

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-94917  
(P2005-94917A)

(43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

**H02J 7/34**  
**H01M 8/04**  
**// B60L 11/18**  
**H01M 8/00**  
**H01M 8/10**

F 1

**H02J 7/34**  
**H01M 8/04**  
**H01M 8/04**  
**H01M 8/04**  
**B60L 11/18**

テーマコード(参考)

**A 5G003**  
**P 5H026**  
**T 5H027**  
**Y 5H115**  
**G**

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号  
(22) 出願日

特願2003-324611 (P2003-324611)  
平成15年9月17日 (2003.9.17)

(71) 出願人 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 100083806  
弁理士 三好 秀和  
(74) 代理人 100100712  
弁理士 岩▲崎▼ 幸邦  
(74) 代理人 100087365  
弁理士 栗原 彰  
(74) 代理人 100100929  
弁理士 川又 澄雄  
(74) 代理人 100095500  
弁理士 伊藤 正和  
(74) 代理人 100101247  
弁理士 高橋 俊一

最終頁に続く

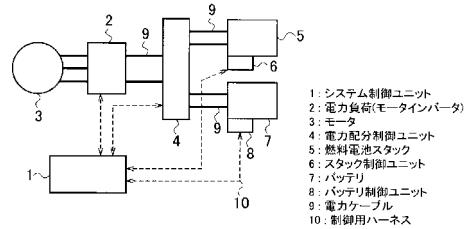
(54) 【発明の名称】燃料電池システム

## (57) 【要約】

【課題】 燃料電池スタックと少なくとも1つの電力貯蔵手段との各電力供給手段における内部電力損失を低下させて、発熱量を抑制する。

【解決手段】 システム制御装置1は、スタック制御ユニット6およびバッテリ制御ユニット8から入力した状態信号に基づいて、燃料電池スタック5の経時変化の程度を示す経時変化係数、及びバッテリ7の経時変化の程度を示す経時変化係数を推定する。システム制御装置1は、これら推定した経時変化係数に基づいて、燃料電池スタック5及びバッテリ7から電力負荷であるモータインバータ2に対する供給電力の配分を決定し、この決定した配分比率でモータインバータ2へ電力が供給されるように、電力配分制御ユニット4を制御する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

燃料電池スタックと少なくとも一つの電力貯蔵手段とを電力供給手段として、これら何れの電力供給手段からも電力負荷へ電力供給可能な燃料電池システムにおいて、

前記電力供給手段毎にそれぞれの経時変化の程度を示す経時変化係数を推定する経時変化係数推定手段と、

該経時変化係数推定手段が推定した経時変化係数に基づいて、各電力供給手段毎の前記電力負荷に対する供給電力の配分を決定する電力配分制御手段と、

を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

**【請求項 2】**

前記電力配分制御手段は、

前記電力負荷からの要求供給電力に対し、各電力供給手段の基本電力配分量を算出する基本配分量算出手段と、

各電力供給手段の経時変化係数に基づいて前記基本電力配分量の補正を行なう電力配分量補正手段を備え、

該電力配分量補正手段は、経時変化係数の変化が大きい電力供給手段からの電力配分量を低下させることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記電力供給手段毎に冷却能力が可変である冷却装置を備え、

前記経時変化係数の変化が大きい電力供給手段の冷却装置の冷却能力を増加させることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記電力供給手段毎にその温度を検出する温度検出手段を備え、

前記電力配分量補正手段は、前記電力供給手段の温度が上限温度以上になった場合には、前記電力供給手段の電力配分量を減少させることを特徴とする請求項 3 記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

前記経時変化係数推定手段は、

各電力供給手段の温度と各電力供給手段の送電電力である仕事率とにに基づいて仕事率当たりの温度変化率を算出し、仕事率当たりの温度変化率を経時変化係数として推定することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 6】**

前記経時変化係数推定手段は、

各電力供給手段の電圧と電流の特性から得られた出力抵抗値に基づいて前記経時変化係数を推定することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 7】**

前記経時変化係数推定手段は、

各電力供給手段の開放電圧を初期開放電圧で除算して前記経時変化係数とすることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 8】**

前記経時変化係数推定手段は、

各電力供給手段を構成する基本単位毎の電圧の最低値または平均値をそれぞれの初期電圧で除算して前記経時変化係数とすることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 9】**

前記経時変化係数推定手段は、

各電力供給手段から取り出した電力の積算値である総電力量に基づいて、それぞれの電力供給手段の前記経時変化係数を推定することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の燃料電池システム。

**【請求項 10】**

10

20

30

40

50

前記電力供給手段の経時変化係数が所定限度に達したか所定限度を超えた場合、その電力供給手段から負荷への電力供給を停止することを特徴とする請求項1または請求項2記載の燃料電池システム。

【請求項11】

前記電力供給手段として二種類以上の電力貯蔵手段を備え、

前記電力配分制御手段は、燃料電池スタックから電力負荷へ電力供給しない場合に、各電力貯蔵手段の経時変化係数に応じて、前記電力負荷に対する供給電力の配分を決定することを特徴とする請求項1または請求項2記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池及び電力貯蔵手段から電力負荷へ電力供給する燃料電池システムに係り、特に燃料電池及び電力貯蔵手段の劣化の程度に応じて電力負荷に対する電力配分を可能な燃料電池システムの出力制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、水素ガスなどの燃料ガスと酸素を有する酸化ガスとを電解質を介して電気化学的に反応させ、電解質両面に設けた電極間から電気エネルギーを直接取り出すものである。特に固体高分子電解質を用いた固体高分子型燃料電池は、動作温度が低く、取り扱いが容易なことから電動車両用の電源として注目されている。すなわち、燃料電池車両は、高圧水素タンク、液体水素タンク、水素吸蔵合金タンクなどの水素貯蔵装置を車両に搭載し、そこから供給される水素と、酸素を含む空気とを燃料電池に送り込んで反応させ、燃料電池から取り出した電気エネルギーで駆動輪につながるモータを駆動するものであり、排出物質は水だけであるという究極のクリーン車両である。

【0003】

燃料電池と二次電池とを電力供給手段として備えた燃料電池車両において、燃料電池スタックの温度をモニタして、所定温度以下であると判定すると、燃料電池スタックの発電制限を行い、この時には二次電池から電力を供給することで、電力負荷から要求される電力を賄うことが示されている（例えば、特許文献1）。

