

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6891963号  
(P6891963)

(45) 発行日 令和3年6月18日(2021.6.18)

(24) 登録日 令和3年5月31日(2021.5.31)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>B60L 58/40 (2019.01)</b>	B60L 58/40	
<b>B60L 50/60 (2019.01)</b>	B60L 50/60	
<b>B60L 50/75 (2019.01)</b>	B60L 50/75	
<b>B60L 58/10 (2019.01)</b>	B60L 58/10	
<b>HO1M 8/00 (2016.01)</b>	HO1M 8/00	A
請求項の数 18 (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2019-536370 (P2019-536370)  
 (86) (22) 出願日 平成29年8月14日 (2017.8.14)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/029316  
 (87) 国際公開番号 W02019/035169  
 (87) 国際公開日 平成31年2月21日 (2019.2.21)  
 審査請求日 令和2年2月10日 (2020.2.10)

(73) 特許権者 000003997  
 日産自動車株式会社  
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地  
 (74) 代理人 110002468  
 特許業務法人後藤特許事務所  
 (72) 発明者 田中 孝一  
 神奈川県厚木市森の里青山1-1 日産自動車株式会社 知的財産部内  
 審査官 大内 俊彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電源システム及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蓄電装置と、  
 前記蓄電装置に接続され、前記蓄電装置よりも出力電力が低い燃料電池と、  
 前記燃料電池の電圧相当の範囲で動作する燃料電池の補機と、  
 前記燃料電池と前記蓄電装置との間の第一経路に介装される電圧変換装置と、  
 前記電圧変換装置と前記蓄電装置とに接続され、前記燃料電池及び前記蓄電装置のうち少なくとも一方の電力を前記補機に供給する補機給電装置と、  
 前記燃料電池と前記補機との間において前記第一経路と異なる第二経路に介装され、前記補機に電力を供給可能なスイッチと、  
 を含む電源システム。

【請求項2】

請求項1に記載の電源システムであって、  
 前記燃料電池の発電状態を検出するセンサと、  
 前記センサを用いて前記スイッチの状態を制御するコントローラと、を備え、  
 前記コントローラは、前記センサから出力される検出信号に応じて、前記スイッチにより前記燃料電池と前記補機との間を接続又は遮断する、  
 電源システム。

【請求項3】

請求項2に記載の電源システムであって、

前記センサは、前記発電状態として前記燃料電池の電圧又は電流を検出し、  
前記コントローラは、前記センサにより検出される電圧又は電流に基づいて、前記燃料電池の出力電力が前記補機の要求電力を超える場合に前記燃料電池と前記補機との間を接続する、  
電源システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の電源システムであって、  
前記コントローラは、前記燃料電池の出力電力が前記補機の要求電力を超えない場合には、前記燃料電池と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

10

【請求項 5】

請求項 2 に記載の電源システムであって、  
前記センサは、前記発電状態として前記燃料電池の温度を検出し、  
前記コントローラは、前記センサにより検出される温度が所定の閾値以上である場合には、前記燃料電池と前記補機との間を接続する、  
電源システム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の電源システムであって、  
前記コントローラは、前記センサにより検出される温度が所定の閾値未満である場合には、前記燃料電池と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

20

【請求項 7】

請求項 2 に記載の電源システムであって、  
前記センサは、前記発電状態として前記燃料電池の電流及び電圧を検出し、  
前記コントローラは、前記燃料電池の発電状態に基づいて前記燃料電池の I V 特性を求め、当該 I V 特性が所定の基準特性よりも良好であるか否かを判断し、前記良好であると判断した場合には、前記燃料電池と前記補機との間を接続する、  
電源システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の電源システムであって、  
前記コントローラは、前記 I V 特性が前記基準特性よりも良好でないとは判断した場合には、前記燃料電池と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

30

【請求項 9】

請求項 2 に記載の電源システムであって、  
前記センサは、前記発電状態として前記燃料電池の電圧を検出し、  
前記コントローラは、前記補機が動作する電圧の前記範囲内に、前記センサにより検出される電圧がある場合には、前記燃料電池と前記補機との間を接続する、  
電源システム。

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の電源システムであって、  
前記燃料電池は、燃料の供給を受けて発電する固体酸化型の燃料電池を含み、  
前記燃料電池の上限電圧は、60V 未満である、  
電源システム。

40

【請求項 11】

請求項 2 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の電源システムであって、  
前記コントローラは、前記燃料電池と前記補機との間を接続した場合には、前記燃料電池から出力される電力が一定となるように前記電圧変換装置の出力を下げる、  
電源システム。

【請求項 12】

50

請求項 2 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の電源システムであって、  
前記補機の作動状態を検出する補機センサをさらに含み、  
前記コントローラは、前記補機センサから出力される検出信号に応じて、前記燃料電池  
と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の電源システムであって、  
前記補機センサは、前記作動状態として前記補機の温度を検出し、  
前記コントローラは、前記補機センサにより検出される温度に基づいて前記補機の負荷  
が過剰であるか否かを判断し、前記負荷が過剰であると判断した場合には、前記燃料電池  
と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

10

【請求項 14】

請求項 12 又は請求項 13 に記載の電源システムであって、  
前記補機センサは、前記作動状態として前記補機に供給される電流を検出し、  
前記コントローラは、前記補機センサにより検出される電流に基づいて前記補機の負荷  
が過剰であるか否かを判断し、前記負荷が過剰であると判断した場合には、前記燃料電池  
と前記補機との間を遮断する、  
電源システム。

【請求項 15】

20

請求項 12 から請求項 14 までのいずれか 1 項に記載の電源システムであって、  
前記補機は、前記燃料電池に対して発電に必要となるガスを供給するアクチュエータを  
含み、  
前記補機センサは、前記アクチュエータを駆動するモータの作動状態を検出する、  
電源システム。

【請求項 16】

請求項 2 から請求項 9 までのいずれか 1 項に記載の電源システムであって、  
前記蓄電装置は、前記燃料電池の電圧よりも高い電圧を出力する高電圧バッテリーと、前  
記高電圧バッテリーの電圧よりも低い電圧を出力する低電圧バッテリーと、を含み、  
前記高電圧バッテリーは、車両を駆動するモータに接続され、前記低電圧バッテリーは、前  
記補機給電装置に接続される、  
電源システム。

30

【請求項 17】

請求項 16 に記載の電源システムであって、  
前記コントローラは、前記補機給電装置が故障状態であるか否かを判断し、前記故障状  
態であると判断した場合には、前記燃料電池と前記補機との間を接続する、  
電源システム。

【請求項 18】

蓄電装置と、前記蓄電装置に接続され前記蓄電装置よりも出力電力が低い燃料電池の電  
圧相当の範囲で動作する燃料電池の補機と、前記燃料電池と前記蓄電装置との間に介装さ  
れる電圧変換装置と、前記電圧変換装置と前記蓄電装置との間の電圧を変換して当該電圧  
を前記補機に供給する補機給電装置と、を備える電源システムの制御方法であって、  
前記補機給電装置から前記補機に供給される電力を、前記燃料電池と前記補機との間を  
接続して前記燃料電池から出力される電力に切り替える電源システムの制御方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、蓄電装置を用いて燃料電池の補機に電力を供給する電源システム及びその  
制御方法に関する。

【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

WO2014/013606Aには、燃料電池に付属する補機への給電装置として、二次電池の電圧を変換して補機に電力を供給する第1コンバータと燃料電池の電圧を昇圧して補機に電力を供給する第2コンバータとを備えるシステムが開示されている。

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 0 3 】

上述のようなシステムにおいては、燃料電池の起動時に第1コンバータを介して補機に電力が供給され、起動後は第2コンバータを介して補機に電力が供給される。このため、補機に電力が供給される際には、第1コンバータや第2コンバータでの電圧変換に伴い電力損失が生じる。この電力損失により燃料電池の燃料が無駄に消費されることになるため、車両における燃費が低下してしまうという問題があった。

10

## 【 0 0 0 4 】

本発明は、このような問題点に着目してなされたものであり、その目的は、燃料電池の起動を確保しつつ車両における燃費の低下を抑制する電源システム及びその制御方法を提供することにある。

