

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6888679号
(P6888679)

(45) 発行日 令和3年6月16日(2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月24日(2021.5.24)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2016.01)	HO 1 M 8/04 Z
HO 1 M 8/12 (2016.01)	HO 1 M 8/12 I O I
HO 1 M 8/00 (2016.01)	HO 1 M 8/00 A
HO 1 M 8/04537 (2016.01)	HO 1 M 8/04537
HO 1 M 8/04858 (2016.01)	HO 1 M 8/04858

請求項の数 13 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-533755 (P2019-533755)
 (86) (22) 出願日 平成29年7月31日(2017.7.31)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2017/027760
 (87) 国際公開番号 W02019/026149
 (87) 国際公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)
 審査請求日 令和2年1月17日(2020.1.17)

(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 島田 一秀
 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】

固体酸化物形の燃料電池が発電するように作動する補機を有する燃料電池システムと、放電及び充電によって発熱するバッテリーとを備え、前記バッテリーに電力を供給可能な負荷に電力を供給する電源システムの制御方法であって、

前記バッテリーの動作状態を判断する判断ステップと、

前記判断ステップにおいて前記バッテリーが前記燃料電池の発電に必要な温度よりも低い所定温度以下であると判断された場合には、前記バッテリーの放電により前記燃料電池システムの前記補機に電力を供給する放電ステップと、

前記判断ステップにおいて少なくとも前記負荷からの供給電力により前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記放電ステップにおいて前記補機に供給される電力を減少又は停止させる充電制御ステップと、を含む電源システムの制御方法。

【請求項2】

請求項1に記載の電源システムの制御方法であって、

前記電源システムは、前記補機に接続される補助バッテリーをさらに含み、

前記充電制御ステップは、前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記補助バッテリーから前記補機に電力を供給して前記補機を作動させる、電源システムの制御方法。

【請求項3】

請求項 2 に記載の電源システムの制御方法であって、
前記電源システムは、前記バッテリーと前記補機との間に介装され、前記補機の電圧を前記バッテリーの電圧から降圧するコンバータをさらに含み、
前記充電制御ステップは、前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記コンバータから前記補機に出力される出力電力を減少又は停止させる、
電源システムの制御方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の電源システムの制御方法であって、
前記充電制御ステップは、前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記燃料電池から前記補機に電力を供給して前記補機を作動させる、
電源システムの制御方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の電源システムの制御方法であって、
前記充電制御ステップは、前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記バッテリーから前記補機に電力を供給して前記補機を作動させる、
電源システムの制御方法。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法であって、
前記充電制御ステップは、前記バッテリーが充電状態であると判断された場合において、前記燃料電池の暖機が終了しているときには、前記燃料電池の発電電力を用いて前記バッテリーを充電する、
電源システムの制御方法。

20

【請求項 7】

請求項 6 に記載の電源システムの制御方法であって、
前記充電制御ステップは、
前記バッテリーの温度に基づいて前記バッテリーに関する充電電力の制限値を求め、
前記バッテリーの充電電力が前記制限値を超えないよう前記燃料電池の発電電力を減少又は停止させる、
電源システムの制御方法。

【請求項 8】

30

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法であって、
前記負荷は、駆動状態及び回生状態を有する電動モータを含み、
前記判断ステップは、前記電動モータが回生状態に遷移した場合に、前記バッテリーが充電状態であると判断する、
電源システムの制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法であって、
前記判断ステップは、
前記バッテリーの電流を検出し、
前記検出した電流値の符号が前記バッテリーの充電電流を示す場合には、前記バッテリーが充電状態であると判断する、
電源システムの制御方法。

40

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法であって、
前記判断ステップは、
前記バッテリーの電流及び電圧の各検出値に基づいて前記バッテリーの充電電力を算出し、
前記燃料電池の発電指令値及び前記補機の作動指令値に基づいて前記燃料電池システムの消費電力を算出し、
前記バッテリーの充電電力が前記燃料電池システムの消費電力を上回る場合に、前記バッテリーが充電状態であると判断する、

50

電源システムの制御方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 から請求項 1 0 までのいずれか 1 項に記載の電源システムの制御方法であって

、
前記燃料電池は、固体酸化型燃料電池であり、

前記燃料電池システムを起動する場合には、前記固体酸化型燃料電池を暖機する暖機ステップをさらに含む電源システムの制御方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の電源システムの制御方法であって、

前記暖機ステップは、前記燃料電池が特定温度以上になった場合に、前記燃料電池の暖機を終了する、

電源システムの制御方法。

【請求項 1 3】

固体酸化物形の燃料電池が発電するように作動する補機を含む燃料電池システム及びバッテリーを備え、前記バッテリーに電力を供給可能な負荷に電力を供給する電源システムであって、

前記バッテリーと前記補機との間に介装されるコンバータと、

前記バッテリーが前記燃料電池の発電に必要な温度よりも低い所定温度以下であると判断した場合には、前記コンバータから前記補機への出力電力を前記補機が作動する作動電力に調整するコントローラと、を含み、

前記コントローラは、少なくとも前記負荷からの供給電力により前記バッテリーが充電状態であると判断した場合には、前記コンバータの前記出力電力を前記作動電力よりも小さな値に設定する、

電源システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、バッテリーの温度に応じてバッテリーを放電する電源システム及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

JP 2012 - 214142 A には、2つのバッテリーを備える車両において、低温時にバッテリーの内部抵抗により発生する熱を用いて自身の温度が上昇するようバッテリー間で充放電を繰り返し行う技術が開示されている。

【発明の概要】

【0003】

上述のように2つのバッテリーを備えた電源システムでは効率よくバッテリーの暖機が行われるものの、一方のバッテリーを燃料電池に置き換えた電源システムでは互いに充放電を行うことは困難であるという問題があった。

【0004】

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、効率よくバッテリーの出力特性を改善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。

【0005】

本発明のある態様によれば、電源システムは、燃料電池が発電するように作動する補機を有する燃料電池システムと、放電及び充電によって発熱するバッテリーとを備え、負荷に電力を供給する電源システム。この制御方法は、前記バッテリーの動作状態を判断する判断ステップと、前記判断ステップにおいて前記バッテリーが所定温度以下であると判断された場合には前記バッテリーの放電により前記燃料電池システムの前記補機に電力を供給する放電ステップとを含む、さらに燃料電池システムの制御方法は、前記判断ステップにおいて前記バッテリーが充電状態であると判断された場合には、前記放電ステップにおいて前記補

10

20

30

40

50

機に供給される電力を減少又は停止させる充電制御ステップを含む。

【図面の簡単な説明】

【0006】

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

【図2】図2は、バッテリーの温度とバッテリーの出力特性との関係を例示する図である。

【図3】図3は、バッテリーの自己発熱を説明する図である。

【図4】図4は、燃料電池の温度と燃料電池の出力特性との関係を例示する図である。

【図5】図5は、本実施形態における電源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、燃料電池システムに対するバッテリーの充放電を制御する制御手法の一例を示すタイムチャートである。

10

【図7】図7は、本発明の第2実施形態における電源システムを制御するコントローラの機能構成の一例を示すブロックである。

【図8】図8は、本実施形態におけるバッテリー充電処理部の機能構成の一例を示すブロック図である。

【図9】図9は、本実施形態におけるバッテリーの充電時における燃料電池の電力を制御する制御手法の一例を示すタイムチャートである。

【図10】図10は、本発明の第3実施形態におけるコントローラを構成するバッテリー充電/放電判断部の機能構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0007】

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。

【0008】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態における電源システム100の構成の一例を示す構成図である。

【0009】

電源システム100は、例えば、車両や飛行機、船舶などの移動体に搭載された負荷装置90に電力を供給する電力供給装置である。

【0010】

30

本実施形態における電源システム100は、ハイブリッド車を含む電気自動車や電車などの車両に搭載される。車両には、ドライバによるアクセルペダルの操作量を検出するアクセルセンサ911と、ドライバによるブレーキペダルの操作量を検出するブレーキセンサ912と、車両の速度を検出する車速センサ913とが設けられている。

【0011】

負荷装置90は、電源システム100から電力を取り出して作動する作動装置である。本実施形態の負荷装置90は、車両を駆動する電動モータ92と、電源システム100の出力電力を交流電力に変換して電動モータ92に供給するインバータ91とを備える。

【0012】

電源システム100は、バッテリー10と、燃料電池システム20と、コントローラ30とを備える。電源システム100は、バッテリー10及び燃料電池システム20のうち少なくとも一方の電源から負荷装置90に電力を供給するハイブリッド電源システムである。

40

【0013】

本実施形態の電源システム100には、ドライバが燃料電池システム20の起動及び停止のうちいずれか一方を選択するFC操作ボタン200と、コントローラ30に配置されて外気温を検出する外気温センサ101とが設けられている。