【0004】

また、上記従来の燃料電池と二次電池とを備えた燃料電池システムにおける出力電力の配分制御においては、燃料電池の暖機終了後は、常に一定の電力配分比率にて各電力供給手段から電力負荷へ電力供給していた。

【特許文献1】特開2002-034103号公報（第3頁、図2）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、燃料電池と二次電池とでは、経時変化による内部抵抗の増加具合等が異なっているために、一定の電力配分制御を継続していると、内部抵抗値が増大した特定の電力供給手段に発熱が多く生じ、この発熱分だけ効率の低下が発生するという問題点があった。

【0006】

また、経時変化が進み送電効率が低下すると、電力が無駄にジュール熱となって発生する割合が増加することが知られている。電力損失により発生した熱は電力供給手段を必要以上に発熱させ、これらの発熱による熱量が電力供給手段を高温にし、電力供給手段の劣化を進め寿命を縮めてしまうという問題点があった。

【0007】

ところで内部抵抗値が大きくなることで単位時間当りの発熱量が増えることは、電力供給手段の温度勾配が急になることでもあり、発熱源での温度バラツキも大きくなることが容易に想像できる。温度バラツキが大きいと熱歪量も大きくなり、熱歪による経時変化へ

10

20

30

40

50

の影響が大きくなつて、結果的に電力供給手段の寿命を縮めてしまうことになる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の問題点を解決するため、本発明は、燃料電池スタックと少なくとも一つの電力貯蔵手段とを電力供給手段として、これら何れの電力供給手段からも電力負荷へ電力供給可能な燃料電池システムにおいて、前記電力供給手段毎にそれぞれの経時変化の程度を示す経時変化係数を推定する経時変化係数推定手段と、該経時変化係数推定手段が推定した経時変化係数に基づいて、各電力供給手段毎の前記電力負荷に対する供給電力の配分を変更する電力配分制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複数ある電力供給手段の経時変化状態に応じて各電力供給手段から電力負荷への供給電力の配分を変更することができるので、無駄に消費される電力を低減させることができ、また電力供給手段の内部で発生する熱量を抑制し、その経時変化を遅らせることができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。以下の各実施例は、燃料電池車両の電源として好適な燃料電池システムを示すものである。

【実施例1】

【0011】

図1は、本発明に係る燃料電池システムの実施例1の構成を説明する構成図である。図2～4は、本実施例におけるシステム制御ユニットが実行する制御フローチャートであり、図2は運転制御フローチャート、図3は燃料電池スタックの経時変化係数を算出するフローチャート、図4はバッテリの経時変化係数を算出するフローチャートである。

【0012】

図1において、本実施例の燃料電池システムは、システム全体の制御を行なうシステム制御ユニット1と、電力負荷としてモータ消費電力の制御を行なうモータインバータ2と、車両の駆動を行なう等の電力から運動エネルギーを取り出すためのモータ3と、電力供給手段の一つとしての燃料電池スタック5と、燃料電池スタック5の発電を制御するとともに燃料電池スタックの状態や温度を監視するスタック制御ユニット6と、電力貯蔵手段としてのバッテリ7と、バッテリ7の充電状態(SOC)や温度を監視するバッテリ制御ユニット8と、燃料電池スタック5及びバッテリ7からモータインバータ2へ供給する電力の配分を制御し、モータ3からの回生電力や燃料電池スタック5で発生した電力にてバッテリ7を充電させるための電力配分制御ユニット4と、電力のやり取りを行なう電力ケーブル9と、制御信号のやり取りを行なう制御用ハーネス10とを備えている。

【0013】

システム制御ユニット1は、特に限定されないが、例えばプログラムROMと、作業用のRAMと、入出力インターフェースとCPUとを備えたマイクロコンピュータで構成されている。

【0014】

電力配分制御ユニット4は、システム制御ユニット1から指示された電力配分比率で、燃料電池スタック5及びバッテリ7から電力負荷であるモータインバータ2へ電力供給を制御する回路である。このため、電力配分制御ユニット4は、例えば、MOS-FETやIGBTなどの半導体スイッチング素子を備えた電力供給手段の数だけ(本実施例では2組)のスイッチング回路と、各スイッチング回路の出力の和をとるダイオードによるオワ回路と、オワ回路の出力を平滑する平滑回路とを備えている。2組のスイッチング回路は、燃料電池スタック5の出力と、バッテリ7の出力にそれぞれ割り当てられ、システム制御ユニット1から指示された電力配分比率に従うデューティで各電力供給手段からの供給電流をオン・オフスイッチングする。スイッチングされた供給電流は、オワ回路で和がと

10

20

30

40

50

られた後、平滑回路で平滑されて出力される。

【0015】

スタック制御ユニット6は、燃料電池スタック5の状態を検出し、状態信号としてシステム制御ユニット1へ制御用ハーネス10を介して通知する。この状態信号としては、燃料電池スタック5の電圧、電流、温度、燃料電池スタック5から取り出した電力の積算値である総電力量等がある。

【0016】

バッテリ制御ユニット8は、バッテリ7の状態を検出し、状態信号としてシステム制御ユニット1へ制御用ハーネス10を介して通知する。この状態信号としては、バッテリ7の電圧、電流、温度、充電状態(SOC)、バッテリ7から取り出した電力の積算値である総電力量等がある。

【0017】

システム制御装置1は、スタック制御ユニット6およびバッテリ制御ユニット8から入力した状態信号に基づいて、燃料電池スタック5の経時変化の程度を示す経時変化係数、及びバッテリ7の経時変化の程度を示す経時変化係数を推定する。そして、システム制御装置1は、これら推定した経時変化係数に基づいて、燃料電池スタック5及びバッテリ7から電力負荷であるモータインバータ2に対する供給電力の配分を決定し、この決定した配分比率でモータインバータ2へ電力が供給されるように、電力配分制御ユニット4を制御する。

【0018】

次に、実施例1における制御フローを図2乃至図4を参照して説明する。図2は、通常運転時に実行される運転制御フローであり、システム制御ユニット1で一定時間毎に呼び出されて実行される。

【0019】

図2において、先ず始めに、ステップ(以下、ステップをSと略す)10において、システム制御ユニットは、キースイッチ(以下、キーSW)の状態を読み込む。次いでS12で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

【0020】

S12の判定で、キーSWがオンの場合、S14へ進み、燃料電池スタック5の経時変化係数(s)とバッテリ7の経時変化係数(b)とを呼び出す。これらの経時変化係数は、図3、図4を参照して後述する各経時変化係数算出ルーチンで算出され、システム制御ユニット1の内部に記憶されているものとする。