## 【 0 0 0 5 】

本発明のある態様によれば、電源システムは、蓄電装置と、前記蓄電装置に接続される燃料電池と、前記燃料電池の出力電圧相当の範囲で動作する燃料電池の補機と、前記燃料電池と前記蓄電装置との間の第1経路に介装される電圧変換装置とを含む。さらに電源システムは、前記電圧変換装置と前記蓄電装置との間に介装されて前記燃料電池及び前記蓄電装置のうち少なくとも一方の電力を前記補機に供給する補機給電装置と、前記燃料電池と前記補機との間において前記第1経路とは異なる第2経路に介装され、前記補機に電力を供給可能なスイッチとを含む。

20

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 6 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第 1 実施形態における車両システムの構成例を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、車両システムの制御方法に関する処理手順例を示すフローチャートである。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の第 2 実施形態における車両システムの構成例を示す図である。

【 図 4 A 】 図 4 A は、燃料電池の起動を開始した場合にバッテリーからコンバータを介して燃料電池の補機に電力が供給される第 1 補機給電状態を示す図である。

30

【 図 4 B 】 図 4 B は、燃料電池の発電を開始した場合にコンバータを介して燃料電池及びバッテリーの双方から補機に電力が供給される第 2 補機給電状態を示す図である。

【 図 4 C 】 図 4 C は、燃料電池の温度上昇に伴いコンバータを介して燃料電池から補機に電力が供給される第 3 補機給電状態を示す図である。

【 図 4 D 】 図 4 D は、燃料電池が定格運転可能な状態になった場合に燃料電池の電力が補機及び他の装置に分配される第 4 補機給電状態を示す図である。

【 図 4 E 】 図 4 E は、燃料電池の電圧が補機の動作電圧範囲内にある場合に燃料電池の出力電力が補機に直接的に供給されるとともにコンバータを介して他の装置に間接的に供給される第 5 補機給電状態を示す図である。

40

【 図 5 】 図 5 は、車両システムの制御方法に関する処理手順例を示すフローチャートである。

【 図 6 】 図 6 は、燃料電池の出力特性と補機の動作電圧範囲との関係を示す図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の第 3 実施形態における車両システムの構成例を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 7 】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

## 【 0 0 0 8 】

( 第 1 実施形態 )

図 1 は、本発明の第 1 実施形態における車両システム 100 の構成の一例を示す構成図

50

である。

【0009】

車両システム100は、車両に搭載される補機及び蓄電装置に電力を供給する電源システムである。車両としては、例えば、ハイブリッド車を含む電気自動車や電車などが挙げられる。本実施形態の車両システム100は、直流電力を交流電力に変換するインバータ11を用いて、車両を駆動するモータ12に電力を供給する。

【0010】

車両システム100は、蓄電装置1と、燃料電池2と、電圧変換装置3と、FC補機4と、補機給電装置5と、スイッチ6と、コントローラ7と、インバータ11と、モータ12とを備える。なお、燃料電池2、電圧変換装置3、FC補機4及び補機給電装置5は、燃料電池システムを構成する。

10

【0011】

蓄電装置1は、FC補機4及びモータ12の少なくとも一方に電力を供給する電源である。例えば、蓄電装置1は、数百ボルト(V)の直流電圧により電力を出力する。蓄電装置1は、リチウムイオンバッテリーや鉛バッテリーなどにより実現される。

【0012】

燃料電池2は、第1経路L1を介して蓄電装置1に接続される。さらに燃料電池2は、第1経路L1と異なる第2経路L2を介してFC補機4に接続される。燃料電池2は、燃料ガス及び酸化剤ガスの供給を受けて発電する。燃料電池2は、固体酸化型燃料電池や固体高分子型燃料電池などにより実現される。燃料電池2の出力電圧は、燃料電池2に供給される燃料ガスの流量や、酸化剤ガスの流量、燃料電池2の温度などの運転状態に応じて変化する。

20

【0013】

燃料電池2は、蓄電装置1、FC補機4及びモータ12のうち少なくともひとつに電力を供給可能な電源である。燃料電池2は、複数のセルにより積層されており、蓄電装置1の出力電圧に比して異なる大きさの電圧を出力する。例えば、燃料電池2は、蓄電装置1の出力電圧の値よりも低い数十Vの直流電圧を出力する。この例では、燃料電池2が蓄電装置1の出力を補助するための電源として用いられる。

【0014】

電圧変換装置3は、燃料電池2と蓄電装置1との間の第1経路L1に介装され、燃料電池2から出力される電力の電圧を、当該電圧の値とは異なる電圧値に変換する。例えば、電圧変換装置3は、入力電力の電圧を昇圧又は降圧して出力するDC/DCコンバータにより構成される。

30

【0015】

FC補機4は、燃料電池2の発電に必要な付属機器である。FC補機4としては、例えば、燃料電池2に酸化剤ガス又は燃料ガスを供給するアクチュエータや、燃料電池2に冷媒を導入しその冷媒を燃料電池2の導入口に戻して循環させるアクチュエータなどにより実現される。FC補機4の一例としては、大気からの空気を酸化剤ガスとして燃料電池2に供給するブロア又はコンプレッサが挙げられる。

【0016】

FC補機4は、燃料電池2の出力電圧に相当する電圧値の範囲内で動作する。すなわち、FC補機4は、燃料電池2から出力される電圧値の範囲内で駆動するように設計される。また、FC補機4の定格出力は、燃料電池2の定格出力を考慮して決められる。例えば、燃料電池2の定格出力が小さくなるほど、FC補機4の定格出力は小さな値に定められる。

40

【0017】

補機給電装置5は、電圧変換装置3と蓄電装置1との間に介装される。補機給電装置5は、蓄電装置1及び燃料電池2のうちの少なくとも一方の出力電力をFC補機4に供給する。例えば、補機給電装置5は、電圧変換装置3と蓄電装置1との間の電圧をFC補機4の動作電圧範囲内の値に変換するDC/DCコンバータにより実現される。この例では補

50

機給電装置 5 の動作はコントローラ 7 により制御される。

【 0 0 1 8 】

なお、電圧変換装置 3 と蓄電装置 1 との間の電圧を変換する必要がない場合には、補機給電装置 5 を省略し、電圧変換装置 3 と蓄電装置 1 との間の第 1 経路 L 1 から分岐して F C 補機 4 に直接接続する電源線（ライン）を配設してもよい。この場合には電源線（ライン）を補機給電装置 5 として捉えることができる。

【 0 0 1 9 】

スイッチ 6 は、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間の第 2 経路 L 2 を直接的に接続又は遮断する。スイッチ 6 は、機械式のスイッチにより構成されてもよく、半導体スイッチやダイオードなどの電気デバイスにより構成されてもよい。スイッチ 6 により、補機給電装置 5 から F C 補機 4 への供給電力を燃料電池 2 の出力電力に切り替えることが可能になる。このようにスイッチ 6 は、F C 補機 4 への電力供給装置を補機給電装置 5 又は燃料電池 2 に切り替える。スイッチ 6 の接続状態はコントローラ 7 により制御される。

10

【 0 0 2 0 】

コントローラ 7 は、車両システム 1 0 0 の動作を制御する制御装置である。コントローラ 7 は、電圧変換装置 3、F C 補機 4、補機給電装置 5 及びスイッチ 6 の各々を制御する。コントローラ 7 は、ドライバにより車両の始動キーが O F F から O N へと切り替えられる切替操作を検出すると、燃料電池 2 の起動処理を実行する。

【 0 0 2 1 】

上述の起動処理においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間の接続を遮断するとともに蓄電装置 1 から F C 補機 4 に電力が供給されるよう補機給電装置 5 の動作を制御する。本実施形態におけるコントローラ 7 は、スイッチ 6 の状態を遮断状態に設定するとともに、蓄電装置 1 の出力電圧値を F C 補機 4 の動作電圧値まで降圧する。これにより、F C 補機 4 が駆動するので、燃料電池 2 に酸化剤ガスや燃料ガスの供給が行われたり、燃料電池 2 の暖機が行われたりする。

20

【 0 0 2 2 】

そして燃料電池 2 の電力が F C 補機 4 の駆動に必要な要求電力を上回る場合には、コントローラ 7 は、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間を接続するようにスイッチ 6 の状態を制御する。そしてコントローラ 7 は、補機給電装置 5 から F C 補機 4 への電力供給を停止するよう補機給電装置 5 の動作を制御する。

30

【 0 0 2 3 】

なお、本実施形態では始動キーの切替操作を検出した場合に燃料電池 2 の起動処理を実行する例について説明したが、蓄電装置 1 の蓄電量が所定の閾値よりも低下した場合にコントローラ 7 が燃料電池 2 の起動処理を実行するようにしてもよい。蓄電装置 1 の蓄電量としては例えば S O C (State Of Charge) が用いられる。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、本実施形態のコントローラ 7 による車両システム 1 0 0 の制御方法に関する処理手順例を示すフローチャートである。