【0014】

バッテリー10は、主に負荷装置90に電力を供給する電源である。バッテリー10は、燃料電池システム20及び負荷装置90の両者に接続される。バッテリー10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。例えば、バッテリー10は、数百ボルト

50

(V)の直流電力を出力する。バッテリー10には、温度センサ11、電流センサ12及び電圧センサ13が設けられている。

【0015】

温度センサ11は、バッテリー10の温度を検出する。そして温度センサ11は、検出した値をコントローラ30に出力する。

【0016】

電流センサ12は、バッテリー10の出力電流を検出する。そして電流センサ12は、検出した値をコントローラ30に出力する。

【0017】

電圧センサ13は、バッテリー10の出力電圧を検出する。そして電圧センサ13は、検出した値をコントローラ30に出力する。

10

【0018】

燃料電池システム20は、バッテリー10及び負荷装置90の双方に接続される。燃料電池システム20は、燃料電池21が発電するように作動する。燃料電池システム20は、燃料電池21と、FCコンバータ22と、FC補機23と、補機コンバータ24と、補助バッテリー25とを備える。

【0019】

燃料電池21は、FCコンバータ22に接続される。燃料電池21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21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。本実施形態の燃料電池21は固体酸化型燃料電池により構成される。

20

【0020】

燃料電池21は、バッテリー10及びインバータ91のうち少なくとも一方の負荷に電力を供給可能な電源である。燃料電池21は、複数のセルにより積層されており、バッテリー10の出力電圧に対して異なる大きさの電圧を出力する。

【0021】

例えば、燃料電池21は、バッテリー10の出力電圧値よりも低い数十Vの直流電圧を出力する。このような構成では、バッテリー10の出力電力を補助するための補助電源として燃料電池21が用いられる。このような電源システム100は、バッテリー10の出力範囲を拡張するような機能を有するためレンジエクステンダと称される。燃料電池21にはFC温度センサ211が設けられ、燃料電池システム20には燃料残量センサ212が備えられている。

30

【0022】

FC温度センサ211は、燃料電池21の温度を検出する。FC温度センサ211は、例えば、燃料電池21の自己の温度、燃料電池21に供給される酸化剤ガスの温度、又は燃料電池21から排出された酸化剤ガスの温度を検出する。そしてFC温度センサ211は、検出した値をコントローラ30に出力する。

【0023】

燃料残量センサ212は、燃料電池21に供給される燃料の残量を検出する。そして燃料残量センサ212は、検出した値をコントローラ30に出力する。

40

【0024】

FCコンバータ22は、バッテリー10と燃料電池21との間に介装される電圧変換装置である。FCコンバータ22は、燃料電池21から入力される電力の電圧値を異なる電圧値に変換して出力する。例えば、FCコンバータ22は、入力される1次側の電圧を昇圧又は降圧し、その2次側の電圧を出力するDC/DCコンバータにより実現される。

【0025】

FC補機23は、補機コンバータ24に接続される。FC補機23は、燃料電池21の発電に必要な付属機器である。FC補機23としては、例えば、燃料電池21を暖めるためのヒータ、燃料電池21に酸化剤ガス又は燃料ガスを供給するアクチュエータ、及び、燃料電池21に冷媒を循環させるアクチュエータなどが挙げられる。

50

【 0 0 2 6 】

F C 補機 2 3 を構成するアクチュエータの一例としては、燃料電池 2 1 に大気からの空気を酸化剤ガスとして供給するブロー又はコンプレッサが挙げられる。本実施形態の F C 補機 2 3 は、燃料電池 2 1 に酸化剤ガスを供給するコンプレッサにより構成される。

【 0 0 2 7 】

補機コンバータ 2 4 は、バッテリー 1 0 と F C 補機 2 3 との間に介装される電圧変換器である。補機コンバータ 2 4 は、バッテリー 1 0 及び燃料電池 2 1 のうちの少なくとも一方の出力電力を F C 補機 2 3 に供給する。例えば、補機コンバータ 2 4 は、F C コンバータ 2 2 とバッテリー 1 0 との間の電圧を F C 補機 2 3 の動作電圧範囲内の電圧値に変換する D C / D C コンバータにより実現される。

10

【 0 0 2 8 】

補助バッテリー 2 5 は、補機コンバータ 2 4 と F C 補機 2 3 との間に介装される。補助バッテリー 2 5 は、F C 補機 2 3 に電力を供給する。例えば、バッテリー 1 0 及び燃料電池 2 1 の両者から電力を取り出せない場合に補助バッテリー 2 5 は、F C 補機 2 3 に電力を供給する。補助バッテリー 2 5 は、例えば、数十ボルトの鉛バッテリーにより実現される。

【 0 0 2 9 】

コントローラ 3 0 は、所定の処理がプログラムされた中央演算処理装置 (C P U ; Central Processing Unit) 及び記憶装置を備える 1 つ又は複数のマイクロコンピュータにより構成される。電源システム 1 0 0 の動作を制御する制御装置である。

【 0 0 3 0 】

20

コントローラ 3 0 は、温度センサ 1 1、電流センサ 1 2、電圧センサ 1 3、F C 温度センサ 2 1 1、燃料残量センサ 2 1 2、アクセルセンサ 9 1 1、ブレーキセンサ 9 1 2 及び車速センサ 9 1 3 の各々から出力される検出値を取得する。コントローラ 3 0 は、取得した各検出値に応じて F C コンバータ 2 2、補機コンバータ 2 4 及びインバータ 9 1 の各々の動作を制御する。

【 0 0 3 1 】

例えば、コントローラ 3 0 は、アクセルセンサ 9 1 1 の検出値を用いて電動モータ 9 2 の駆動に必要な要求トルクを求め、その要求トルクに基づいて電源システム 1 0 0 に要求される要求電力を算出する。そしてコントローラ 3 0 は、算出した要求電力がバッテリー 1 0 及び燃料電池 2 1 のうち少なくとも一方から電動モータ 9 2 に供給されるように F C コンバータ 2 2、補機コンバータ 2 4 及びインバータ 9 1 の各々を制御する。

30

【 0 0 3 2 】

また、コントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 のうち少なくとも一方の検出値を用いてバッテリー 1 0 の充電量を算出し、その充電量の大きさに基づいて燃料電池システム 2 0 を起動する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態のコントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の検出値に基づいてバッテリー 1 0 の電流積算や電圧積算などの一般的な算出手法から得られる S O C (State Of Charge) をバッテリー 1 0 の充電量として算出する。

【 0 0 3 4 】

40

そしてコントローラ 3 0 は、算出したバッテリー 1 0 の S O C が所定の F C 起動閾値以下となった場合には、燃料電池システム 2 0 が起動するよう F C コンバータ 2 2、F C 補機 2 3 及び補機コンバータ 2 4 の各々を制御する。

【 0 0 3 5 】

一方、バッテリー S O C が所定の F C 停止閾値を上回った場合には、コントローラ 3 0 は、燃料電池システム 2 0 を停止する。ここにいう F C 停止閾値は、上述の F C 起動閾値と同一の値に設定されてもよく、あるいは、F C 起動閾値とは異なる値、例えば F C 起動閾値よりも大きな値又は小さな値に設定されてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、コントローラ 3 0 は、ドライバが乗車する際、又は車両の運転中に F C 操作ボタ

50

ン 200 から燃料電池システム 20 の起動を指示する起動操作信号を受け付けると、燃料電池システム 20 の起動処理を実行する。そしてコントローラ 30 は、バッテリー 10 から放電される電力が FC 補機 23 に供給されるよう補機コンバータ 24 の動作を制御する。

【0037】

図 2 は、バッテリー 10 の SOC に対するバッテリー 10 の最大出力の出力特性とバッテリー 10 の温度との関係を例示する図である。バッテリー 10 の最大出力とは、バッテリー 10 の放電電力の最大値のことである。

【0038】

図 2 に示すように、バッテリー 10 の温度が低下するほどバッテリー 10 の出力特性が悪くなる。例えば、氷点下の温度環境で車両を起動するときは、バッテリー 10 の温度が低いため、バッテリー 10 の出力特性が悪くなる。したがって、バッテリー 10 の温度が低いときには、負荷装置 90 の駆動に必要な要求電力をバッテリー 10 から取り出すことが困難になるため、バッテリー 10 を早期に暖機することが必要になる。

【0039】

図 3 は、バッテリー 10 の等価回路を説明する回路図である。

【0040】

図 3 に示すように、バッテリー 10 は電池本体 B の他に内部抵抗 R を有する。そのため、外部装置 E にバッテリー 10 を放電する場合には、内部抵抗 R に放電電流が流れるので、内部抵抗 R が発熱してバッテリー 10 自体が温められる。バッテリー 10 を充電する場合についても、同様に、内部抵抗 R に充電電流が流れるため、内部抵抗 R が発熱してバッテリー 10 自体が温められる。