【0021】

次いでS16で、これら経時変化係数(s)、経時変化係数(b)を比較し、S18で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック5及びバッテリ7から電力負荷であるモータインバータ2へ供給する電力の電力配分率を決定する。実際の電力配分量は、要求電力に対して電力配分率を乗じることにより、各電力供給手段である燃料電池スタック5及びバッテリ7からモータインバータ2への電力配分量が決定される。

【0022】

ここで、経時変化係数(s)、経時変化係数(b)に基づく、電力配分率の決定方法の詳細例を説明する。

【0023】

まず、経時変化前の基本電力配分率をPdst0とする。この電力配分率Pdst0は、バッテリ側の電力配分率を示し、燃料電池側の電力配分率は、(1 - Pdst0)となる。後述する図5、6では、Pdst = 0.6をバッテリ補助率60[%]と呼んでいる。

【0024】

そして、経時変化係数を考慮した補正後のバッテリの電力配分率Pdstは、基本電力配分率Pdst0と、経時変化係数(s)と、経時変化係数(b)とを用いて以下の式(1)により算出することができる。

10

20

30

40

50

## 【0025】

(数1)

$$P_{dst} = P_{dst0} \times \{ 1 + k \text{ (経時変化係数 (b) - 経時変化係数 (s)) } \} \quad \dots (1)$$

ここで、 $k$  は、システムの特性に合わせて任意に設定可能な係数である。

このとき、 $P_{dst}$  を用いて燃料電池スタックの補正後の電力配分率は、 $(1 - P_{dst})$  である。

## 【0026】

最後に、S20 で、上記電力配分率で燃料電池スタック5 及びバッテリ7 からモータインバータ2 へ供給する電力を制御するように電力配分制御ユニットを制御して、メインルーチンへリターンする。

10

## 【0027】

次に、本実施例における経時変化係数 (s) 及び経時変化係数 (b) の算出方法と、これら経時変化係数 (s)、経時変化係数 (b) に基づく電力配分率の決定方法を詳述する。

## 【0028】

燃料電池スタックの経時変化係数 (s) は、現在または直近の燃料電池スタックの電圧電流特性を記憶し、予め記憶した設計上の電圧電流特性又は燃料電池システム製造時の電圧電流特性を基準値として、現在の特性値を基準値で除算することにより求めることができる。

## 【0029】

より具体的には、所定の出力電流値  $I_0$  における燃料電池スタックの出力電圧値  $V_0$ 、又は数点の出力電流値  $I_1, I_2, \dots, I_n$  における出力電圧値  $V_1, V_2, \dots, V_n$  を検出する。これらの出力電圧値  $V_0, V_1, V_2, \dots, V_n$  は、経時変化に伴って低下する。そこで、予め記憶した基準値  $V_{S0}$  で検出値  $V_0$  を除算、又は予め記憶した数点の基準値  $V_{S1}, V_{S2}, \dots, V_{Sn}$  でそれぞれの検出値  $V_1, V_2, \dots, V_n$  を除算後に平均値をとって、以下の式 (2) または式 (3) のようにスタックの経時変化係数 (s) とする。この経時変化係数 (s) は、数値が小さいほど経時変化による出力能力が低下していることを示す。

## 【0030】

(数2)

20

$$\text{経時変化係数 (s)} = V_0 / V_{S0} \quad \dots (2)$$

$$\text{経時変化係数 (s)} = (1 / n)(V_1 / V_{S1} + V_2 / V_{S2} + \dots + V_n / V_{Sn}) \quad \dots (3)$$

バッテリの経時変化係数 (b) も同様に、所定の出力電流値  $i_0$  におけるバッテリの出力電圧値  $v_0$ 、又は数点の出力電流値  $i_1, i_2, \dots, i_n$  における出力電圧値  $v_1, v_2, \dots, v_n$  を検出する。これらの出力電圧値  $v_0, v_1, v_2, \dots, v_n$  は、経時変化に伴って低下する。そこで、予め記憶した基準値  $v_{S0}$  で検出値  $v_0$  を除算、又は予め記憶した数点の基準値  $v_{S1}, v_{S2}, \dots, v_{Sn}$  でそれぞれの検出値  $v_1, v_2, \dots, v_n$  を除算後に平均値をとって、以下の式 (4) または式 (5) のようにバッテリの経時変化係数 (b) とする。この経時変化係数 (b) は、数値が小さいほど経時変化による出力能力が低下していることを示す。

40

## 【0031】

(数3)

$$\text{経時変化係数 (b)} = v_0 / v_{S0} \quad \dots (4)$$

$$\text{経時変化係数 (b)} = (1 / n)(v_1 / v_{S1} + v_2 / v_{S2} + \dots + v_n / v_{Sn}) \quad \dots (5)$$

次に、図3を参照して、スタック経時変化係数 (s) の算出処理を説明する。

図3において、先ず始めに、S22において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS24で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

## 【0032】

S24の判定で、キーSWがオンの場合、S26へ進み、現在の燃料電池スタック5の

50

電圧電流特性を検出する。次いで S 2 8 で、予め記憶した設計上の燃料電池スタックの電圧電流特性を呼び出して、S 3 0 で、現在の値を設計上の値で除算する。次いで S 3 2 で、S 3 0 で得られた値をスタック設計経時変化率とし、S 3 4 でスタック設計経時変化率をスタックの経時変化係数 (s) とする。そして S 3 6 で、経時変化係数 (s) をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、リターンする。

#### 【0033】

次に、図 4 を参照して、バッテリ経時変化係数 (b) の算出処理を説明する。

図 4 において、先ず始めに、S 4 0 において、システム制御ユニットは、キー SW の状態を読み込む。次いで S 4 2 で、キー SW の状態がオン (ON) かオフ (OFF) かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

10

#### 【0034】

S 4 2 の判定で、キー SW がオンの場合、S 4 4 へ進み、現在のバッテリ 7 の電圧電流特性を検出する。次いで S 4 6 で、予め記憶した設計上のバッテリの電圧電流特性を呼び出して、S 4 8 で、現在の値を設計上の値で除算する。次いで S 5 0 で、S 4 8 で得られた値をバッテリ設計経時変化率とし、S 5 2 でバッテリ設計経時変化率をバッテリの経時変化係数 (b) とする。そして、S 5 4 で経時変化係数 (b) をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、リターンする。

#### 【0035】

キー SW が ON の状態のままなら再度図 2 のフローを繰り返し、一時的に記憶した燃料電池スタックないしバッテリの経時変化係数を呼び出し、この経時変化係数を基に各電力供給手段の電力配分補正を行なう。