【 0 0 2 5 】

ステップ S 1 においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 の起動要求を受け付けたか否か、すなわち燃料電池 2 を起動するか否かを判断する。例えば、車両の始動キーが O N に操作されたことや、蓄電装置 1 の S O C が所定の閾値よりも低下したことなどが検出された場合にコントローラ 7 は、その検出信号を燃料電池 2 の起動要求として受け付ける。

40

【 0 0 2 6 】

ステップ S 2 においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 を起動する場合に、蓄電装置 1 から F C 補機 4 に電力が供給されるよう補機給電装置 5 の動作を制御する。例えば、コントローラ 7 は、蓄電装置 1 の S O C が所定の閾値よりも低下した場合に、蓄電装置 1 の出力電圧を F C 補機 4 が動作可能な電圧範囲内の値に変換する。

【 0 0 2 7 】

ステップ S 3 においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 から電力が取り出されるよう電圧

50

変換装置 3 の動作を制御する。例えば、コントローラ 7 は、燃料電池 2 の温度や起動開始後の経過時間などを計測し、計測した値が燃料電池 2 の発電可能な状態を示す所定の閾値を上回った場合に、燃料電池 2 の出力電圧を変換して蓄電装置 1 に供給する。

【 0 0 2 8 】

あるいは、コントローラ 7 は、燃料電池 2 への燃料ガスや酸化剤ガスの供給量に基づき燃料電池 2 の発電量を求め、その発電量が特定の値を上回った場合に電圧変換装置 3 を介して燃料電池 2 の電力を蓄電装置 1 に充電するようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 4 においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 の運転状態に応じて、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間を接続するようスイッチ 6 の状態を制御する。

10

【 0 0 3 0 】

例えば、コントローラ 7 は、燃料電池 2 の温度や電力、電圧などの検出値又は推定値を取得し、取得した値が特定の閾値を上回るか否かを判断する。特定の閾値は、F C 補機 4 の要求電力を燃料電池 2 の出力電力で賄うことが可能な燃料電池 2 の温度や電力、電圧などの状態を示す。コントローラ 7 は、取得した値が特定の閾値を上回った場合には、スイッチ 6 を遮断状態（非導通状態）から接続状態（導通状態）に切り替える。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 5 においてコントローラ 7 は、燃料電池 2 の停止要求を受け付けたか否か、すなわち燃料電池 2 の発電を停止するか否かを判断する。例えば、車両の始動キーが O F F に操作されたことや、燃料電池 2 の温度が下限温度よりも低下したこと、蓄電装置 1 の S O C が蓄電装置 1 の満充電状態を示す所定の閾値まで上昇したことなどが検出された場合にコントローラ 7 は、その検出信号を燃料電池 2 の停止要求として受け付ける。

20

【 0 0 3 2 】

そして、コントローラ 7 は、燃料電池 2 の発電を停止した後にスイッチ 6 を接続状態から遮断状態に切り替えて、車両システム 1 0 0 の制御方法についての一連の処理手順を終了する。

【 0 0 3 3 】

本発明の第 1 実施形態によれば、車両システム 1 0 0 は、車両に搭載される蓄電装置 1 と、蓄電装置 1 に接続される燃料電池 2 と、燃料電池 2 の出力電圧相当の範囲で動作する F C 補機 4 と、燃料電池 2 と蓄電装置 1 との間の第 1 経路 L 1 に介装される電圧変換装置 3 とを含む。この車両システム 1 0 0 は、電圧変換装置 3 と蓄電装置 1 との間に介装されて燃料電池 2 及び蓄電装置 1 のうち少なくとも一方の電源からの電力を F C 補機 4 に供給する補機給電装置 5 とを含む。そして車両システム 1 0 0 は、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間の第 2 経路 L 2 に介装され、F C 補機 4 に電力を供給可能なスイッチ 6 を含み、燃料電池 2 と F C 補機 4 とを接続して補機給電装置 5 から F C 補機 4 に供給される電力を、燃料電池 2 から出力される電力に切り替える。

30

【 0 0 3 4 】

このように、蓄電装置 1 と電圧変換装置 3 との間に補機給電装置 5 を配置することで、燃料電池 2 の発電状態に関わらず、蓄電装置 1 から F C 補機 4 に電力を供給でき、燃料電池 2 の起動時に F C 補機 4 を確実に作動させることができる。

40

【 0 0 3 5 】

さらに、燃料電池 2 の出力電圧相当で作動する F C 補機 4 を用いることにより、スイッチ 6 を介して燃料電池 2 から F C 補機 4 に電力を直接供給することが可能になる。このため、電圧変換装置 3 を介して F C 補機 4 に電力が供給されるような状況において燃料電池 2 と F C 補機 4 との間を接続することで、電圧変換装置 3 での電圧変換処理に伴う電力損失を低減することができる。

【 0 0 3 6 】

したがって、燃料電池 2 の発電に用いられる燃料ガスが車両システム 1 0 0 の電圧変換処理で消費されるのを抑えられるので、車両における燃費の低下を抑制することができる。

50

## 【 0 0 3 7 】

(第2実施形態)

図3は、本発明の第2実施形態における車両システム101の構成の一例を示す構成図である。

## 【 0 0 3 8 】

車両システム101は、高電圧バッテリー1Aと、SOFC2Aと、FC出力センサ2Bと、FC温度センサ2Cと、FCコンバータ3Aとを含む。さらに車両システム101は、FCブロア4Aと、温度センサ4Bと、補機コンバータ5Aと、給電スイッチ5Bと、スイッチ6と、コントローラ7とを備える。なお、スイッチ6については、図1に示した車両システム100の構成と同一であるため同じ符号を付して説明を省略する。

10

## 【 0 0 3 9 】

高電圧バッテリー1Aは、図1に示した蓄電装置1に対応する。高電圧バッテリー1Aは、SOFC2Aの出力電圧よりも高い電圧を出力する。本実施形態の高電圧バッテリー1Aは、60Vよりも高い直流の電圧を出力する。例えば、高電圧バッテリー1Aは、400V程度の直流電圧を出力する。

## 【 0 0 4 0 】

SOFC2Aは、図1に示した燃料電池2に対応する。SOFC2Aは、固体酸化型の燃料電池である。本実施形態のSOFC2Aは、数十Vの直流電圧を出力する。

## 【 0 0 4 1 】

SOFC2Aの上限電圧は60V未満であることが好ましい。その理由は、直接接触(感電)を防止するための安全規定を考慮すると、SOFC2Aの上限電圧が60V以上である場合は、SOFC2Aの正極端子及び負極端子の双方を車両のシャシからフローティングさせることが必要になる。

20

## 【 0 0 4 2 】

これに対して、SOFC2Aの上限電圧が60V未満である場合は、SOFC2Aの負極端子をシャシに接地(アース)させることができる。したがって、SOFC2Aの負極端子をシャシに接続することでシャシを電気の通り道として使えるので、SOFC2Aをシャシから浮かせる回路構成に比べて、車両システム101の回路構成を簡素化することができる。

## 【 0 0 4 3 】

FC出力センサ2Bは、SOFC2Aから出力される電圧及び電流を検出する。FC出力センサ2Bは、検出した出力電圧及び出力電流の各々を示す検出信号をコントローラ7に出力する。

30

## 【 0 0 4 4 】

FC温度センサ2Cは、SOFC2Aの温度を検出する。例えば、FC温度センサ2Cは、燃料電池2に供給されるガスの温度や、燃料電池2から排出されるガスの温度などを検出する。FC温度センサ2Cは、検出した温度を示す検出信号をコントローラ7に出力する。

## 【 0 0 4 5 】

FCコンバータ3Aは、図1に示した電圧変換装置3に対応する。FCコンバータ3Aは、SOFC2Aから出力される電力の電圧を用いてFCコンバータ3Aと高電圧バッテリー1Aとの間の2次側電圧を昇圧又は降圧する。FCコンバータ3Aは、例えば、一方方向のDC/DCコンバータにより構成される。これにより、FCコンバータ3Aを簡素にすることができる。