【0041】

したがって、バッテリー 10 の温度が、自己の定格出力を確保するのに必要となる定格出力温度を下回るような場合にバッテリー 10 を放電又は充電することにより、バッテリー 10 の暖機を促進することが可能になる。

【0042】

図 4 は、燃料電池 21 の電流に対する電圧の出力特性と燃料電池 21 の温度との関係を例示する図である。

【0043】

図 4 に示すように、燃料電池 21 の出力特性についても、バッテリー 10 の出力特性と同様、燃料電池 21 の温度が低下するほど悪くなる。特に固体酸化型燃料電池に関しては、燃料電池 21 の温度を数百度の運転温度まで上昇させる暖機処理が必要となる。このため、燃料電池 21 の暖機が完了するまでに要する時間が長くなってしまう。

【0044】

例えば、暖機処理においてコントローラ 30 は、FC 補機 23 を構成するコンプレッサを駆動して、コンプレッサから吐出された酸化剤ガスを不図示の燃焼器やヒータなどで温めて燃料電池 21 に供給する。したがって、燃料電池 21 の応答性を向上させるには燃料電池システム 20 を早期に起動するのが好ましい。

【0045】

図 5 は、本実施形態における電源システム 100 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。

【0046】

ステップ S10 においてコントローラ 30 は、バッテリー 10 の温度状態及びバッテリー 10 の入出力電力状態などの動作状態を特定するためのバッテリー状態情報を取得する。

【0047】

バッテリー状態情報には、バッテリー 10 の温度 T_b を特定するための温度特定パラメータ（温度情報）と、バッテリー 10 の充電状態を特定するための充電特定パラメータとが含まれている。さらにバッテリー状態情報には、温度特定パラメータによって特定されたバッテリー 10 の温度 T_b と、充電特定パラメータによって特定されたバッテリー 10 の充電状態の有無とが示される。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

温度特定パラメータの一例として、コントローラ 3 0 は、温度センサ 1 1 の検出値を取得する。

【 0 0 4 9 】

あるいは、図 4 に示したようなバッテリー 1 0 の出力特性とバッテリー 1 0 の温度との関係を示す出力特性マップをあらかじめ記憶しておき、バッテリー 1 0 の電圧及び電流の関係が分かれば、バッテリー 1 0 の温度 T_b を推定することが可能になる。そのため、コントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の各々の検出値を温度特定パラメータとして取得するようにしてもよい。

【 0 0 5 0 】

または、バッテリー 1 0 の充放電量とバッテリー 1 0 の発熱量との関係を示す発熱量マップをコントローラ 3 0 に記憶しておき、バッテリー 1 0 の起動時における外気温センサ 1 0 1 の検出値をバッテリー 1 0 の温度 T_b とみなせば、バッテリー 1 0 の温度 T_b を推定することが可能になる。

【 0 0 5 1 】

そのため、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 の起動時における外気温センサ 1 0 1 の検出値と、起動後における電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の各検出値とを温度特定パラメータとして取得するようにしてもよい。あるいは、電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の各々の検出値に代えて、起動後におけるバッテリー 1 0 の SOC (State Of Charge) の変化量を用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

一方、充電特定パラメータの一例としては、コントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 の検出値を取得する。そしてコントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 の検出値がプラスの値を示す場合にはバッテリー 1 0 が放電状態であると判断し、電流センサ 1 2 の検出値がマイナスの値を示す場合にはバッテリー 1 0 が充電状態であると判断する。

【 0 0 5 3 】

あるいは、電動モータ 9 2 が回生状態であればバッテリー 1 0 が充電状態にあると推測することができるため、コントローラ 3 0 は、電動モータ 9 2 のトルク指令値を充電特定パラメータとして取得するようにしてもよい。このような場合にコントローラ 3 0 は、トルク指令値がプラスの値であれば電動モータ 9 2 が駆動状態であると判断し、トルク指令値がマイナスの値であれば電動モータ 9 2 が回生状態であると判断する。

【 0 0 5 4 】

または、バッテリー 1 0 の充電電力と燃料電池システム 2 0 の消費電力とを求め、バッテリー 1 0 の充電電力と燃料電池システム 2 0 の消費電力とを比較すれば、バッテリー 1 0 が充電状態であるか否かを推測することができる。そのため、コントローラ 3 0 は、電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の各々の検出値と、燃料電池 2 1 の発電電力の目標値とを充電特定パラメータとして取得するようにしてもよい。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 0 及び S 3 0 においてコントローラ 3 0 は、上述のバッテリー状態情報に基づいてバッテリー 1 0 の動作状態を判断する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 0 においてコントローラ 3 0 は、バッテリー状態情報のうち温度特定パラメータにより特定されるバッテリー 1 0 の温度 T_b が暖機閾値 T_t 以下であるか否かを判断する。暖機閾値 T_t は、例えば、バッテリー 1 0 から電動モータ 9 2 の駆動に最低限必要となる電力を取り出すことが可能なバッテリー 1 0 の温度を基準にあらかじめ定められた値である。

【 0 0 5 7 】

例えば、コントローラ 3 0 に上述の出力特性マップが記憶されている場合は、コントローラ 3 0 は、温度特定パラメータとして電流センサ 1 2 及び電圧センサ 1 3 の各々の検出値を取得し、取得した各検出値を用いてバッテリー 1 0 の放電電力を算出する。そしてコン

10

20

30

40

50

トローラ30は、バッテリー10の放電電力を算出すると、出力特性マップを参照して、その放電電力に関係付けられた温度をバッテリー10の温度 T_b として算出する。

【0058】

このように、コントローラ30は、温度特定パラメータに基づいてバッテリー10が所定温度以下であるか否かを判断する。そしてコントローラ30は、バッテリー10の温度 T_b が暖機閾値 T_t を上回ると判断した場合には、電源システム100の制御方法を終了する。

【0059】

ステップS30においてコントローラ30は、バッテリー10の温度 T_b が暖機閾値 T_t 以下であると判断された場合には、バッテリー状態情報のうち充電特定パラメータに基づいてバッテリー10の入出電力状態が充電状態であるか否かを判断する。

10

【0060】

例えば、充電特定パラメータとして電動モータ92のトルク指令値が用いられる場合は、コントローラ30は、トルク指令値の符号に基づいてバッテリー10が充電状態であるか否かを判断する。そしてコントローラ30は、トルク指令値がプラスの値である場合には、電動モータ92が駆動状態になるため、バッテリー10が充電状態ではないと判断する。一方、コントローラ30は、トルク指令値がマイナスの値である場合には、電動モータ92が回生状態になるため、バッテリー10が充電状態であると判断する。

【0061】

ステップS41においてコントローラ30は、バッテリー10が充電状態ではないと判断した場合には、FC補機23に対してバッテリー10を放電するよう補機コンバータ24の動作を制御する。すなわち、コントローラ30は、バッテリー10の放電電力を用いて、FC補機23の作動に必要な作動電力を補機コンバータ24からFC補機23に出力する。

20

【0062】

このとき、燃料電池システム20が停止状態である場合は、コントローラ30は、燃料電池システム20を起動してバッテリー10をFC補機23に放電する。本実施形態の燃料電池21は固体酸化型燃料電池であるため、コントローラ30は、燃料電池システム20の起動処理において燃料電池21の温度を数百度まで上昇させる暖機処理を実行する。

【0063】

一方、燃料電池システム20が既に起動しているときには、燃料電池21の発電電力がFC補機23に供給されていることがある。このような場合には、コントローラ30は、FC補機23に対する供給電力が燃料電池21の発電電力からバッテリー10の放電電力に切り替えられるようFCコンバータ22及び補機コンバータ24の動作を制御する。

30

【0064】

ステップS40においてコントローラ30は、バッテリー10が充電状態であると判断した場合には、FC補機23に対してバッテリー10の放電を抑制するように補機コンバータ24の動作を制御する。

【0065】

例えば、コントローラ30は、バッテリー10の放電を抑制するために、補機コンバータ24を制御して、バッテリー10からFC補機23に対する出力電力を、FC補機23の作動電力よりも小さな所定の電力値に減少させる。あるいは、コントローラ30は、補機コンバータ24からFC補機23に電力を出力することを停止する。

40

【0066】

具体的には、コントローラ30は、補機コンバータ24の出力側電圧値を、FC補機23に供給すべき作動電力の電圧値よりも昇圧する。このとき、FC補機23と補機コンバータ24との間に補助バッテリー25が接続されているため、補機コンバータ24の出力電力を減らした分の電力は、補助バッテリー25からFC補機23に取り出される。

【0067】

ステップS40又はS41の処理が終了すると、電源システム100の制御方法につい

50

ての一連の処理手順が終了する。

【 0 0 6 8 】

このように、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 の温度 T_b を特定する温度特定パラメータが所定値の暖機閾値 T_t 以下である場合には、上述の充電特定パラメータに基づいてバッテリー 1 0 が充電状態であるか否かを判断する。そしてコントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に供給される電力を減少又は停止する。