20

#### 【0036】

尚、各電力供給手段の経時変化の程度を示す経時変化係数として、電圧電流特性以外に、各電力供給手段の電圧電流特性に基づいて内部抵抗値を算出し、この内部抵抗値に初期値（設計値）に対する変化率を経時変化係数としてもよい。また、各電力供給手段の開放電圧を検出し、この開放電圧の初期値（設計値）各電力供給手段の内部抵抗値の変化に基づいて経時変化係数を算出してもよい。さらに、各電力供給手段を構成する各セルまたは各モジュールの最低電圧または平均電圧を検出して、これらの電圧の初期値（設計値）に対する変化率を経時変化係数としてもよい。

30

#### 【0037】

図 5 は、比較例の電力損失を示し、図 6 は本実施例の電力損失を示す図である。何れの場合も、燃料電池スタックにおける発電電力が出力できる有効電力割合  $\alpha$  を設計値（初期値）90 [%]、経時変化後の現在値を 85 [%]、バッテリの入力電力に対する出力電力の比率  $\beta$  を設計値（初期値）95 [%]、経時変化後の現在値を 75 [%] としている。

#### 【0038】

図 5 の比較例では、電力負荷へ供給する電力のバッテリ補助率を 60 [%] に固定しているので、設計値（初期値）における電力損失は、燃料電池スタック分が 4 [kW]、バッテリ分が 3 [kW] となり、総電力損失は 7 [kW] となる。経時変化が進んで所定時間運転後の現在では、電力損失は、燃料電池スタック分が 6 [kW]、バッテリ分が 15 [kW] となり、総電力損失は 21 [kW] となる。

40

#### 【0039】

これに対して、図 6 の本実施例では、経時変化係数に応じて、電力負荷への電力配分を変更しているので、バッテリ補助率が設計値（初期値）60 [%] から経時変化に連れて 20 [%] に低下する。このため、設計値（初期値）における電力損失は、燃料電池スタック分が 4 [kW]、バッテリ分が 3 [kW] となり、総電力損失は 7 [kW] で変化はない。しかし、経時変化が進んで所定時間運転後の現在では、電力損失は、燃料電池スタック分が 12 [kW]、バッテリ分が 5 [kW]、総電力損失は 17 [kW] になり、比較例に対して実施例は、総電力損失が 4 [kW] 低減されている。

40

#### 【0040】

50

以上説明したように、本実施例によれば、経時変化係数に基づいて各電力供給手段から電力負荷に対する電力配分補正を行なうことで電力供給手段の内部で熱に変わる電力損失を抑制することができる。

【0041】

また発熱量が減ることで電力供給手段の温度上昇が抑制され、電力供給手段の経時変化を抑制することが可能になる。電力配分補正分で減少した電力は、相対的に経時変化係数の小さい電力供給手段から賄い、電力負荷の要求に対応させる。

【実施例2】

【0042】

図7は、本発明に係る燃料電池システムの実施例2の構成を説明する構成図である。図8～10は、本実施例におけるシステム制御ユニットが実行する制御フローチャートであり、図8は運転制御フローチャート、図9は燃料電池スタックの経時変化係数(s)を算出するフローチャート、図10はバッテリの経時変化係数(b)を算出するフローチャートである。

【0043】

図7において、本実施例の燃料電池システムは、図1の実施例1のシステムに対して、燃料電池スタック5を冷却する冷却能力が可変である燃料電池スタック冷却制御装置11と、燃料電池スタック5の冷却水温度を検出するスタック冷却水温度検出手段12と、バッテリ7を冷却する冷却能力が可変であるバッテリ冷却制御装置13と、バッテリ7の冷却水温度を検出するバッテリ冷却水温度検出手段14と、冷却水配管15とが追加されている。その他の構成は、図1に示した実施例1と同様であるので、同じ構成要素には、同じ符号を付与して重複する説明を省略する。

【0044】

尚、図示しないが、燃料電池スタック冷却制御装置11と、バッテリ冷却制御装置13とは、それぞれ独立に冷却能力を変更できるように構成してもよいが、本実施例では、燃料電池スタック冷却制御装置11とバッテリ冷却制御装置13とは、冷却水の熱を放熱するラジエータ及び冷却水ポンプ等を共有し、燃料電池スタック冷却制御装置11とバッテリ冷却制御装置13に対する冷却水の配分率を変化させることで、冷却能力を変化させている。

【0045】

次に、実施例2における制御フローを図8乃至図10を参照して説明する。図8は、通常運転時に実行される運転制御フローであり、システム制御ユニット1で一定時間毎に呼び出されて実行される。

【0046】

図8において、先ず始めに、S60において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS62で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

【0047】

S62の判定で、キーSWがオンの場合、S64へ進み、燃料電池スタック5の経時変化係数(s)とバッテリ7の経時変化係数(b)とを呼び出す。これらの経時変化係数は、図3、図4を参照して後述する各経時変化係数算出ルーチンで算出され、システム制御ユニット1の内部に記憶されているものとする。

【0048】

次いでS66で、これら経時変化係数(s)、経時変化係数(b)を比較し、S68で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック5及びバッテリ7に供給する冷却水の配分率を決定する。

【0049】

最後に、S70で、この冷却水配分率で燃料電池スタック5及びバッテリ7へ冷却水を供給して燃料電池スタック冷却制御装置11及びバッテリ冷却制御装置13を運転して、メインルーチンへリターンする。

10

20

30

40

50

## 【0050】

次に、図9を参照して、スタッツク経時変化係数(s)の算出処理を説明する。

図9において、先ず始めに、S72において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS74で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

## 【0051】

S74の判定で、キーSWがオンの場合、S76へ進み、現在の燃料電池スタッツク5の電力・温度特性を検出する。この電力・温度特性は、燃料電池スタッツク5の出力電力に対するスタッツク冷却水温度検出手段12で検出される燃料電池スタッツク5の温度として求められる。

10

## 【0052】

次いでS78で、予め記憶した設計上の燃料電池スタッツクの電力・温度特性を呼び出して、S80で、現在の値を設計上の値で除算する。次いでS82で、S80で得られた値をスタッツク設計経時変化率とし、S84でスタッツク設計経時変化率をスタッツクの経時変化係数(s)とする。そして、S86で経時変化係数(s)をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶する。