40

## 【 0 0 4 6 】

FCブロア4Aは、図1に示したFC補機4に対応する。FCブロア4Aは、SOFC2Aに酸化剤ガスとして空気を供給するアクチュエータである。また、FCブロア4Aが作動する電圧値の範囲は、例えば、30Vから50Vまでの範囲となるように設計される。

## 【 0 0 4 7 】

50

温度センサ 4 B は、F C ブロア 4 A の温度を検出する。本実施形態の温度センサ 4 B は、F C ブロア 4 A を構成する駆動モータの温度を検出する。温度センサ 4 B は、検出した温度を示す検出信号をコントローラ 7 に出力する。

【 0 0 4 8 】

補機コンバータ 5 A は、図 1 に示した補機給電装置 5 に対応する。補機コンバータ 5 A は、高電圧バッテリー 1 A と F C コンバータ 3 A との間の電圧を F C ブロア 4 A の動作可能な電圧範囲内の値に変換する D C / D C コンバータである。例えば、補機コンバータ 5 A は、高電圧バッテリー 1 A と F C コンバータ 3 A との間に生じる 4 0 0 V 程度の電圧を 4 8 V に降圧する。

【 0 0 4 9 】

給電スイッチ 5 B は、F C ブロア 4 A と補機コンバータ 5 A との間を接続又は遮断する。給電スイッチ 5 B の接続状態はコントローラ 7 により制御される。例えば、スイッチ 6 の状態が遮断状態から接続状態に切り替えられた場合には給電スイッチ 5 B の状態は接続状態から遮断状態に切り替えられ、スイッチ 6 の状態が接続状態から遮断状態に切り替えられた場合には給電スイッチ 5 B の状態は遮断状態から切断状態に切り替えられる。給電スイッチ 5 B は、スイッチ 6 と同様、機械式のスイッチにより構成されてもよく、半導体スイッチやダイオードなどの電気デバイスにより構成されてもよい。

【 0 0 5 0 】

次に、車両システム 1 0 1 における F C ブロア 4 A への電力供給手法について図 4 A 乃至図 4 E を参照して説明する。図 4 A 乃至図 4 E においては、便宜上、給電スイッチ 5 B

【 0 0 5 1 】

図 4 A は、S O F C 2 A の起動を開始した場合における F C ブロア 4 A への電力供給状態を説明する図である。

【 0 0 5 2 】

図 4 A においては、車両の始動キーが O N に設定されて燃料電池の起動処理が実行される。これに伴って、補機コンバータ 5 A により高電圧バッテリー 1 A の出力電圧が F C ブロア 4 A の動作電圧、例えば 4 8 V に降圧される。これにより、高電圧バッテリー 1 A の出力電力が補機コンバータ 5 A を介して F C ブロア 4 A に供給されて F C ブロア 4 A が駆動し、S O F C 2 A に空気が供給される。

【 0 0 5 3 】

図 4 B は、S O F C 2 A の電力を取り出した場合における F C ブロア 4 A への電力供給状態を説明する図である。

【 0 0 5 4 】

図 4 B においては、コントローラ 7 により S O F C 2 A が発電可能な状態になったとの判断がなされて F C コンバータ 3 A が作動する。これにより、S O F C 2 A の出力電圧、例えば 3 0 V から 5 0 V までの範囲内の電圧値が高電圧バッテリー 1 A の充電に必要な電圧値まで昇圧されるので、S O F C 2 A の電力が F C コンバータ 3 A 及び補機コンバータ 5 A を介して F C ブロア 4 A に供給される。

【 0 0 5 5 】

S O F C 2 A の発電可否については、例えば S O F C 2 A の温度が発電に適した温度まで上昇し、かつ、S O F C 2 A への酸化剤ガス及び燃料ガスの供給流量の各々が発電に必要な流量に達した場合に、S O F C 2 A が発電可能な状態になったとの判断がなされる。

【 0 0 5 6 】

図 4 C は、S O F C 2 A の発電可能電力が F C ブロア 4 A の要求電力を上回った場合における F C ブロア 4 A への電力供給状態を説明する図である。

【 0 0 5 7 】

図 4 C においては、F C ブロア 4 A への供給電力が S O F C 2 A の電力だけで賄うことが可能な状態になり、高電圧バッテリー 1 A の電力を用いることなく S O F C 2 A の出力電力が F C コンバータ 3 A と補機コンバータ 5 A を介して F C ブロア 4 A に供給される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

図 4 D は、燃料電池システムを構成する F C プロア 4 A とは異なる外部の負荷装置によって S O F C 2 A に要求される外部要求電力が 0 よりも大きくなった場合における F C プロア 4 A への電力供給状態を説明する図である。

## 【 0 0 5 9 】

図 4 D においては、外部の負荷装置である高電圧バッテリー 1 A 及びモータ 1 2 の双方の要求電力が 0 よりも大きくなり、F C コンバータ 3 A により取り出される S O F C 2 A の出力電力が増加する。これにより、S O F C 2 A の出力電力が、F C プロア 4 A に供給されるとともに、インバータ 1 1 及び高電圧バッテリー 1 A に対しても分配される。

## 【 0 0 6 0 】

例えば、車両が一定の速度で走行する状況で S O F C 2 A の出力電力が F C プロア 4 A だけでなく、高電圧バッテリー 1 A やモータ 1 2 に供給される。

## 【 0 0 6 1 】

なお、負荷装置への電力供給の可否については、S O F C 2 A の温度や I V 特性などを用いて判断がなされる。S O F C 2 A の I V 特性の取得にあたり、コントローラ 7 は、例えば F C プロア 4 A を制御して S O F C 2 A の出力電流を段階的に変化させるたびに S O F C 2 A の電流値及び電圧値を取得し、少なくとも 2 組の電流値及び電圧値を所定の近似式に適用して I V 特性を推定する。あるいは、コントローラ 7 は、S O F C 2 A の温度ごとに異なる I V 特性を記憶しておき、F C 温度センサ 2 C により検出される温度に対応する I V 特性を選択するものであってもよい。

## 【 0 0 6 2 】

図 4 E は、S O F C 2 A が定格運転可能な状態になった場合における F C プロア 4 A への電力供給状態を説明する図である。

## 【 0 0 6 3 】

図 4 E においては、コントローラ 7 により、S O F C 2 A の温度や I V 特性などを用いて S O F C 2 A が定格運転可能な状態になったとの判断がなされてスイッチ 6 が遮断状態から接続状態に切り替えられる。これにより、S O F C 2 A の出力電力が直接 F C プロア 4 A に供給される。

## 【 0 0 6 4 】

そして、補機コンバータ 5 A が停止されるとともに F C コンバータ 3 A が作動する。これにより、S O F C 2 A の出力電力から F C プロア 4 A の要求電力を差し引いた外部要求電力が F C コンバータ 3 A により S O F C 2 A から取り出されて高電圧バッテリー 1 A とモータ 1 2 に供給される。

## 【 0 0 6 5 】

このように、スイッチ 6 を用いて S O F C 2 A を F C プロア 4 A に直接接続することにより、図 4 D に示したように F C コンバータ 3 A 及び補機コンバータ 5 A を経由して F C プロア 4 A に電力を供給する時間を短縮することができる。このため、F C コンバータ 3 A 及び補機コンバータ 5 A の各々で生じる電圧変換処理に伴う電力損失を削減することができ、電圧変換処理により消費される燃料ガスの消費量を削減することができる。したがって、車両システム 1 0 1 の燃費を向上させることができる。

## 【 0 0 6 6 】

図 5 は、本実施形態におけるコントローラ 7 による車両システム 1 0 1 の制御方法に関する処理手順例を示すフローチャートである。

## 【 0 0 6 7 】

本実施形態の制御方法は、図 2 に示したステップ S 1 乃至 S 5 のうちステップ S 4 の処理に代えてステップ S 4 1 乃至 S 4 7 の処理を備えている。ステップ S 4 以外の処理については図 2 に示した処理と同様であるため、ステップ S 4 1 乃至 S 4 7 の処理についてのみ詳細に説明する。

## 【 0 0 6 8 】

ステップ S 4 1 においてコントローラ 7 は、S O F C 2 A の出力電力の大きさを示す F

10

20

30

40

50

C電力がFCブローア4Aの要求電力の大きさを示すブローア要求電力を上回るか否かを判断する。そしてFC電力がブローア要求電力よりも大きくなるまでコントローラ7は、ステップS3の処理を繰り返す。