【 0 0 6 9 】

すなわち、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 の温度に関する温度特定パラメータが所定値以下である場合には、補機コンバータ 2 4 から F C 補機 2 3 へ出力される出力電力を F C 補機 2 3 が作動する作動電力に調整する。さらにコントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、補機コンバータ 2 4 の出力電力を作動電力よりも小さな値に設定する。

10

【 0 0 7 0 】

図 5 ではステップ S 2 0 の処理を実行した後にステップ S 3 0 の処理を実行したが、ステップ S 2 0 及び S 3 0 の各処理を並行して実行してもよい。

【 0 0 7 1 】

図 6 は、バッテリー 1 0 の温度 T_b が暖機閾値 T_t よりも低い場合におけるバッテリー 1 0 及び燃料電池システム 2 0 の電力制御手法の一例を示すタイムチャートである。

【 0 0 7 2 】

20

ここでは横軸が時間を示し、縦軸がバッテリー 1 0 の充電電力及び放電電力を示す。バッテリー 1 0 の充電電力又は放電電力の絶対値が大きくなるほど、バッテリー 1 0 の自己発熱量は大きくなり、バッテリー 1 0 の暖機が促進される。

【 0 0 7 3 】

I N V 電力は、バッテリー 1 0 からインバータ 9 1 へのプラスの駆動電力と電動モータ 9 2 からインバータ 9 1 へのマイナスの回生電力とを表わし、F C 補機電力は、バッテリー 1 0 から補機コンバータ 2 4 を介して F C 補機 2 3 に放電される電力を表わす。バッテリー入出力電力は、バッテリー 1 0 におけるトータルの充電電力及び放電電力の変化を表わす。

【 0 0 7 4 】

時刻 t_0 よりも前からコントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 の温度 T_b が暖機閾値 T_t よりも低いと判断し、燃料電池システム 2 0 の起動処理を実行している。本実施形態の燃料電池 2 1 は固体酸化型燃料電池であるため、燃料電池システム 2 0 の起動処理には、燃料電池 2 1 の温度を発電に適した温度まで上昇させる暖機処理が含まれる。

30

【 0 0 7 5 】

そしてドライバが車両を加速するためにアクセルペダルを踏み込んだことで、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 からインバータ 9 1 を介して電動モータ 9 2 に電力を供給している。

【 0 0 7 6 】

時刻 t_0 では、バッテリー 1 0 の温度 T_b が暖機閾値 T_t よりも低いままである。このため、コントローラ 3 0 は、F C コンバータ 2 2 を制御してバッテリー 1 0 からインバータ 9 1 に電力を供給しつつ、補機コンバータ 2 4 を制御して F C 補機 2 3 にバッテリー 1 0 を放電する。

40

【 0 0 7 7 】

これにより、バッテリー 1 0 から I N V 電力だけでなく F C 補機電力の放電が行われるので、バッテリー 1 0 の放電電流が増加し、バッテリー 1 0 の暖機が促進される。さらにバッテリー 1 0 の放電電力が F C 補機 2 3 に供給されるので、燃料電池システム 2 0 の起動処理で消費される電力の一部がバッテリー 1 0 により補填される。

【 0 0 7 8 】

このため、電源システム 1 0 0 は、バッテリー 1 0 の出力特性を早期に改善することができるとともに、燃料電池システム 2 0 の暖機処理を効率よく実行することができる。

50

【0079】

時刻 t_1 では、車両を減速するためにアクセルペダルからドライバの足が離されたことで、電動モータ92からインバータ91を介してバッテリー10に回生電力が充電される。そのため、INV電力がプラスの値からマイナスの値に切り替わる。

【0080】

このとき、コントローラ30は、電動モータ92のトルク指令値の符号がプラスからマイナスに切り替わるため、バッテリー10が充電状態であると判断する。そしてコントローラ30は、バッテリー10から補機コンバータ24を介してFC補機23に供給される電力を停止する。このため、FC補機電力は0(ゼロ)になる。

【0081】

このように、バッテリー10が充電状態に遷移したときにバッテリー10からFC補機23への電力供給を停止することで、バッテリー10の内部抵抗Rに流れる充電電流が減少するのを抑制することができる。したがって、バッテリー10の充電量を増やしつつ、バッテリー10の自己発熱量の低下を抑制することができる。

【0082】

このため、バッテリー10の充電時には効率よくバッテリー10の暖機を行いつつ、バッテリー10の放電時にはバッテリー10の暖機を促進することができる。

【0083】

時刻 t_2 では、再び車両を加速するためにドライバがアクセルペダルを踏み込んだことで、バッテリー10からINV電力に加えてFC補機電力が放電される。これにより、バッテリー10の放電電流が大きくなって自己発熱量が大きくなるので、バッテリー10の暖機が促進される。

【0084】

このようにバッテリー10の温度 T_b が暖機閾値 T_t よりも低い状況においては、バッテリー10が充電状態に遷移するまでFC補機23に対してバッテリー10を放電することにより、効率よくバッテリー10の出力特性を改善させることができる。

【0085】

本発明の第1実施形態によれば、電源システム100は、燃料電池21が発電するように作動するFC補機23を有する燃料電池システム20と、放電及び充電によって発熱するバッテリー10とを備え、負荷装置90に電力を供給する。

【0086】

上述の電源システム100の制御方法は、バッテリー10の動作状態を判断するステップS20及びS30と、ステップS20においてバッテリー10が所定温度以下であると判断された場合にはバッテリー10の放電によりFC補機23に電力を供給するステップS41とを含む。そして電源システム100の制御方法は、ステップS30においてバッテリー10が充電状態であると判断された場合には、ステップS41においてFC補機23に供給される電力を減少又は停止するステップS40を備える。

【0087】

図2及び図4に示したように、バッテリー10が所定温度以下である場合には、バッテリー10の出力特性だけでなく燃料電池システム20の出力特性も悪くなっているおそれがある。

【0088】

この対策として、本実施形態によれば、バッテリー10が充電状態に遷移するまでFC補機23に対してバッテリー10を放電することにより、バッテリー10の内部抵抗Rに流れる放電電流が増加するので、バッテリー10の暖機を促進させることができる。さらに、バッテリー10の放電電力が燃料電池システム20の暖機処理で有効に利用されるので、バッテリー10から放電される電力量の分だけ燃料電池21の発電電力や補助バッテリー25の電力などの消費を削減することができる。したがって、バッテリー10及び燃料電池21の双方の暖機を促進しつつ、燃料電池システム20におけるエネルギー損失の増加を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

これに加えて、本実施形態によれば、バッテリー 1 0 が充電状態に遷移した場合にバッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に供給される電力を減少又は停止する。これにより、バッテリー 1 0 の充電電力の減少が抑えられるので、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 への無駄な放電を抑制しつつバッテリー 1 0 の自己発熱量の低下を抑制することができる。

【 0 0 9 0 】

このため、バッテリー 1 0 の放電による昇温効果の低下を抑制しつつ、電源システム 1 0 0 の出力特性を早期に改善することができる。すなわち、効率よくバッテリー 1 0 の出力特性を改善することができる。

【 0 0 9 1 】

また、本実施形態によれば、電源システム 1 0 0 は、F C 補機 2 3 に接続される補助バッテリー 2 5 をさらに含む。そしてコントローラ 3 0 は、図 5 のステップ S 4 0 で述べたように、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、補助バッテリー 2 5 から F C 補機 2 3 に電力を供給して F C 補機 2 3 を作動させる。

【 0 0 9 2 】

これにより、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に供給される電力を抑制したときに、F C 補機 2 3 への電力が不足するのを回避することができる。それゆえ、F C 補機 2 3 の動力低下に伴って燃料電池 2 1 の出力特性の改善度合いが悪くなるのを抑制することができる。

【 0 0 9 3 】

特に本実施形態によれば、電源システム 1 0 0 は、バッテリー 1 0 と F C 補機 2 3 との間に介装される補機コンバータ 2 4 をさらに含む。補機コンバータ 2 4 は、F C 補機 2 3 の電圧をバッテリー 1 0 の電圧から降圧する。そしてコントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、補機コンバータ 2 4 から F C 補機 2 3 に出力される出力電力を減少又は停止させる。

【 0 0 9 4 】

このように、コントローラ 3 0 が補機コンバータ 2 4 の出力電力を制御することにより、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に供給される電力を減少させることができる。さらに補助バッテリー 2 5 は、図 1 に示したように、F C 補機 2 3 に直接接続されており、補機コンバータ 2 4 での電力損失が生じないので、効率よく F C 補機 2 3 に電力を供給することができる。

【 0 0 9 5 】

また、本実施形態におけるコントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、F C コンバータ 2 2 及び補機コンバータ 2 4 を制御して燃料電池 2 1 から F C 補機 2 3 に電力を供給する。これにより、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 への電力供給を抑制しつつ、F C 補機 2 3 を作動させることができる。