## 【0053】

次いでS88で、燃料電池起動から1回目の本ルーチン実行か否かを判定し、起動後1回目でなければ、本ルーチンを終了して、メインルーチンヘリターンする。S88の判定で、起動後1回目であれば、S90へ進み、起動直後の燃料電池スタッツク5の出力電力に対する温度特性である電力・温度特性を検出し、S92で、起動直後の電力・温度特性をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、メインルーチンヘリターンする。

20

## 【0054】

次に、図10を参照して、バッテリ経時変化係数(b)の算出処理を説明する。

図10において、先ず始めに、S100において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS102で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

20

## 【0055】

S102の判定で、キーSWがオンの場合、S104へ進み、現在のバッテリ7の電力・温度特性を検出する。この電力・温度特性は、バッテリ7の出力電力に対するバッテリ冷却水温度検出手段14で検出されるバッテリ7の温度として求められる。

30

## 【0056】

次いでS106で、予め記憶した設計上のバッテリの電力・温度特性を呼び出して、S108で、現在の値を設計上の値で除算する。次いでS110で、S108で得られた値をバッテリ設計経時変化率とし、S112でバッテリ設計経時変化率をバッテリの経時変化係数(b)とする。そして、S114で経時変化係数(b)をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶する。

## 【0057】

次いでS116で、燃料電池起動から1回目の本ルーチン実行か否かを判定し、起動後1回目でなければ、本ルーチンを終了して、emainルーチンヘリターンする。S116の判定で、起動後1回目であれば、S118へ進み、起動直後のバッテリ7の出力電力に対する温度特性である電力・温度特性を検出し、S120で、起動直後の電力・温度特性をシステム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、emainルーチンヘリターンする。

40

## 【0058】

以上説明した実施例2によれば、電力供給手段である燃料電池スタッツク及びバッテリにそれぞれ冷却能力が可変である冷却手段を備え、経時変化係数の変化が大きい電力供給手段の冷却手段の冷却能力を増加させるようにしたので、経時変化した電力供給手段の温度上昇を抑制し、電力供給手段の経時変化の進行を遅らせることが可能になる。

## 【実施例3】

## 【0059】

50

本実施例の構成は、図7に示した実施例2と同様である。図11は、通常運転時に実行される運転制御フローであり、システム制御ユニット1で一定時間毎に呼び出されて実行される。本実施例は、電力供給手段である燃料電池スタックとバッテリの温度をそれぞれの温度検出手段で検出し、検出した温度が各電力供給手段の上限温度に達していれば、その電力供給手段からの取り出し電流を更に小さくなるように制限することを特徴としている。

#### 【0060】

図11において、先ず始めに、S122において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS124で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

10

#### 【0061】

S124の判定で、キーSWがオンの場合、S126へ進み、スタック冷却水温度検出手段12から燃料電池スタック5の温度を読み込む。次いでS128で温度が所定の上限温度に達したか否かを判定し、所定の上限温度以上となつていれば、S130へ進み、燃料電池スタック5からの取り出し電流をさらに小さく制限して、本ルーチンを終了し、メインルーチンへリターンする。

#### 【0062】

S128の判定で、所定の上限温度に達していなければ、S132へ進み、バッテリ冷却水温度検出手段14からバッテリ7の温度を読み込む。次いでS134で温度が所定の上限温度に達したか否かを判定し、所定の上限温度以上となつていれば、S136へ進み、バッテリ7からの取り出し電流をさらに小さく制限して、本ルーチンを終了し、メインルーチンへリターンする。

20

#### 【0063】

S134の判定で、所定の上限温度に達していなければ、S138へ進み、燃料電池スタック5の経時変化係数(s)とバッテリ7の経時変化係数(b)とを呼び出す。これらの経時変化係数は、実施例2の図9、図10の各経時変化係数算出ルーチンで算出され、システム制御ユニット1の内部に記憶されているものとする。

#### 【0064】

次いでS140で、これらの経時変化係数(s)、経時変化係数(b)を比較し、S142で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック5及びバッテリ7から電力負荷であるモータインバータ2へ供給する電力の電力配分率を決定する。

30

#### 【0065】

経時変化係数(s)、経時変化係数(b)に基づく、電力配分率の決定方法の詳細例は、実施例1で説明したとおりである。

#### 【0066】

最後に、S144で、上記電力配分率で燃料電池スタック5及びバッテリ7からモータインバータ2へ供給する電力を制御するように電力配分制御ユニットを制御して、メインルーチンへリターンする。

#### 【0067】

本実施例では、電力と温度の特性から経時変化係数に応じて電力配分補正を行なうことで、出力抵抗の増加した電力供給手段から出力電流の取り出し量を制限し、熱に変わる電力を抑えることができる。その際に、温度検出手段が検出した電力供給手段の温度が運転上限温度付近に近づいた時には、その電力供給手段からの最大取り出し電流を低下させ、運転上限温度付近に近づいた電力供給手段の保護と経時変化の進行を抑制することができる。

40

#### 【実施例4】

#### 【0068】

本実施例の構成は、図7に示した実施例2と同様である。図12は、通常運転時に実行される運転制御フローであり、システム制御ユニット1で一定時間毎に呼び出されて実行される。図13は、燃料電池スタックの経時変化係数を算出するフローチャート、図14

50

はバッテリの経時変化係数を算出するフローチャートである。

【0069】

本実施例の特徴は、各電力供給手段から取り出された電力量を積算して総電力量を算出し、この総電力量に従って各電力供給手段の経時変化が進行するものとしている。このため、各電力供給手段毎に積算した総電力量に基づいて、予め記憶した制御マップを参照して、経時変化係数を求め、この経時変化係数に応じた冷却水配分率により各電力供給手段の冷却制御装置を運転している。尚、この制御マップは、予め実験により求めた数値をマップ化して、システム制御ユニットの内部に記憶しておくものとする。

【0070】

図12において、先ず始めに、S150において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS152で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

【0071】

S152の判定で、キーSWがオンの場合、S154へ進み、燃料電池スタック5の経時変化係数(s)とバッテリ7の経時変化係数(b)とを呼び出す。これらの経時変化係数は、図3、図4を参照して後述する各経時変化係数算出ルーチンで算出され、システム制御ユニット1の内部に記憶されているものとする。

【0072】

次いでS156で、これら経時変化係数(s)、経時変化係数(b)を比較し、S158で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック5及びバッテリ7に供給する冷却水の配分率を決定する。

【0073】

最後に、S160で、この冷却水配分率で燃料電池スタック5及びバッテリ7へ冷却水を供給して燃料電池スタック冷却制御装置11及びバッテリ冷却制御装置13を運転して、メインルーチンへリターンする。