【0069】

なお、FC電力は、例えばFC出力センサ2Bにより検出される電流及び電圧の少なくとも一方の値を用いて算出される。ブローア要求電力は、SOFC2Aの目標発電電力に基づいて算出される。例えば、アクセルペダルの操作量が増加するほど、モータ12の要求電力が増加するためSOFC2Aの目標発電電力が大きくなる。これに伴ってSOFC2Aに供給すべき空気の流量が増加するのでFCブローア4Aの要求電力は大きくなる。

【0070】

ステップS42においてコントローラ7は、燃料電池システムの外部要求電力が0よりも大きいか否かを判断する。外部要求電力とは、燃料電池システムを構成するFCブローア4A以外の負荷装置によってSOFC2Aに要求される電力のことである。本実施形態の外部要求電力は、高電圧バッテリー1Aを充電するのに必要となる電力と、モータ12の要求電力との総和である。

【0071】

ステップS43においてコントローラ7は、外部要求電力が0よりも大きくなった場合には、SOFC2Aの温度の大きさを示すFC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ 以上であるか否かを判断する。FC温度は、例えばFC温度センサ2Cにより検出される。温度閾値 $T_{h\_f}$ は、実験データやシミュレーション結果などを用いてあらかじめ定められる。本実施形態の温度閾値 $T_{h\_f}$ は、SOFC2Aが定格運転可能な状態となるSOFC2Aの温度に設定される。

【0072】

なお、コントローラ7は、SOFC2Aの運転状態がブローア要求電力に加えて外部要求電力までSOFC2Aから出力できる状態となるSOFC2Aの温度を温度閾値 $T_{h\_f}$ に設定するものであってもよい。このようにコントローラ7が温度閾値 $T_{h\_f}$ を外部要求電力の大きさに応じて変更することにより、早期にSOFC2Aの出力端子をFCブローア4Aの電源端子に直接接続することが可能になる。

【0073】

ステップS43でFC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ よりも低い場合には、コントローラ7はFC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ に達するまでFC温度を監視し、FC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ に達した場合にコントローラ7は、ステップS44の処理に進む。また、ステップS42で外部要求電力が0であるとの判断がなされた場合にも、コントローラ7はステップS44の処理に進む。

【0074】

ステップS44においてコントローラ7は、SOFC2Aの出力電圧の大きさを示すFC電圧値がFCブローア4Aの動作電圧範囲R1内か否かを判断する。FC電圧値は、例えばFC出力センサ2Bにより検出される。動作電圧範囲R1は、SOFC2Aの補機を構成するFCブローア4Aを駆動させることが可能な電圧値の範囲を示す。動作電圧範囲R1については次図を参照して後述する。

【0075】

FC電圧値が動作電圧範囲R1内にない場合には、FC電圧値が動作電圧範囲R1内に納まるまでコントローラ7は、ステップS42の処理に戻ってステップS42乃至S44の各処理を繰り返す。

【0076】

ステップS45においてコントローラ7は、FC電圧値が動作電圧範囲R1内にある場合には、SOFC2AとFCブローア4Aとの間を接続するようにスイッチ6の状態を制御する。これにより、図4Eに示したようにSOFC2Aの出力電力がFCブローア4Aに直接供給されるので、図4Dに示したようにSOFC2Aの電力がFCコンバータ3A及び補機コンバータ5Aを経由することを回避できる。それゆえ、FCコンバータ3A及び補

10

20

30

40

50

機コンバータ 5 A の電圧変換処理によって失われる電力の損失量を低減することができる。

【 0 0 7 7 】

そしてコントローラ 7 は、補機コンバータ 5 A の動作を停止するとともに、補機コンバータ 5 A とスイッチ 6 との間に配置された給電スイッチ 5 B を遮断状態に切り替える。このように給電スイッチ 5 B を配置することにより、仮に補機コンバータ 5 A における平滑コンデンサの電圧が S O F C 2 A の電圧よりも高い状況でスイッチ 6 が接続状態に切り替えられたとしても、S O F C 2 A に電流が逆流するという事態を回避することができる。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 4 6 においてコントローラ 7 は、F C ブロア 4 A を構成する駆動モータの温度の大きさを示すブロア温度が補機温度閾値  $T_{h\_a}$  以下であるか否かを判断する。ブロア温度は、例えば温度センサ 4 B により検出される。

10

【 0 0 7 9 】

上述の補機温度閾値  $T_{h\_a}$  は、F C ブロア 4 A の駆動モータが劣化したり、運転効率が低下したりするような駆動モータの温度、すなわち F C ブロア 4 A の負荷が大き過ぎる状態における駆動モータの温度に基づいてあらかじめ定められる。このように、F C ブロア 4 A のうち駆動モータの温度を検出することにより、F C ブロア 4 A の過負荷状態を精度良く推定することができる。したがって、駆動モータの磁石特性の劣化や運転効率の低下を抑制することができる。

【 0 0 8 0 】

20

ステップ S 4 7 においてコントローラ 7 は、ブロア温度が補機温度閾値  $T_{h\_a}$  を上回る場合には、F C ブロア 4 A が過負荷状態であると判断し、S O F C 2 A と F C ブロア 4 A との接続を遮断するようにスイッチ 6 の状態を制御する。そしてコントローラ 7 は、F C ブロア 4 A への供給電力が確保されるように F C コンバータ 3 A 及び補機コンバータ 5 A の双方を制御する。これにより、F C ブロア 4 A が故障するという事態を回避することができる。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 4 6 でブロア温度が補機温度閾値  $T_{h\_a}$  以下である場合、又は、ステップ S 4 7 でスイッチ 6 が接続状態から遮断状態に切り替えられた場合には、コントローラ 7 はステップ S 5 の処理に進む。そして S O F C 2 A の停止要求を受け付けるまでコントローラ 7 は、ステップ S 4 2 乃至 S 4 7 の処理及びステップ S 5 の処理を繰り返す。

30

【 0 0 8 2 】

図 6 は、S O F C 2 A の I V 特性と F C ブロア 4 A の電圧範囲との関係を示す図である。

【 0 0 8 3 】

図 6 には、S O F C 2 A の定格運転可能な I V 特性の基準となる基準出力特性  $F_b$  が実線により示され、S O F C 2 A の基準出力特性  $F_b$  に比して不良である出力特性  $F_0$  が点線により示されている。

【 0 0 8 4 】

さらに図 6 には、F C ブロア 4 A の電圧範囲として動作電圧範囲  $R_1$  と性能保証電圧範囲  $R_2$  が示されている。動作電圧範囲  $R_1$  は、F C ブロア 4 A が動作可能な電圧値の範囲を示す。なお、開回路電圧  $O C V$  は例えば 5 0 V であり、動作下限電圧  $V_0$  は 3 0 V である。性能保証電圧範囲  $R_2$  は、F C ブロア 4 A が定格運転可能な電圧値の範囲を示す。

40

【 0 0 8 5 】

基準出力特性  $F_b$  においては、S O F C 2 A の出力電流が大きくなるほど、S O F C 2 A の出力電圧が低下する。そして S O F C 2 A の定格運転点  $P_r$  において F C ブロア 4 A が定格で動作する。すなわち、S O F C 2 A の出力電力がスイッチ 6 を介して F C ブロア 4 A に供給される場合において、S O F C 2 A の出力電圧が定格電圧値  $V_1$  になり、かつ、S O F C 2 A の出力電流が定格電流値  $I_2$  になる場合に、F C ブロア 4 A の定格運転が行われる。

50

## 【0086】

なお、出力特性F0は基準出力特性Fbに比して不良であるため、この状態ではSOFC2Aは定格運転を行えない。例えば、SOFC2Aの温度が発電に適した温度よりも低い場合に、SOFC2AのIV特性が基準出力特性Fbよりも低下する。

## 【0087】

このように、FCブローア4Aの動作電圧範囲R1は、SOFC2AをFCブローア4Aに直接接続した場合にFCブローア4Aが動作するように、SOFC2AのIV特性を考慮してあらかじめ定められる。

## 【0088】

本発明の第2実施形態によれば、車両システム101は、燃料ガスの供給を受けて発電する固体酸化型燃料電池であるSOFC2Aを備える。SOFC2Aは、主にセラミックスで形成されることから、固体高分子型燃料電池などに比して較差が大きくなる。そのため、SOFC2Aに積層される燃料電池セルの積層数を増やすほど、SOFC2A全体の較差が大きくなって燃料電池セル同士の密着性が低下し、SOFC2A内部の電気抵抗が大きくなってしまう。