【 0 0 9 6 】

このように、コントローラ 3 0 が F C 補機 2 3 に対して燃料電池 2 1 の発電電力を供給することにより、F C 補機 2 3 を停止させずに済むので、バッテリー 1 0 を効率よく暖機しつつ燃料電池 2 1 の暖機を継続することができる。したがって、バッテリー 1 0 及び燃料電池 2 1 の双方の暖機を早期に完了することができる。

【 0 0 9 7 】

あるいは、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断した場合には、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に電力を供給して F C 補機 2 3 を作動させるようにしてもよい。

【 0 0 9 8 】

例えば、バッテリー 1 0 の S O C が上述の F C 起動閾値よりも低い場合には、燃料電池システム 2 0 の起動が必要となるため、コントローラ 3 0 は、バッテリー 1 0 から F C 補機 2 3 に電力を供給する。あるいは、バッテリー 1 0 の S O C が過充電になり得る場合、又は、燃料電池 2 1 の温度が通常運転閾値に数秒で到達するような場合には、コントローラ 3 0

10

20

30

40

50

は、バッテリー 10 から F C 補機 23 に電力を供給する。

【0099】

このように、コントローラ 30 は、バッテリー 10 の暖機に対して燃料電池 21 の暖機を優先したほうがよい場合にバッテリー 10 の放電を抑制することなく、バッテリー 10 から F C 補機 23 に電力を供給する。これにより、電源システム 100 から負荷装置 90 に対して電力を継続して供給することができる。

【0100】

また、本実施形態によれば、負荷装置 90 は、駆動状態及び回生状態を有する電動モータ 92 を含む。そしてコントローラ 30 は、図 5 に示したステップ S 10 及び S 30 で述べたように、電動モータ 92 が回生状態に遷移した場合にバッテリー 10 が充電状態であると判断する。例えば、コントローラ 30 は、電動モータ 92 のトルク指令値の符号又は電動モータ 92 の電流値の符号に基づいて電動モータ 92 が回生状態に遷移したか否かを判断する。このように、コントローラ 30 が電動モータ 92 の作動状態を検出又は推定することにより、バッテリー 10 が充電状態であるか否かを判断することができる。

【0101】

さらに、コントローラ 30 は、ステップ S 10 で述べたように、電流センサ 12 を用いてバッテリー 10 の電流を検出し、検出した電流の値が充電電流を示す場合には、バッテリー 10 が充電状態であると判断するようにしてもよい。本実施形態ではバッテリー 10 に充電される際の充電電流はマイナスの値を示す。

【0102】

このように、コントローラ 30 が電流センサ 12 を用いることにより、的確にバッテリー 10 の動作状態を判断することができる。したがって、バッテリー 10 が放電状態から充電状態へと切り替わったにもかかわらず、F C 補機 23 に対するバッテリー 10 の放電が継続してしまう期間を短くすることができる。

【0103】

また、本実施形態によれば、燃料電池 21 は固体酸化型燃料電池により構成され、コントローラ 30 は、図 5 のステップ S 41 で述べたように、燃料電池システム 20 を起動する場合には固体酸化型燃料電池を暖機する。

【0104】

固体酸化型燃料電池は、自己の温度を数百度まで上昇させる必要がある。そのため、固体酸化型燃料電池の暖機が終了するには特定の時間、例えば数十分を要する。このように固体酸化型燃料電池を用いることにより、燃料電池 21 の暖機に時間を要するため燃料電池 21 の応答性が悪くなる。このため、バッテリー 10 が充電状態にある場合にもバッテリー 10 の暖機を促進させることにより、電源システム 100 の応答性を改善することができる。

【0105】

そしてコントローラ 30 は、燃料電池 21 が特定温度、例えば 600 以上になった場合に燃料電池 21 の暖機を終了する。これにより、バッテリー 10 が充電状態に遷移したときに、燃料電池 21 から F C コンバータ 22 を介してバッテリー 10 に発電電力を充電することが可能になるので、バッテリー 10 の充電電力が増加してバッテリー 10 の暖機を促進することができる。

【0106】

(第 2 実施形態)

図 7 は、本発明の第 2 実施形態におけるコントローラ 30 の主要な機能構成の一例を示すブロック図である。

【0107】

コントローラ 30 は、暖機判断部 310 と、充電/放電判断部 320 と、バッテリー放電処理部 330 と、バッテリー充電処理部 340 と、処理切替部 350 と、作動指令部 360 とを備える。

【0108】

暖機判断部 310 は、バッテリー 10 の温度状態を判断する。暖機判断部 310 は、図 5 のステップ S20 で述べたように、バッテリー 10 の温度特定パラメータを用いてバッテリー 10 の温度 T_b が暖機閾値 T_t 以下であるか否かを判断する。

【0109】

バッテリー 10 の温度特定パラメータとしては、例えば、温度センサ 11 の検出値、電流センサ 12 及び電圧センサ 13 の各検出値などが挙げられる。電源システム 100 を起動する場合には、FC 温度センサ 211 の検出値又は外気温度センサの検出値をバッテリー 10 の温度特定パラメータとして用いてもよい。

【0110】

暖機判断部 310 は、バッテリー 10 の温度 T_b が暖機閾値 T_t 以下である場合には、バッテリー 10 の暖機が必要である旨を示す暖機指令信号を充電/放電判断部 320 に出力する。一方、暖機判断部 310 は、バッテリー 10 の温度 T_b が暖機閾値 T_t を上回る場合には、バッテリー 10 の暖機が必要でない旨を示す通常指令信号を充電/放電判断部 320 に出力する。

【0111】

充電/放電判断部 320 は、暖機判断部 310 から暖機指令信号を受信すると、バッテリー 10 の電力状態を判断する。充電/放電判断部 320 は、図 5 のステップ S30 で述べたように、バッテリー 10 の充電特定パラメータを用いてバッテリー 10 の電力状態が充電状態であるか否かを判断する。

【0112】

バッテリー 10 の充電特定パラメータとしては、例えば、電流センサ 12 及び電圧センサ 13 の少なくとも一方の検出値、又は作動指令部 360 からインバータ 91 に出力されるトルク指令値などが挙げられる。なお、充電/放電判断部 320 には、判断結果が短時間で頻繁に切り替わることがないようにヒステリシスを持たせるようにしてもよい。

【0113】

充電/放電判断部 320 は、バッテリー 10 が充電状態であると判断した場合には、バッテリー 10 の充電を示す充電制御信号を処理切替部 350 に出力する。一方、充電/放電判断部 320 は、バッテリー 10 が充電状態ではないと判断した場合には、バッテリー 10 の放電を示す放電制御信号を処理切替部 350 に出力する。

【0114】

バッテリー放電処理部 330 は、補機コンバータ 24 を制御して FC 補機 23 に対してバッテリー 10 を放電する。具体的には、バッテリー放電処理部 330 は、アクセルセンサ 911 の検出値に基づいて、電動モータ 92 の回生力及び駆動力を示すトルク指令値、燃料電池 21 の発電電力を示す発電指令値、FC 補機 23 を駆動するための補機作動指令値を算出する。

【0115】

本実施形態における FC 補機 23 は燃料電池 21 に酸化剤ガスを供給するコンプレッサであるため、バッテリー充電処理部 340 は、上述の補機作動指令値としてコンプレッサに備えられた駆動モータのトルク指令値を算出する。バッテリー放電処理部 330 は、算出した電動モータ 92 のトルク指令値、燃料電池 21 の発電指令値、及び FC 補機 23 の補機作動指令値を処理切替部 350 に出力する。

【0116】

バッテリー充電処理部 340 は、補機コンバータ 24 を制御して FC 補機 23 に供給される電力を抑制する。具体的には、バッテリー充電処理部 340 は、アクセルセンサ 911 の検出値に基づいて、電動モータ 92 のトルク指令値、燃料電池 21 の発電指令値、FC 補機 23 の補機作動指令値を算出する。バッテリー放電処理部 330 は、算出結果を処理切替部 350 に出力する。

【0117】

処理切替部 350 は、充電/放電判断部 320 から放電制御信号を受信すると、バッテリー放電処理部 330 の算出結果を作動指令部 360 に出力する。一方、処理切替部 350

10

20

30

40

50

は、充電/放電判断部 3 2 0 から充電制御信号を受信すると、バッテリー充電処理部 3 4 0 の算出結果を作動指令部 3 6 0 に出力する。

【 0 1 1 8 】

作動指令部 3 6 0 は、電動モータ 9 2 のトルク指令値をインバータ 9 1 に供給し、燃料電池 2 1 の発電指令値を F C コンバータ 2 2 に供給し、F C 補機 2 3 の作動指令値を補機コンバータ 2 4 に供給する。