【0074】

次に、図13を参照して、スタック経時変化係数(s)の算出処理を説明する。

図13において、先ず始めに、S162において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS164で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

【0075】

S164の判定で、キーSWがオンの場合、S166へ進み、現在迄の燃料電池スタック5からの取り出した総電力量を検出する。次いでS168で、予めシステム制御ユニット内に記憶した制御マップを呼び出して、総電力量で制御マップを検索し、S170で、制御マップから総電力量に対応する経時変化係数を読み出して、スタックの経時変化係数(s)とする。次いでS172で、S170で得られた値を経時変化係数(s)として、システム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、リターンする。

【0076】

次に、図14を参照して、バッテリ経時変化係数(b)の算出処理を説明する。

図14において、先ず始めに、S174において、システム制御ユニットは、キーSWの状態を読み込む。次いでS176で、キーSWの状態がオン(ON)かオフ(OFF)かを判定する。オンでない場合は、そのままフローを抜けて何も行なわない。

【0077】

S176の判定で、キーSWがオンの場合、S178へ進み、現在迄のバッテリ7からの取り出した総電力量を検出する。次いでS180で、予めシステム制御ユニット内に記憶した制御マップを呼び出して、総電力量で制御マップを検索し、S182で、制御マップから総電力量に対応する経時変化係数を読み出して、バッテリの経時変化係数(b)とする。次いでS184で、S182で得られた値を経時変化係数(b)として、システム制御ユニット内部の記憶装置に記憶して、リターンする。

【0078】

10

20

30

40

50

キーSWがONの状態のままなら再度図12のフローを繰り返し、一時的に記憶した燃料電池スタックないしバッテリの経時変化係数を呼び出し、この経時変化係数を基に各電力供給手段に冷却水分配を行って冷却する。

【0079】

本実施例によれば、各電力供給手段から取り出された電力の積算値である総電力量を経時変化係数として、この経時変化係数に応じて各電力供給手段を冷却する冷却装置の冷却能力を増加させ、経時変化した電力供給手段の温度上昇を抑制し、電力供給手段の経時変化の進行を遅らせることが可能になる。

【実施例5】

【0080】

次に、本発明に係る燃料電池システムの実施例5を説明する。実施例5のシステム構成は、図1に示した実施例1と同様である。電力供給手段である燃料電池スタック及びバッテリの経時変化係数の算出方法、及び経時変化数に基づく電力配分も同様である。

【0081】

本実施例では、いずれかの電力供給手段の経時変化係数が所定限度に達するか所定限度を超えている場合、この電力供給手段における電力損失による発熱が著しく大きくなり、このまま運転を継続することに支障があるとして、この電力供給手段からの電力供給を停止する。そして、残った電力供給手段から電力負荷に電力供給することにより、最低限の運転を続けることが可能になる。

【0082】

このため、システム制御ユニット1は、スタック制御ユニット6及びバッテリ制御ユニット8から状態信号を入力し、これら状態信号に基づいて、燃料電池スタック5及びバッテリ7の経時変化係数を算出する。そして、経時変化係数が予め記憶した所定値に達した場合、その電力供給手段は経時変化の限度に達したとして、システム制御ユニット1は、その電力供給手段からの電力供給を停止する。

【0083】

電力供給手段から負荷への電力供給の停止には、システム制御ユニット1の指示により電力配分制御ユニット4が対象の電力供給手段の電力配分率を0に設定することにより達成される。

【0084】

以上説明した本実施例によれば、経時変化係数が所定限度に達したか所定限度を超えた場合、その電力供給手段からの電力供給を停止させることにより、この電力供給手段の発熱を停止させ、システム機能を縮退した状態で運転を継続することができる。

【実施例6】

【0085】

図15は、本発明に係る燃料電池システムの実施例6の構成を説明する構成図である。本実施例は、電力貯蔵手段としてバッテリとキャパシタとを備えた例である。

【0086】

図1に示した実施例1との相違は、キャパシタ15と、キャパシタ16の充放電を制御すると共にキャパシタ16の蓄電量(SOC)を監視するキャパシタモニタ16とが追加され、電力配分制御ユニット4は、燃料電池スタック5、バッテリ7及びキャパシタ15の三つの電力供給手段から電力負荷であるモータインバータ2へ供給する電力の配分を制御することである。本実施例の場合、電力供給手段の数が3であるので、電力配分制御ユニット4は、3組のスイッチング回路と、3入力オフ回路と、平滑回路とを備えている。そして、電力配分制御ユニット4は、システム制御ユニット1からの指示された電力配分比率に従う相補的なデューティで各電力供給手段からの供給電流をスイッチングする。

【0087】

各電力供給手段の経時変化係数の検出または算出方法は、上記各実施例において説明したのと同様の方法で、検出または算出することができる。また、通常運転における制御フローも上記各実施例と同様であるが、三種類の電力供給手段の経時変化係数に基づいて、

10

20

30

40

50

各電力供給手段の電力配分率を制御し、電力損失の低減を行なう。

【0088】

本実施例6においては、特に燃料電池スタックが発電を行なっていない状態で、残りの電力供給手段であるバッテリとキャパシタのみを使用した運転においても、バッテリとキャパシタとのそれぞれの経時変化状態を検出し、この経時変化係数に応じた電力配分を行うことにより、出力抵抗の増加した電力供給手段から電流の取り出し量を制限し、この電力供給手段の発熱を効果的に抑制して劣化の進行を抑制することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0089】