## 【0089】

この対策としてSOFC2Aの積層数が制限されることから、SOFC2Aの定格出力は高電圧バッテリー1Aの定格出力よりも小さくなる。これに伴って、SOFC2Aの補機として用いられるFCブローア4Aの定格出力についても小さくできるので、FCブローア4Aの動作可能な電圧範囲をSOFC2Aの出力電圧に設定しやすくなる。したがって、簡素な構成により、SOFC2Aの燃費が低下するのを抑制することができる。

## 【0090】

また、本実施形態によれば、車両システム101は、SOFC2Aの発電状態を検出するセンサとして、SOFC2Aの電流及び電圧を検出するFC出力センサ2Bと、SOFC2Aの温度を検出するFC温度センサ2Cとを備える。さらに車両システム101は、FC出力センサ2B又はFC温度センサ2Cを用いてスイッチ6の接続状態を制御するコントローラ7を備える。コントローラ7は、FC出力センサ2B又はFC温度センサ2Cの検出信号に応じてスイッチ6を制御することにより、燃料電池の補機を構成するFCブローア4AとSOFC2Aとの間を接続又は遮断する。

## 【0091】

これにより、SOFC2Aの発電状態に応じてSOFC2Aの出力電力をFCブローア4Aに直接供給することが可能になるので、SOFC2Aの出力電力がFCコンバータ3A及び補機コンバータ5Aの電圧変換処理で消費される電力を削減することができる。

## 【0092】

本実施形態によれば、FC出力センサ2Bは、SOFC2Aの出力電圧又は出力電流をSOFC2Aの発電状態として検出する。そしてコントローラ7は、FC出力センサ2Bにより検出される電圧値又は電流値に基づいて、SOFC2Aの出力電力がFCブローア4Aの要求電力を超える場合にSOFC2AとFCブローア4Aとの間を接続する。

## 【0093】

例えば、コントローラ7は、図5に示したステップS41乃至S45のうちステップS42乃至S44を省略し、FC電力がブローア要求電力よりも大きいと判断した場合にスイッチ6を遮断状態から接続状態に切り替えるものであってもよい。あるいは、SOFC2Aの出力電流の検出値がブローア要求電力を確保するのに必要となる電流値を上回る場合、又は、SOFC2Aの出力電圧の検出値がブローア要求電力を確保するのに必要となる電圧値を上回る場合にスイッチ6を接続状態に切り替えるようにしてもよい。

## 【0094】

このように、SOFC2Aから出力される電流又は電圧の検出値を用いることにより、SOFC2Aの出力電流又は出力電圧の推定値を用いる場合に比べて、的確にスイッチ6を接続状態に切り替えることが可能になる。したがって、FCコンバータ3A及び補機コンバータ5Aの電力損失を低減することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 5 】

一方、FC電力がブローア要求電力以下であるとの判断がなされた場合に、コントローラ7はスイッチ6を遮断状態に切り替える。このように、SOFC2Aの出力電力がFCブローア4Aの要求電力に満たない場合にSOFC2AとFCブローア4Aとの間を遮断することにより、FCブローア4Aに供給すべき電力を確保しつつ、FCコンバータ3A及び補機コンバータ5Aの電力損失を低減することができる。

## 【 0 0 9 6 】

また、本実施形態によれば、FC温度センサ2Cは、SOFC2Aの温度をSOFC2Aの発電状態として検出し、コントローラ7は、FC温度センサ2Cにより検出される温度が所定の温度閾値 $T_{h\_f}$ 以上であるか否かを判断する。例えば、コントローラ7は、10 図5に示したステップS43乃至S45のうちステップS44の処理を省略し、FC温度センサ2Cにより検出される温度を示すFC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ 以上である場合にSOFC2AとFCブローア4Aとの間を接続するようにしてもよい。

## 【 0 0 9 7 】

このように、SOFC2Aの温度を検出することにより、SOFC2Aが定格出力で運転できる状態か否かを判断することが可能になるので、SOFC2Aが定格運転可能な状態でスイッチ6を接続状態に設定することが可能になる。したがって、スイッチ6を接続状態に設定した後に蓄電装置1又はモータ12の要求電力の増加に伴ってSOFC2Aの出力電力が不足するという事態を回避することができる。

## 【 0 0 9 8 】

一方、コントローラ7は、FC温度が温度閾値 $T_{h\_f}$ 未満である場合にSOFC2AとFCブローア4Aとの間を遮断する。これにより、FCブローア4Aに供給すべき電力を確保することができる。

## 【 0 0 9 9 】

なお、コントローラ7は、FC出力センサ2Bにより検出される電圧値及び電流値に基づいてSOFC2Aの出力電流に対する出力電圧の出力特性を示すIV特性を求め、そのIV特性が所定の基準出力特性 $F_b$ に比して良好であるか否かを判断するものであってもよい。

## 【 0 1 0 0 】

例えば、コントローラ7は、FCコンバータ3Aを制御してSOFC2Aから取り出される電力をFCブローア4Aに供給しつつ、SOFC2Aの出力電力を段階的に変化させる。そしてコントローラ7は、SOFC2Aの出力電力を段階的に変化させるたびにFC出力センサ2Bから1組の電圧値及び電流値を取得し、少なくとも2組の電圧値及び電流値を所定の近似式に適用してIV特性を推定する。

## 【 0 1 0 1 】

さらにコントローラ7は、推定したIV特性が良好であると判断した場合には、SOFCとFCブローア4Aとの間を接続する。このようにSOFC2AのIV特性を推定することにより、SOFC2Aが定格出力で運転できる状態か否かを正確に判断することが可能になるので、SOFC2Aが定格運転可能な状態でスイッチ6を接続状態に設定することができる。したがって、SOFC2Aの出力電力が不足するという事態を回避することができる。40

## 【 0 1 0 2 】

一方、コントローラ7は、推定したIV特性が良好でないと判断した場合にはSOFC2AとFCブローア4Aとの間を遮断する。これにより、SOFC2Aの出力不足を回避し、高電圧バッテリー1AからFCブローア4Aに供給すべき電力を確保することができる。

## 【 0 1 0 3 】

また、本実施形態によれば、コントローラ7は、図5に示したステップS44の処理のように、FC出力センサ2Bにより検出される電圧値がFCブローア4Aの動作電圧範囲 $R_1$ 内に収まる場合には、SOFCとFCブローア4Aとの間を接続する。これにより、FCブローア4Aに供給される電圧値が低くFCブローア4Aが過負荷状態になるのを回避するこ50

とができる。

【0104】

また、本実施形態によれば、S O F C 2 A の上限電圧が60V未満である燃料電池が用いられる。これにより、S O F C 2 A の負極端子を接地するのにシャシを用いることが可能となり、S O F C 2 A をシャシから絶縁する必要性が低くなるので、車両システム101の製造コスト及びサイズを低減することができる。

【0105】

また、本実施形態によれば、図4Eに示したように、スイッチ6を用いてS O F C 2 A とF C ブロア4 A との間が接続された場合には、コントローラ7は、S O F C 2 A の出力電力が一定となるようF C コンバータ3 A の出力を下げる。

10

【0106】

例えば、コントローラ7は、F C 出力センサ2 B により検出されるS O F C 2 A の出力電力が一定となるようF C コンバータ3 A から出力される電力を減らすとともに、補機コンバータ5 A の動作を停止する。あるいは、コントローラ7は、F C コンバータ3 A 及び補機コンバータ5 A の電力損失の総和にF C ブロア4 A の消費電力を加えた分だけ、F C コンバータ3 A の出力電力を下げるようにしてもよい。

【0107】

これにより、スイッチ6の遮断状態から接続状態への切替えに伴いS O F C 2 A から電力が過剰に取り出されてS O F C 2 A を構成する燃料電池セルが劣化したり、S O F C 2 A の発電状態が不安定になったりするのを回避することができる。

20

【0108】

また、本実施形態によれば、車両システム101は、補機の作動状態を検出する補機センサとして、F C ブロア4 A の温度を検出する温度センサ4 B を備える。そしてコントローラ7は、温度センサ4 B から出力される検出信号に応じてS O F C 2 A とF C ブロア4 A との間を遮断する。これにより、F C ブロア4 A が動作不良を起しうる状態であるか否かを判断することが可能になるので、スイッチ6における接続状態への切替えに伴ってF C ブロア4 A が故障するという事態を抑制することができる。