【 0 1 1 9 】

図 8 は、本実施形態におけるバッテリー充電処理部 3 4 0 の機能構成の一例を示すブロック図である。

【 0 1 2 0 】

バッテリー充電処理部 3 4 0 は、モータ要求トルク演算部 3 4 1 と、トルク/電力変換部 3 4 2 と、バッテリー制限充電量演算部 3 4 3 と、回生電力設定部 3 4 4 と、電力/トルク変換部 3 6 1 とを備える。さらにバッテリー充電処理部 3 4 0 は、余剰充電量演算部 3 4 5 と、下限設定部 3 4 6 と、充電可能電力設定部 3 4 7 と、F C 上限発電量演算部 3 4 8 と、発電電力設定部 3 4 9 と、F C 補機指令演算部 3 6 2 と、F C 発電指令演算部 3 6 3 とを備える。

【 0 1 2 1 】

モータ要求トルク演算部 3 4 1 は、アクセルセンサ 9 1 1、ブレーキセンサ 9 1 2 及び車速センサ 9 1 3 の各検出値を用いて、電動モータ 9 2 の駆動に必要なモータ要求トルクを演算する。

【 0 1 2 2 】

例えば、アクセルペダルの操作量が大きくなるほどモータ要求トルクは 0 よりも大きくなり、車速が大きくなるほどモータ要求トルクは小さくなる。このようにモータ要求トルクがプラス側で増減することにより、電動モータ 9 2 の駆動力が増減することになる。

【 0 1 2 3 】

そしてアクセルペダルの操作量に関する単位時間あたりの減少量が大きくなるほど、又は、ブレーキペダルの操作量が大きくなるほど、モータ要求トルクは 0 よりも小さくなる。このようにモータ要求トルクがマイナス側で増加することにより、電動モータ 9 2 の回生力が増加することになる。

【 0 1 2 4 】

本実施形態のモータ要求トルク演算部 3 4 1 には、一般的に用いられる所定の要求トルクマップがあらかじめ記憶されている。要求トルクマップは、アクセルペダルの操作量、ブレーキペダルの操作量、及び車速により特定される運転点ごとにモータ要求トルクの設定値が対応付けられている。

【 0 1 2 5 】

そしてモータ要求トルク演算部 3 4 1 は、アクセルセンサ 9 1 1、ブレーキセンサ 9 1 2 及び車速センサ 9 1 3 の各検出値を取得すると、要求トルクマップを参照して、これらの検出値で特定される運転点に対応付けられたモータ要求トルクの設定値を算出する。

【 0 1 2 6 】

あるいは、モータ要求トルク演算部 3 4 1 は、一般的に用いられる所定の演算式に対してアクセルセンサ 9 1 1、ブレーキセンサ 9 1 2 及び車速センサ 9 1 3 の各検出値を適用することにより、モータ要求トルクを算出するようにしてもよい。

【 0 1 2 7 】

トルク/電力変換部 3 4 2 は、モータ要求トルク演算部 3 4 1 の算出結果に基づいて、その算出結果をモータ要求電力に変換する。モータ要求電力は、電動モータ 9 2 の駆動に必要な駆動電力の大きさ、及び、電動モータ 9 2 の回生により発生する回生電力の大きさを示すパラメータである。

【 0 1 2 8 】

ここでは、電動モータ 9 2 が駆動状態であるときにはモータ要求電力がプラスの値を示し、電動モータ 9 2 が回生状態であるときにはモータ要求電力がマイナスの値を示す。例

10

20

30

40

50

えば、モータ要求トルクが0よりも小さくなるほど、モータ要求電力はマイナス側、すなわち回生側で増加する。そして車速センサ913の検出値が大きくなるほどモータ要求電力は回生側で小さくなる。

【0129】

トルク/電力変換部342は、モータ要求トルク演算部341の検出結果と車速センサ913の検出値とを一般的な所定の演算式又は所定のマップに適用して、モータ要求電力を算出する。

【0130】

バッテリー制限充電量演算部343は、バッテリー10の過充電を回避するため、図6に示したように、バッテリー10に関する充電電力の制限値を示す充電下限値を演算する。この例では充電下限値はマイナスの値を示す。

10

【0131】

図2に示したように、バッテリー10の温度が下るほど、バッテリー10の放電特性が悪くなるため、バッテリー10の最大出力である放電電力の上限値は低くなる。同様に、バッテリー10の温度が下るほど、バッテリー10の充電特性が悪くなるため、バッテリー10の充電下限値が高くなる。

【0132】

このため、本実施形態におけるバッテリー制限充電量演算部343は、温度センサ11の検出値に基づいてバッテリー10の充電下限値を算出する、例えば、バッテリー制限充電量演算部343には、バッテリー10の温度ごとに充電下限値の設定値が対応付けられた下限充電量マップがあらかじめ記憶されている。

20

【0133】

そしてバッテリー制限充電量演算部343は、温度センサ11の検出値を取得すると、下限充電量マップを参照して、温度センサ11の検出値に対応付けられた設定値を充電下限値として算出する。

【0134】

なお、図2に示したようにバッテリー10の充電下限値は、バッテリー10の温度だけではなく、バッテリー10のSOCの変化でも変化する。このため、バッテリー制限充電量演算部343は、バッテリー10のSOCに応じて充電下限値を補正してもよい。例えば、バッテリー制限充電量演算部343は、バッテリー10のSOCが大きくなるほど充電下限値を増加させる。また、バッテリー10の温度として温度センサ11の検出値を用いたが、上述の温度特定パラメータにより得られるバッテリー10の温度の推定値を用いてもよい。

30

【0135】

回生電力設定部344は、トルク/電力変換部342からのモータ要求電力と、バッテリー制限充電量演算部343からの充電下限値とのうち大きいほうの数値を電動モータ92の目標回生電力として設定する。目標回生電力は、電動モータ92の回生電力の目標値を示すパラメータである。

【0136】

余剰充電量演算部345は、電動モータ92からバッテリー10に充電される回生電力としてトルク/電力変換部342からのモータ要求電力を取得する。そして余剰充電量演算部345は、取得したモータ要求電力から充電下限値を減じることにより、バッテリー10に対して電動モータ92からの回生電力の他に充電可能な電力の上限値を示す余剰充電可能電力を演算する。

40

【0137】

下限設定部346は、余剰充電可能電力が0よりも小さな値になるのを避けるために「0」を余剰充電可能電力の下限値として設定する。

【0138】

充電可能電力設定部347は、余剰充電可能電力とその下限値とのうち大きいほうの数値を余剰充電可能電力として新たに設定する。

【0139】

50

FC上限発電量演算部348は、燃料電池21の過剰な発電に起因する性能劣化を回避するよう、燃料電池21に関する発電電力の上限値を示す発電上限値を算出する。発電上限値は、実験データ又はシミュレーション結果などを考慮してあらかじめ定められたものでもよいし、燃料電池21の温度に応じて変更されるものであってもよい。

【0140】

発電電力設定部349は、バッテリー10の余剰充電可能電力と燃料電池21の発電上限値とのうち小さいほうの数値を、燃料電池21に関する発電電力の目標値を示す目標発電電力として設定する。

【0141】

電力/トルク変換部361は、回生電力設定部344からの目標回生電力に基づいて、目標回生電力を電動モータ92のトルク指令値に変換する。

10

【0142】

本実施形態の電力/トルク変換部361は、目標回生電力と車速センサ913の検出値とを所定の演算式又は所定のマップに適用して、電動モータ92のトルク指令値を算出する。目標回生電力が大きくなるほどトルク指令値はマイナス側で大きくなり、車速が大きくなるほどトルク指令値はマイナス側で小さくなる。電力/トルク変換部361は、算出したトルク指令値をインバータ91に出力する。

【0143】

FC補機指令演算部362は、発電電力設定部349からの目標発電電力に基づいて、FC補機23の作動に必要な作動電力の値を示す補機作動指令値を演算する。例えば、目標発電電力が大きくなるほど、燃料電池21の発電に必要な空気量が増加するので、補機作動指令値は大きくなる。FC補機指令演算部362は、上述の補機作動指令値を補機コンバータ24に供給する。

20

【0144】

FC発電指令演算部363は、発電電力設定部349からの目標発電電力に基づいて、燃料電池21から取り出すべき電力の値を示す発電指令値を演算する。例えば、目標発電電力が大きくなるほど、燃料電池21の発電指令値は大きくなる。FC発電指令演算部363は、その発電指令値をFCコンバータ22に出力する。

【0145】

このようにバッテリー充電処理部340においては、余剰充電量演算部345が電動モータ92の回生電力の他にバッテリー10に充電可能な燃料電池21の発電電力を算出する。これにより、FC補機23に対してバッテリー10から電力が供給されることなく、バッテリー10に充電される電力が充電下限値に達するように燃料電池21の発電量を増加させることが可能になる。