【図1】本発明に係る燃料電池システムの実施例1の構成を説明するシステム構成図である。

10

【図2】実施例1における運転制御動作を説明するフローチャートである。

【図3】実施例1における燃料電池スタックの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

【図4】実施例1におけるバッテリの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

【図5】比較例における運転時間に対する電力損失の経時変化を説明する図である。

【図6】実施例1における運転時間に対する電力損失の経時変化を説明する図である。

【図7】本発明に係る燃料電池システムの実施例2の構成を説明するシステム構成図である。

20

【図8】実施例2における運転制御動作を説明するフローチャートである。

【図9】実施例2における燃料電池スタックの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

【図10】実施例2におけるバッテリの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

【図11】実施例3における運転制御動作を説明するフローチャートである。

【図12】実施例4における運転制御動作を説明するフローチャートである。

【図13】実施例4における燃料電池スタックの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

30

【図14】実施例4におけるバッテリの経時変化係数算出動作を説明するフローチャートである。

【図15】本発明に係る燃料電池システムの実施例6の構成を説明するシステム構成図である。

【符号の説明】

【0090】

1 … システム制御ユニット

2 … 電力負荷（モータインバータ）

3 … モータ

4 … 電力配分制御ユニット

5 … 燃料電池スタック

6 … スタック制御ユニット

7 … バッテリ

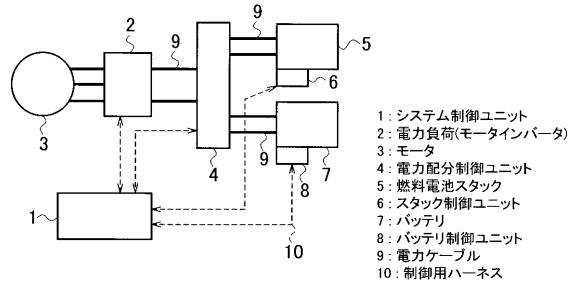
8 … バッテリ制御ユニット

9 … 電力ケーブル

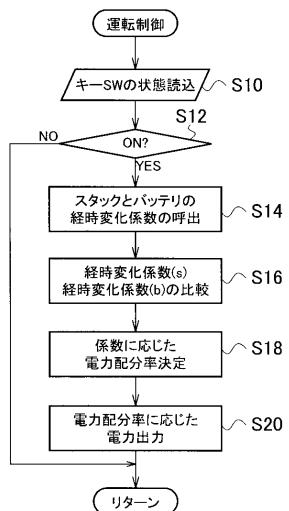
10 … 制御用ハーネス

40

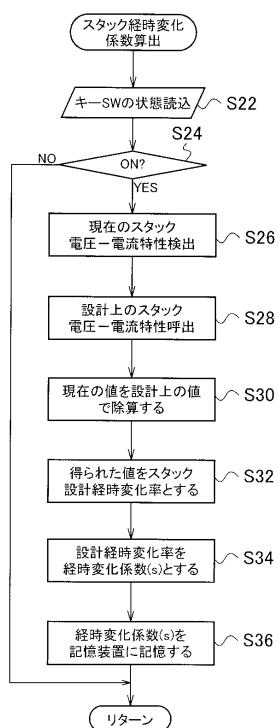
【図1】



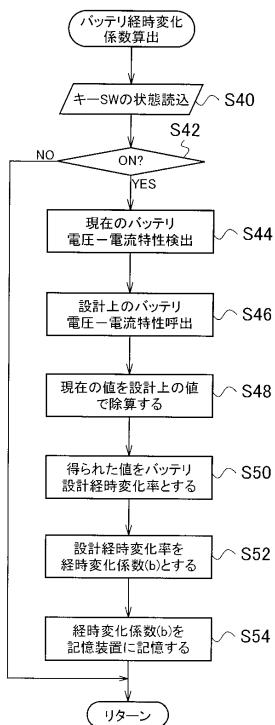