【0109】

特に、コントローラ7は、温度センサ4 B により検出される温度に基づいてF C ブロア4 A の負荷が過剰であるか否かを判断する。そしてコントローラ7は、負荷が過剰であると判断した場合にはS O F C 2 A とF C ブロア4 A との間を遮断する。これにより、F C ブロア4 A の温度が高くなりすぎ、F C ブロア4 A の出力が低下したり、緊急停止したりするという事態を回避することができる。

30

【0110】

本実施形態によれば、車両システム101は、S O F C 2 A の発電に必要となるガスをS O F C 2 A に供給するアクチュエータとしてF C ブロア4 A を備え、温度センサ4 B がF C ブロア4 A を駆動する駆動モータの温度状態を検出する。F C ブロア4 A の負荷が高くなるほど駆動モータの温度が上昇するため、コントローラ7は、F C ブロア4 A の過負荷状態を推定することが可能になる。

【0111】

なお、車両システム101には、F C ブロア4 A の作動状態を検出するセンサとして、温度センサ4 B に代えて、例えばF C ブロア4 A に供給される電流の大きさを検出する電流センサが備えられてもよい。このような場合には、コントローラ7は、その電流センサにより検出される電流に基づいてF C ブロア4 A の負荷が過剰であるか否かを判断し、負荷が過剰であると判断した場合には、S O F C 2 A とF C ブロア4 A との間を遮断する。これにより、温度センサ4 B を用いる場合に比べて、F C ブロア4 A の故障を精度よく推定することができる。

40

【0112】

(第3実施形態)

図7は、本発明の第3実施形態における車両システム102の構成例を示す図である。

50

## 【 0 1 1 3 】

車両システム 1 0 2 は、図 1 に示した車両システム 1 0 0 の蓄電装置 1 として、高電圧バッテリー 1 A 及び低電圧バッテリー 1 B を備えている。他の構成については、車両システム 1 0 0 の構成と同じであり、同一符号を付して説明を省略する。

## 【 0 1 1 4 】

高電圧バッテリー 1 A は、図 2 で述べたように、燃料電池 2 の出力電圧よりも高い電圧を出力するバッテリーである。本実施形態の高電圧バッテリー 1 A は、車両を駆動するモータ 1 2 に対して電力を供給する。例えば、高電圧バッテリー 1 A は、4 0 0 V 程度の直流電圧を出力する。

## 【 0 1 1 5 】

低電圧バッテリー 1 B は、高電圧バッテリー 1 A の出力電圧よりも低い電圧を出力する。例えば、低電圧バッテリー 1 B は、十数 V の電圧を出力する。低電圧バッテリー 1 B は、リチウムイオンバッテリーや鉛バッテリーなどにより実現される。

## 【 0 1 1 6 】

本実施形態では、図 3 に示した接続構成とは異なり、高電圧バッテリー 1 A が、補機給電装置 5 に対して接続されることなく、インバータ 1 1 を介してモータ 1 2 に接続される。そして補機給電装置 5 には低電圧バッテリー 1 B が接続される。

## 【 0 1 1 7 】

これにより、1 つの高電圧バッテリー 1 A を用いて F C 補機 4 及びモータ 1 2 の双方に電力を供給する構成に比べて、モータ 1 2 の要求電力が急峻に増加した場合に、F C 補機 4 への供給電力が不足するという事態を回避することができる。

## 【 0 1 1 8 】

また、本実施形態では、補機給電装置 5 には自己の故障の有無を診断するための診断センサが備えられており、コントローラ 7 は、診断センサの検出信号に応じて、スイッチ 6 の状態を遮断状態から接続状態に切り替える。

## 【 0 1 1 9 】

例えば、診断センサとしては、補機給電装置 5 を構成する D C / D C コンバータ内の半導体素子の温度や、1 次側及び 2 次側の電圧及び電流などを検出するセンサが挙げられる。コントローラ 7 は、補機給電装置 5 の電圧や電流、温度などの検出値が所定の閾値を超える場合に、補機給電装置 5 が故障していると判断し、スイッチ 6 を遮断状態から接続状態に切り替える。

## 【 0 1 2 0 】

これにより、燃料電池 2 から F C 補機 4 に電力が供給されるので、補機給電装置 5 の故障が原因で燃料電池 2 の発電を停止する必要がなくなり、燃料電池 2 から高電圧バッテリー 1 A 又はモータ 1 2 への電力供給を継続することができる。

## 【 0 1 2 1 】

さらに、蓄電装置 1 には、低電圧バッテリー 1 B の電圧や電流、温度などを検出するセンサが備えられている。そしてコントローラ 7 は、低電圧バッテリー 1 B の電圧や電流、温度などが特定の閾値を超えた場合に、低電圧バッテリー 1 B が故障していると判断し、スイッチ 6 を遮断状態から接続状態に切り替える。これにより、低電圧バッテリー 1 B の故障が原因で燃料電池 2 の発電を停止する必要がなくなり、燃料電池 2 から高電圧バッテリー 1 A 又はモータ 1 2 への電力供給を継続することができる。

## 【 0 1 2 2 】

本発明の第 3 実施形態によれば、高電圧バッテリー 1 A がモータ 1 2 に接続されるとともに低電圧バッテリー 1 B が補機給電装置 5 に接続される。これにより、モータ 1 2 の要求電力の急増に伴って F C 補機 4 に供給される電力が不足するという事態を回避することができる。

## 【 0 1 2 3 】

また、本実施形態によれば、コントローラ 7 は、補機給電装置 5 の作動状態を検出して補機給電装置 5 が故障状態であるか否かを判断する。そしてコントローラ 7 は、補機給電

10

20

30

40

50

装置 5 が故障状態であると判断した場合には、燃料電池 2 と F C 補機 4 との間を接続する。

【 0 1 2 4 】

これにより、補機給電装置 5 が故障した場合であっても燃料電池 2 から F C 補機 4 に電力が供給されるので、燃料電池 2 の発電を停止することなく燃料電池 2 の電力をモータ 1 2 及び高電圧バッテリー 1 A に供給することができる。

【 0 1 2 5 】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

【 0 1 2 6 】

例えば、第 2 実施形態では燃料電池 2 に空気を供給するブローアを F C 補機 4 として用いる例について説明したが、これに限られるものではない。例えば、F C 補機 4 は、燃料電池の発電に用いられる水素やエタノールなどを供給するブローアであってもよく、燃料電池 2 が固体高分子型の燃料電池である場合は燃料電池 2 に冷媒を供給するポンプであってもよい。このような装置であっても上記実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

【 0 1 2 7 】

また、上記実施形態では図 1 に記載した電源システムを車両に搭載したが、車両以外の航空機や船舶などに搭載してもよく、移動体ではない電源設備に設けるようにしてもよい。