30

【0146】

図9は、バッテリー10が充電状態に遷移した場合におけるバッテリー10及び燃料電池21の電力制御手法の一例を示すタイムチャートである。

【0147】

図9には、図6に示したバッテリー入出電力及びINV電力に加えて、バッテリー10に充電される燃料電池21の発電電力の大きさを示すFC発電量が示されている。

40

【0148】

時刻 t_{10} よりも前において、暖機判断部310は、バッテリー10の温度 T_b が暖機閾値 T_t よりも低いと判断する。また、コントローラ30は燃料電池システム20の起動処理を実行したことにより、燃料電池21の温度が上述の通常運転閾値まで上昇したため、燃料電池21の暖機は終了している。

【0149】

燃料電池21の暖機終了後は、コントローラ30は、FCコンバータ22及び補機コンバータ24を制御して燃料電池21からFC補機23に電力を供給する。このため、FC補機23に対してバッテリー10の放電は行われない。

【0150】

50

そして時刻 t 1 0 から時刻 t 1 1 までの間は、電動モータ 9 2 の駆動により I N V 電力がプラスの値になるため、充電/放電判断部 3 2 0 は、バッテリー 1 0 が放電状態にあると判断する。この期間において燃料電池 2 1 の温度が特定の通常運転閾値、例えば約 6 0 0 まで上昇し、燃料電池 2 1 の暖機処理を終了する。

【 0 1 5 1 】

時刻 t 1 1 では、I N V 電力が 0 からマイナスの値になるため、充電/放電判断部 3 2 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態にあると判断する。このため、バッテリー充電処理部 3 4 0 は、バッテリー 1 0 の余剰充電可能電力のうち、燃料電池 2 1 の発電上限値を超過しない範囲で燃料電池 2 1 の目標発電電力を設定する。この例では、目標発電電力は発電上限値に設定される。

10

【 0 1 5 2 】

その後、時刻 t 1 2 の直前において、ブレーキペダルの操作量の増加に伴って電動モータ 9 2 の回生電力が増加し、I N V 電力の低下速度がさらに大きくなる。

【 0 1 5 3 】

時刻 t 1 2 では、I N V 電力の低下速度が大きくなったことに伴い、バッテリー 1 0 の充電電力を示すバッテリー入出電力が充電下限値に達する。そして図 8 に示したバッテリー充電処理部 3 4 0 において、充電可能電力設定部 3 4 7 で設定された余剰充電可能電力が発電上限値よりも低下するため、目標発電電力は余剰充電可能電力に設定される。余剰充電可能電力は、モータ要求電力の増減に応じて変化するため、図 9 に示すように、モータ要求電力に相当する I N V 電力が低下するに従って F C 発電量は減少する。

20

【 0 1 5 4 】

時刻 t 1 3 では、再び車両を加速するためにドライバがアクセルペダルを踏み込んだことで、I N V 電力はマイナスの値からプラスの値に急峻に変化する。

【 0 1 5 5 】

このようにバッテリー充電処理部 3 4 0 は、バッテリー 1 0 が充電状態に遷移した場合に燃料電池 2 1 の発電電力をバッテリー 1 0 に充電する。これにより、バッテリー 1 0 の充電電力が増加するので、バッテリー 1 0 の暖機を促進することができる。

【 0 1 5 6 】

この例では、燃料電池 2 1 の暖機が終了しているため、バッテリー 1 0 が放電状態にある時刻 t 1 0 から時刻 t 1 1 までの期間、及び、時刻 t 1 3 以降において F C 補機 2 3 に対してバッテリー 1 0 の放電が行われていない。しかしながら、図 6 に示したようにバッテリー 1 0 が放電状態にあるときには F C 補機 2 3 に対してバッテリー 1 0 の放電を行ってもよい。これにより、バッテリー 1 0 の暖機を促進することができる。

30

【 0 1 5 7 】

また、時刻 t 1 2 でバッテリー入出電力が充電下限値に達したときに I N V 電力に応じて F C 発電量を減らしたが、バッテリー充電処理部 3 4 0 は、バッテリー入出電力が充電下限値に達した時に F C 発電電力が 0 になるように燃料電池 2 1 の発電を停止するようにしてもよい。これにより、I N V 電力の急峻な変化によってバッテリー入出電力が充電下限値を超過するような事態を抑制することができる。

【 0 1 5 8 】

本発明の第 2 実施形態によれば、バッテリー充電処理部 3 4 0 は、図 9 に示したように、バッテリー 1 0 が充電状態であると判断された場合において燃料電池 2 1 の暖機が終了しているときは、燃料電池 2 1 の発電電力を用いてバッテリー 1 0 を充電する。これにより、バッテリー 1 0 が充電状態に遷移した場合にバッテリー 1 0 に流れる電流が増加するので、バッテリー 1 0 の暖機を促進することができる。

40

【 0 1 5 9 】

また、本実施形態によれば、図 8 に示したバッテリー制限充電量演算部 3 4 3 が、バッテリー 1 0 の温度に基づいてバッテリー 1 0 の充電電力の制限値を求める。そして発電電力設定部 3 4 9 は、充電可能電力設定部 3 4 7 を用いてバッテリー 1 0 の充電電力がその制限値を超えないよう燃料電池 2 1 の発電電力を減少又は停止させる。これにより、バッテリー 1 0

50

の充電電力が制限値を超過するのを回避することが可能となり、バッテリー10の過充電によるバッテリー10の劣化を抑制することができる。

【0160】

(第3実施形態)

図10は、本発明の第3実施形態における充電/放電判断部320の機能構成の一例を示すブロック図である。

【0161】

本実施形態の充電/放電判断部320は、バッテリー充電電力演算部321と、FC補機消費電力演算部322と、FC発電電力演算部323と、演算部324と、閾値設定部325と、比較部326とを備える。

10

【0162】

バッテリー充電電力演算部321は、バッテリー10の電流センサ12及び電圧センサ13の各検出値に基づいて、バッテリー10の充電電力を演算する。この充電電力の演算値は、バッテリー10が充電状態にあるときにプラスの値を示す。具体的にはバッテリー充電電力演算部321は、電流センサ12の検出値に電圧センサ13の検出値を乗じることにより、バッテリー10の充電電力を算出する。

【0163】

FC補機消費電力演算部322は、FC補機指令演算部362からの補機作動指令値に基づいてFC補機23の消費電力を演算する。例えば、補機作動指令値がコンプレッサのトルク指令値である場合は、FC補機消費電力演算部322は、コンプレッサのトルク指令値とコンプレッサの回転速度とを用いてFC補機23の消費電力を算出する。

20

【0164】

あるいは、燃料電池21を暖機するためのヒータがFC補機23に含まれている場合は、FC補機消費電力演算部322は、ヒータの出力をコンプレッサの消費電力に加算した値をFC補機23の消費電力として算出してもよい。

【0165】

FC発電電力演算部323は、FC発電指令演算部363からの発電指令値に基づいて燃料電池21の発電電力を演算する。例えば、発電指令値が、燃料電池21の目標発電電力を取り出すために必要となるFCコンバータ22の燃料電池側電圧値を示す場合は、FC発電電力演算部323は、燃料電池側電圧から燃料電池21の発電電力を算出する。

30

【0166】

なお、FC発電電力演算部323は、図8に示した発電電力設定部349から目標発電電力を取得し、その取得した値を演算部324に出力するようにしてもよい。

【0167】

演算部324は、FC発電電力演算部323から取得した燃料電池21の発電電力からFC補機消費電力演算部322からの消費電力を減じることにより、燃料電池システム20の消費電力を算出する。そして演算部324は、燃料電池システム20の消費電力とバッテリー充電電力演算部321からの充電電力とを加算する。

【0168】

閾値設定部325は、バッテリー10の充電電力が燃料電池システム20の消費電力を上回るか否かを判断するための判断閾値として「0」を設定する。

40

【0169】

比較部326は、演算部324の演算結果と判断閾値とを比較する。すなわち、比較部326は、バッテリー10の充電電力が燃料電池システム20の消費電力を上回るか否かを判断する。

【0170】

そしてバッテリー10の充電電力が燃料電池システム20の消費電力を上回る場合には、比較部326は、バッテリー10が充電状態に遷移すると判断し、判断結果として「1」を出力する。一方、比較部326は、バッテリー10の充電電力が燃料電池システム20の消費電力以下である場合には、バッテリー10が充電状態に遷移しないと判断し、判断結果と

50

して「0」を出力する。

【0171】

このように、充電/放電判断部320がバッテリー10の充電電力の検出値と燃料電池システム20の消費電力の予測値とを比較することにより、事前にバッテリー10が充電状態に遷移するか否かを判断することができる。

【0172】

なお、比較部326には、演算部324の演算結果が0近傍で変動するような場合に判定結果が短時間で頻繁に切り替わることがないようにヒステリシスを持たせるようにしてもよい。