【図2】



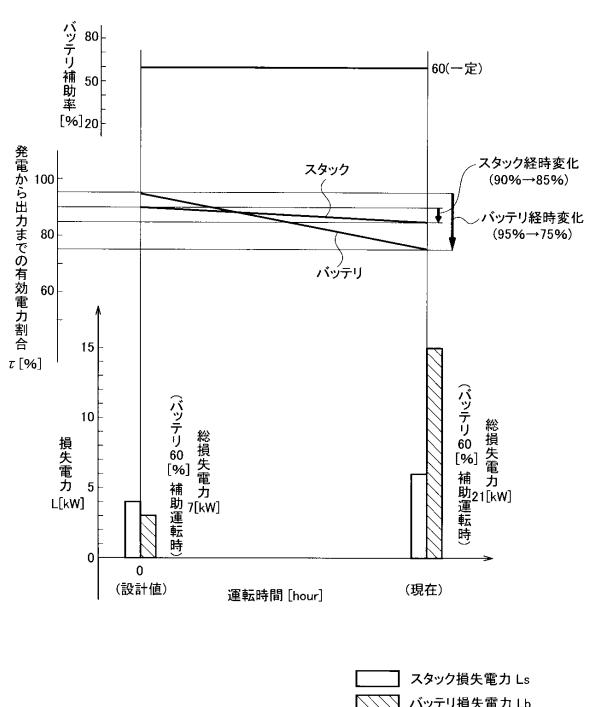
【図3】



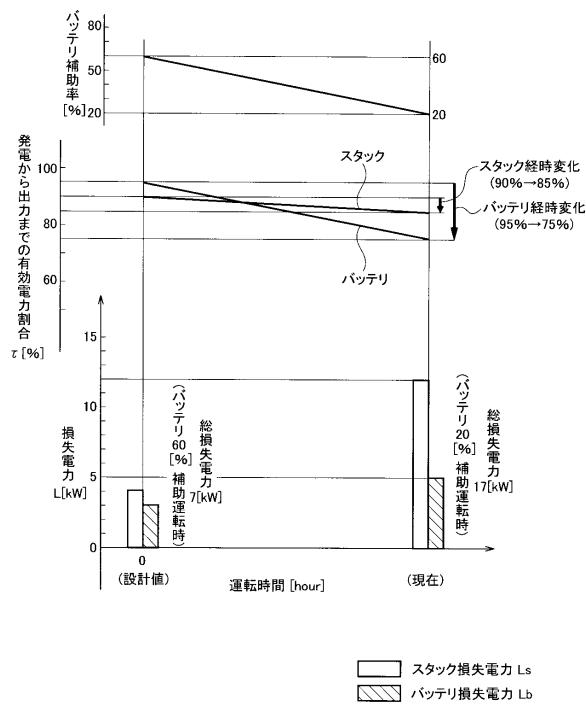
【図4】



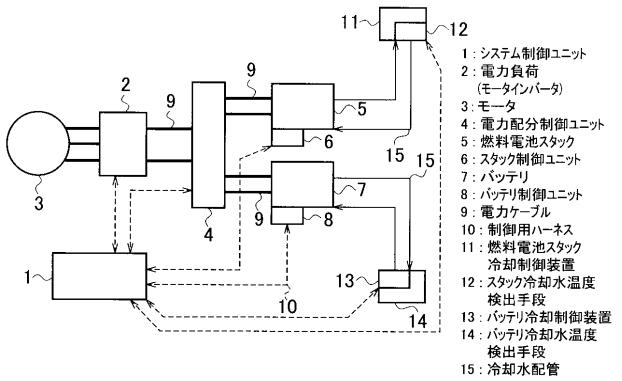
【図5】



【図6】

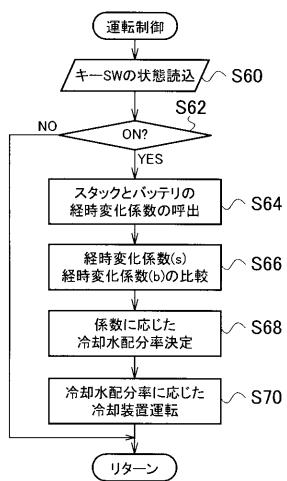


【図7】

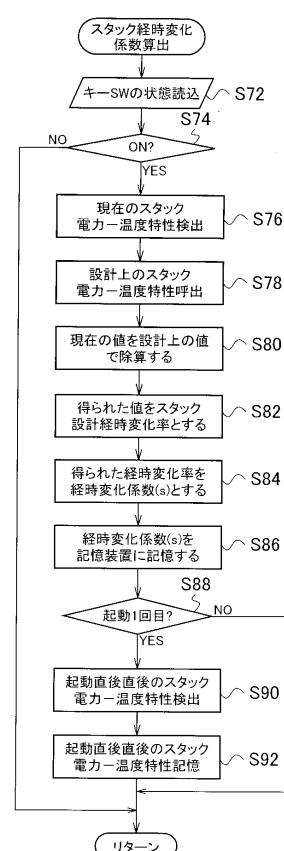


- 1: システム制御ユニット  
2: 電力負荷  
(モータインバータ)  
3: モータ  
4: 電力配分割御ユニット  
5: 燃料電池スタック  
6: スタック制御ユニット  
7: バッテリ  
8: バッテリ制御ユニット  
9: 電力ケーブル  
10: 制御用ハーネス  
11: 燃料電池スタック  
冷却制御装置  
12: スタック冷却水温度  
検出手段  
13: バッテリ冷却水温度  
検出手段  
14: バッテリ冷却水温度  
検出手段  
15: 冷却水配管

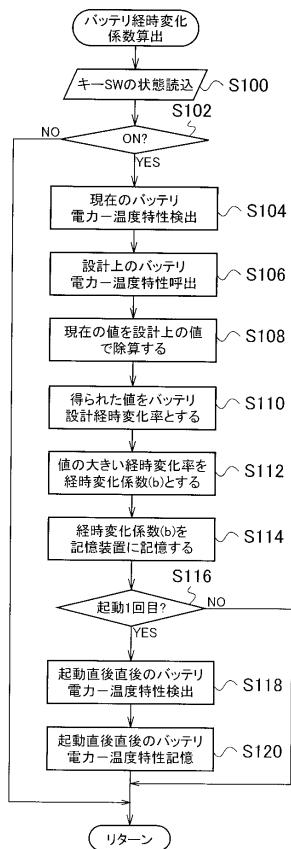
【図8】



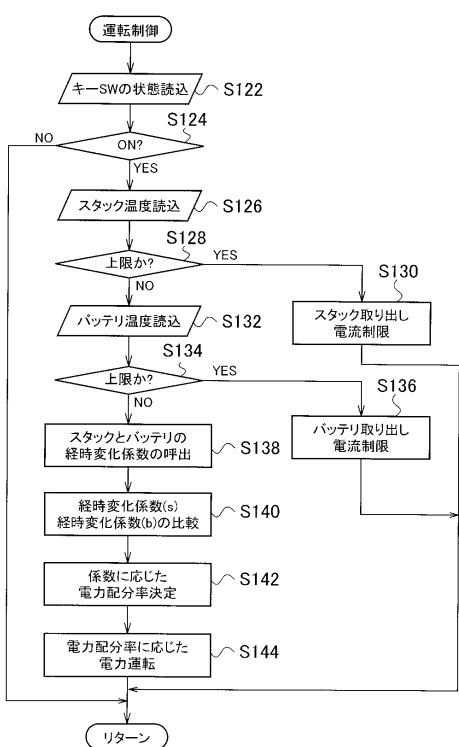
【図9】



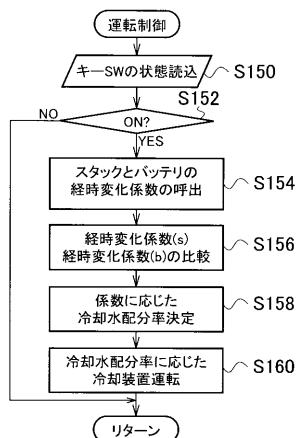
【図10】



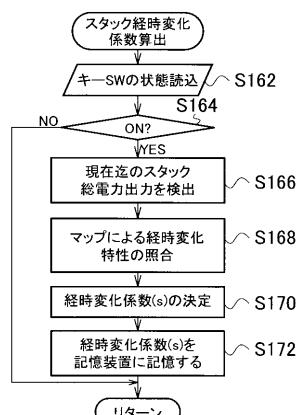
【図11】



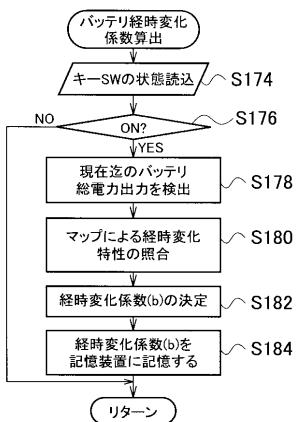
【図12】



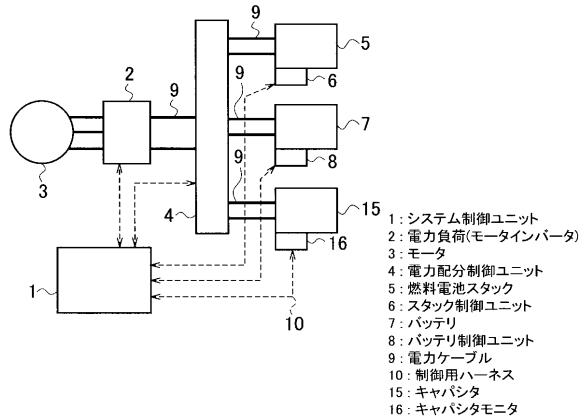
【図13】



【図14】



【図15】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

### テーマコード（参考）

H 0 1 M	8/00	A
H 0 1 M	8/00	Z
H 0 1 M	8/10	

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72) 発明者 杉浦 敏行

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

F ターミ(参考) 5G003 AA05 BA01 DA18 FA06 FA08 GC05