制御部が負荷の要求電力量を監視し、要求電力量が所定電力閾値以上、かつ所定時間以上継続場合に、高負荷状態であると判断するのが好ましい。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 6 6 】

1 燃料電池システム

2 記憶部

3 制御部

4 走行制御部

V e 車両

L o 外部負荷

F C 燃料電池

H T 水素タンク

H T V 水素タンク弁

I N J インジェクタ

G L S 気液分離機

H P 循環ポンプ

E D V 排気排水弁

D I L 希釈器

A C P エアコンプレッサ

A R V エア調圧弁

A S V エアシャット弁

R ラジエタ

F ファン

W P ウォータポンプ

I C インタークーラ

C N V D C D C コンバータ

B 蓄電装置

30

40

50

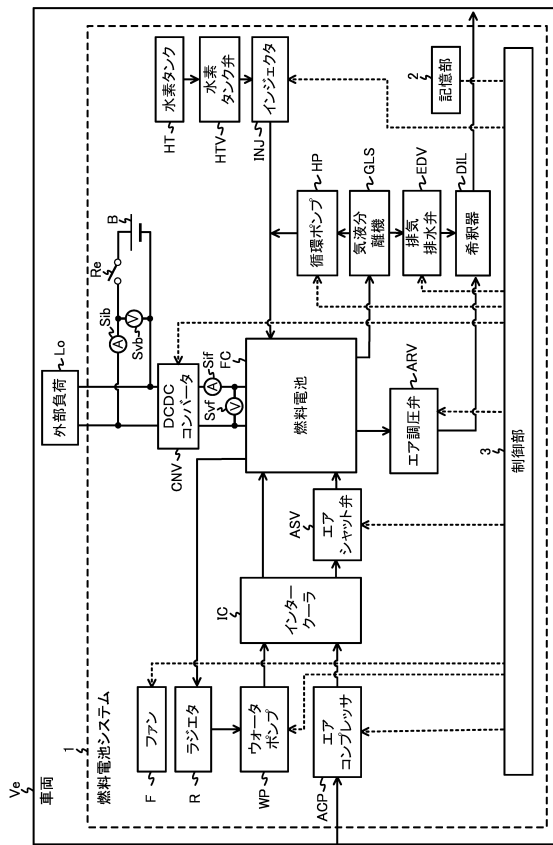
R e リレー

S i f、S i b 電流センサ

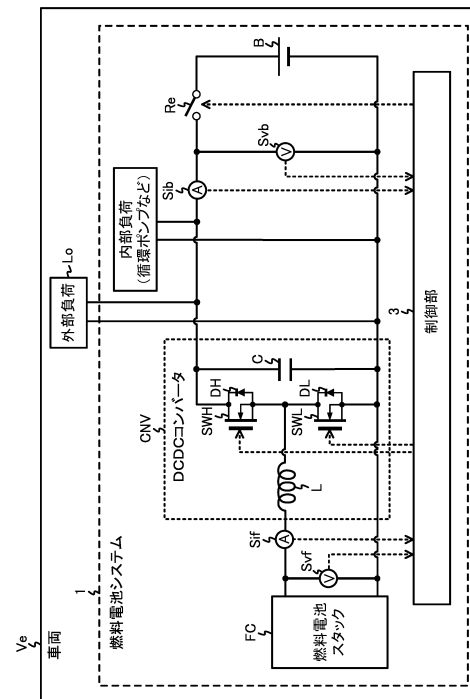
S v f、S v b 電圧センサ

【図面】

【 図 1 】



【圖 2】



10

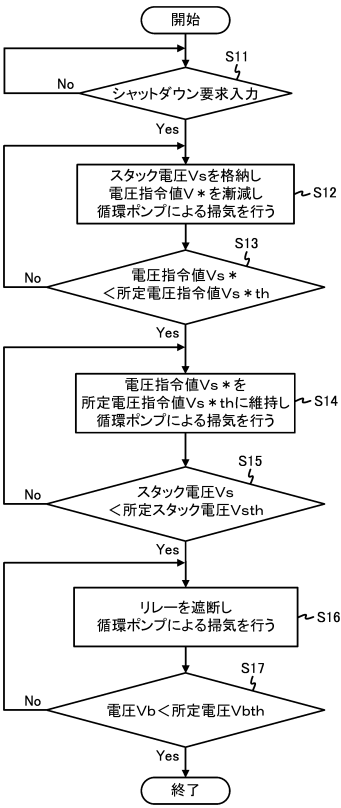
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04664(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/04664
<i>H 0 1 M</i>	<i>8/04858(2016.01)</i>	H 0 1 M	8/04858

審査官 藤森 一真

(56)参考文献	特開 2 0 1 1 - 0 9 0 8 2 3 (J P , A)
	特開 2 0 1 0 - 2 7 2 4 4 9 (J P , A)
	特開 2 0 1 9 - 1 2 5 4 3 7 (J P , A)
	特開 2 0 1 9 - 0 9 1 6 0 2 (J P , A)
	中国特許出願公開第 1 1 1 3 3 2 1 2 4 (C N , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)	
	B 6 0 L 5 0 / 7 0 - 5 0 / 7 5
	B 6 0 L 5 8 / 3 0 - 5 8 / 4 0
	H 0 1 M 8 / 0 4 - 8 / 0 6 6 8