【0173】

本発明の第3実施形態によれば、図10に示したように、充電/放電判断部320は、バッテリー10の電流の検出値、及びバッテリー10の電圧の検出値を用いてバッテリー10の充電電力を算出する。さらに充電/放電判断部320は、燃料電池21の発電指令値及びFC補機23の作動指令値を用いて燃料電池システム20の消費電力を算出する。そして充電/放電判断部320は、バッテリー10の充電電力が燃料電池システム20の消費電力を上回る場合にバッテリー10が充電状態であると判断する。

10

【0174】

仮に充電/放電判断部320がバッテリー10の充電電力の検出値だけを監視していると、図6の時刻t1においては、INV電力が「0」に達しているにもかかわらず、バッテリー入出電力は「0」に達していないため、バッテリー10が充電状態にあるとの判断はなされない。この結果、バッテリー10の放電によるFC補機電力の供給は停止されない。

20

【0175】

このため、バッテリー入出電力がINV電力の低下に従って徐々に低下するため、時刻t1からバッテリー入出電力が「0」に達するまでの期間は、バッテリー10の放電によりFC補機電力の供給が継続してしまう。

【0176】

これに対して本実施形態によれば、充電/放電判断部320がバッテリー10の充電電力の検出値と燃料電池システム20の指令値に基づく消費電力の予測値とを比較するので、バッテリー10が充電状態に遷移することを的確に判断することができる。このため、電動モータ92が回生状態にあるにもかかわらず、FC補機23に対してバッテリー10を放電することで、バッテリー10の暖機を阻害するのを抑制することができる。

30

【0177】

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。

【0178】

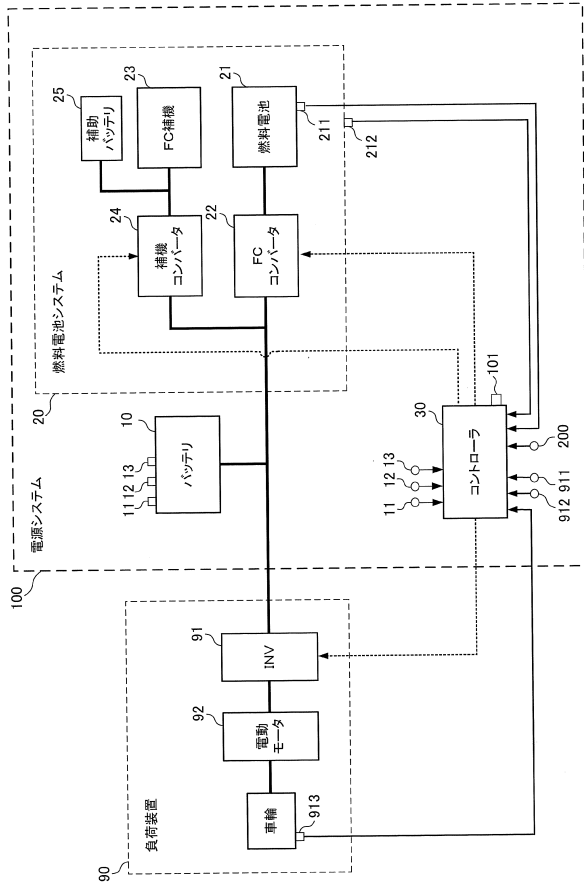
例えば、上記実施形態では燃料電池21に空気を供給するブロア又はコンプレッサをFC補機23としたが、これに限られるものではない。例えば、FC補機23は、固体酸化型燃料電池の発電に用いられるエタノールなどを供給するブロアであってもよく、燃料電池21に冷媒を供給するポンプであってもよい。このような装置であっても上記実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

40

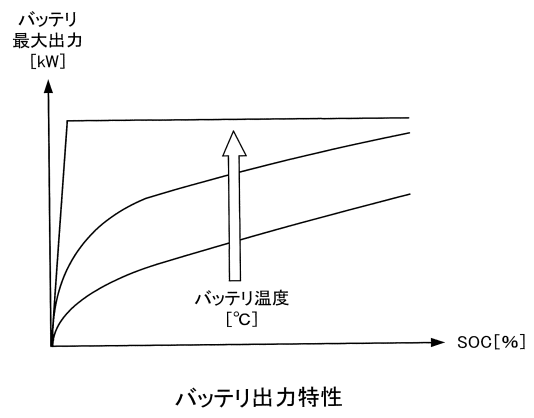
【0179】

なお、上記実施形態は、適宜組み合わせ可能である。

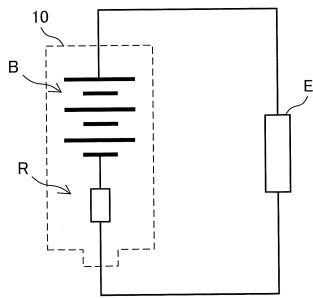
【図1】



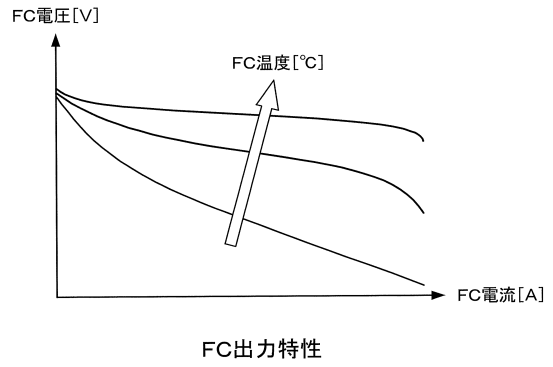
【図2】



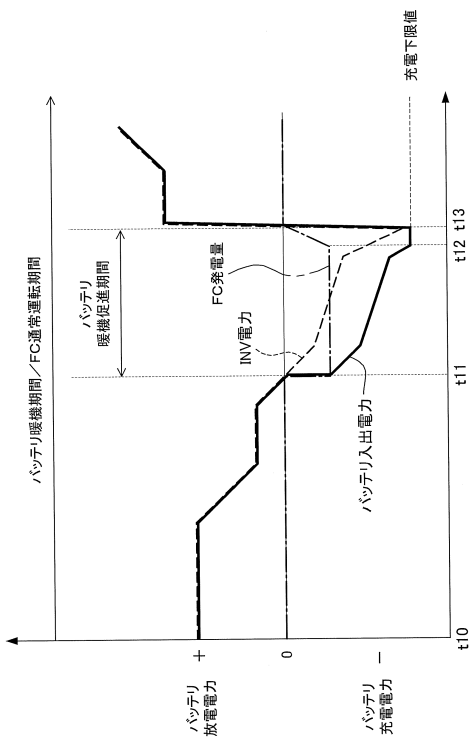
【図3】



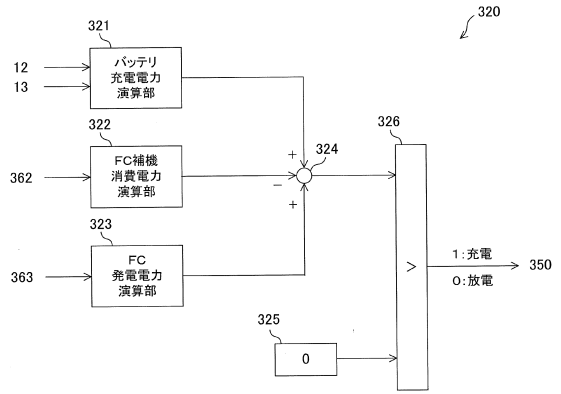
【図4】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		
H 0 1 M	8/0432 (2016.01)	H 0 1 M	8/0432	
H 0 1 M	8/04302 (2016.01)	H 0 1 M	8/04302	
H 0 1 M	10/48 (2006.01)	H 0 1 M	10/48	3 0 1
H 0 1 M	10/44 (2006.01)	H 0 1 M	10/44	P
H 0 1 M	10/615 (2014.01)	H 0 1 M	10/48	P
H 0 1 M	10/625 (2014.01)	H 0 1 M	10/615	
H 0 1 M	10/633 (2014.01)	H 0 1 M	10/625	
H 0 1 M	10/6571 (2014.01)	H 0 1 M	10/633	
H 0 2 J	7/00 (2006.01)	H 0 1 M	10/6571	
H 0 1 M	8/10 (2016.01)	H 0 2 J	7/00	P
		H 0 2 J	7/00	3 0 3 E
		H 0 1 M	8/10	1 0 1

(56) 参考文献 特開 2 0 0 4 - 3 4 2 4 6 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 1 9 2 5 2 5 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 8 1 2 1 9 (J P , A)
 特開 2 0 1 3 - 5 9 2 2 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 2 5 0 3 7 4 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M 8 / 0 0 - 8 / 2 4 9 5
 H 0 1 M 1 0 / 4 2 - 1 0 / 6 6 7
 H 0 2 J 7 / 0 0