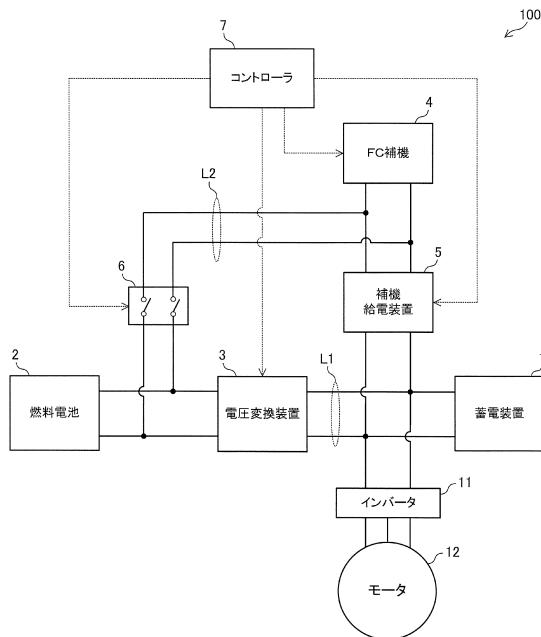
【 0 1 2 8 】

なお、上記実施形態は、適宜組み合わせ可能である。

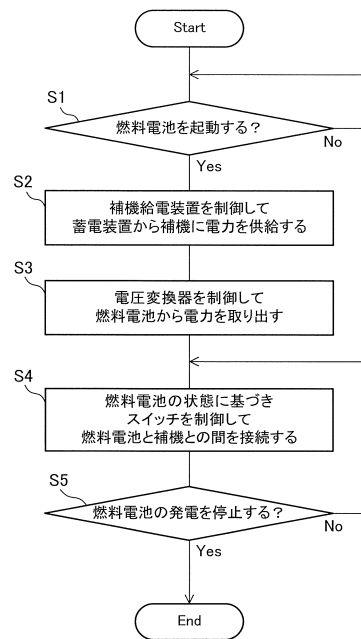
10

20

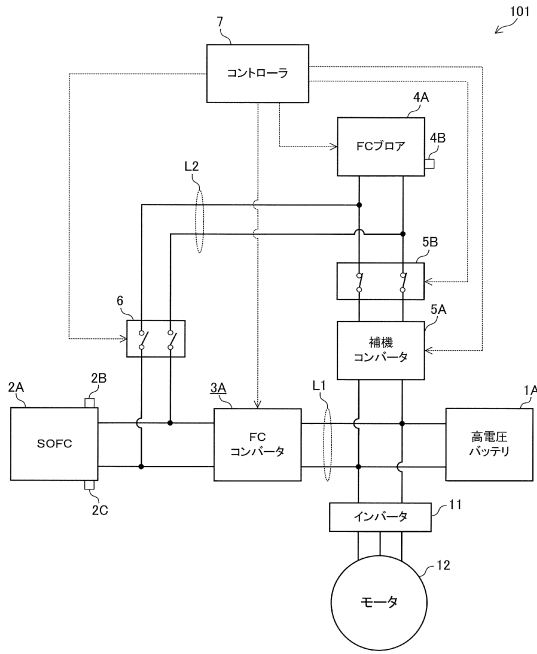
【 図 1 】



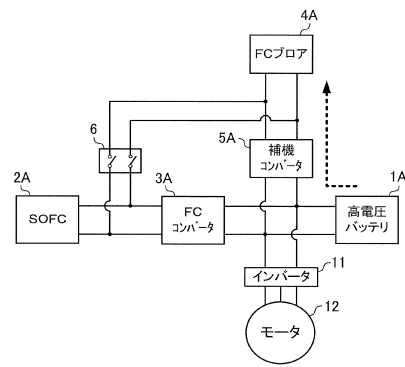
【 図 2 】



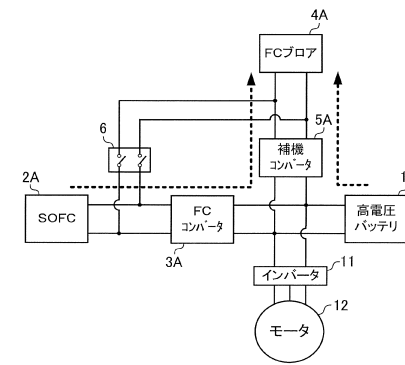
【図3】



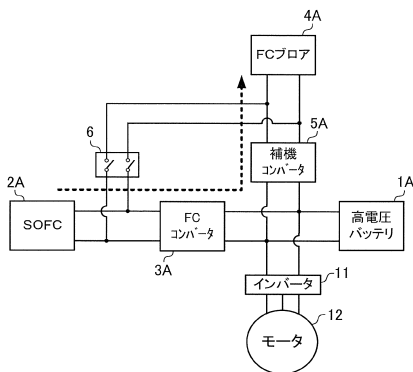
【図4A】



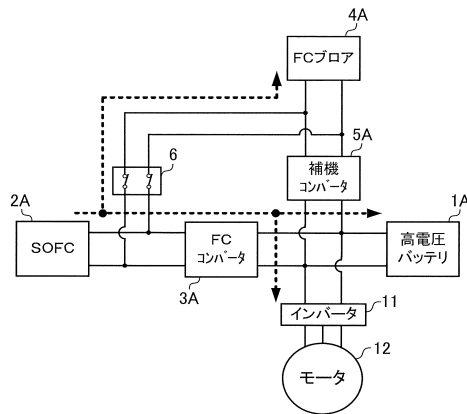
【図4B】



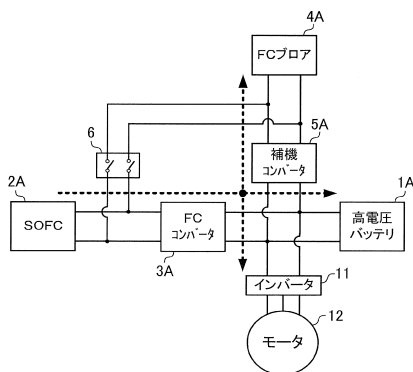
【図4C】



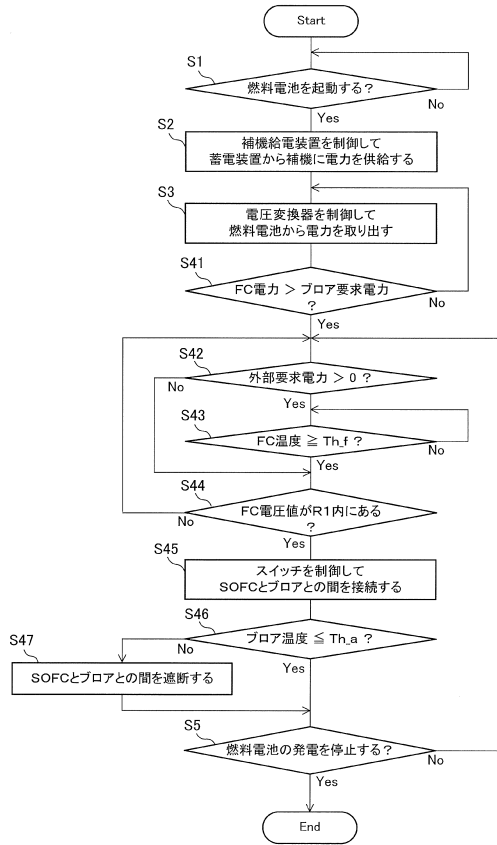
【図4E】



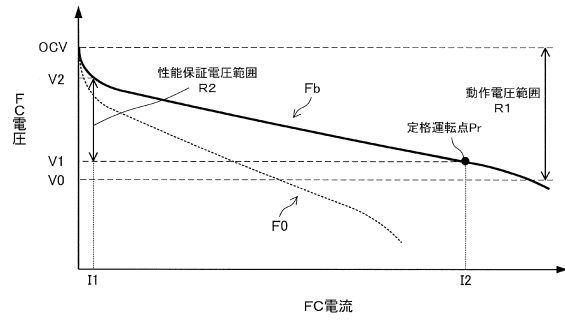
【図4D】



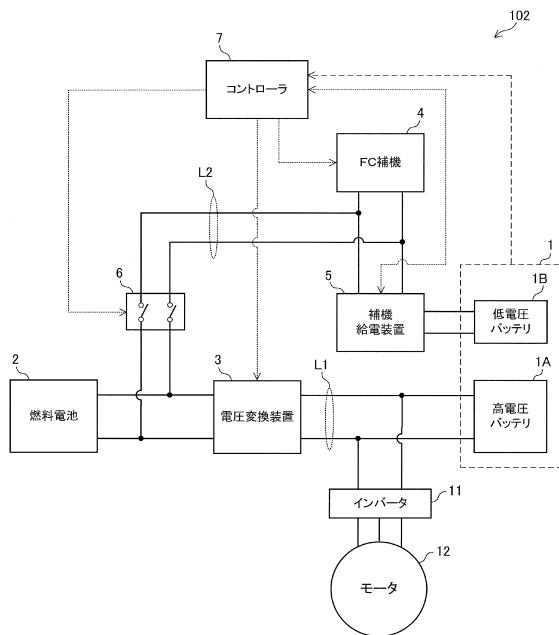
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
H 0 1 M	8/04537 (2016.01)	H 0 1 M	8/04537
H 0 1 M	8/04858 (2016.01)	H 0 1 M	8/04858
H 0 1 M	8/0432 (2016.01)	H 0 1 M	8/0432
H 0 1 M	8/12 (2016.01)	H 0 1 M	8/12 1 0 1
H 0 1 M	8/04664 (2016.01)	H 0 1 M	8/00 Z
H 0 1 M	8/10 (2016.01)	H 0 1 M	8/04664
		H 0 1 M	8/10 1 0 1

- (56) 参考文献 特開 2 0 0 9 - 1 8 1 7 9 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 1 6 6 0 4 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 2 - 1 3 0 2 0 7 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 6 - 1 0 3 9 3 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 8 7 4 0 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 2 2 2 3 7 6 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 1 - 2 1 6 4 2 9 ( J P , A )

## (58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 0 L 5 0 / 0 0 - 5 8 / 4 0  
 H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5