

(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.⁷

F I

テーマコード (参考)

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

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

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

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 特願2003-324611 (P2003-324611)

(22) 出願日 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

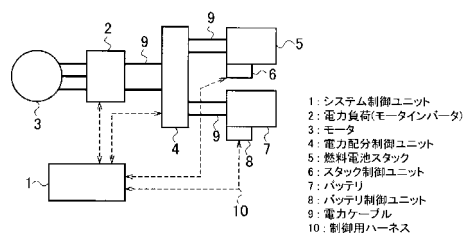
(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(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およびバッテリー制御ユニット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、及びバッテリー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及びバッテリー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】

10

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。

20

【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。

30

【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】

40

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】

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 1 1】

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】

10

【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、20
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】

30

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。40

【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の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50

の影響が大きくなって、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】

10

【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】

20

【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はバッテリー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ー7と、バッテリー7の充電状態(SOC)や温度を監視するバッテリー制御ユニット8と、燃料電池スタック5及びバッテリー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ー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。

30

【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。

40

【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及びバッテリー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、バッテリー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

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】

バッテリー制御ユニット8は、バッテリー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、バッテリー7の電圧、電流、温度、充電状態(SOC)、バッテリー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。

10

【0017】

システム制御装置1は、スタック制御ユニット6およびバッテリー制御ユニット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、及びバッテリー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及びバッテリー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。

20

【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)とバッテリー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。

30

【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及びバッテリー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及びバッテリー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。

40

【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、バッテリー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をバッテリー補助率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ーの電力配分率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。

50

【 0 0 2 5 】

(数 1)

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

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。

【 0 0 2 6 】

最後に、 $S 2 0$ で、上記電力配分率で燃料電池スタック 5 及びバッテリー 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

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

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。

【 0 0 2 9 】

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 $V S 0$ で検出値 $V 0$ を除算、又は予め記憶した数点の基準値 $V S 1$ 、 $V S 2$ 、 \dots 、 $V S n$ 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。

20

【 0 0 3 0 】

(数 2)

$$\text{経時変化係数} (s) = V 0 / V S 0 \quad \dots (2)$$

$$\text{経時変化係数} (s) = (1 / n) (V 1 / V S 1 + V 2 / V S 2 + \dots + V n / V S n) \quad \dots (3)$$

バッテリーの経時変化係数 (b) も同様に、所定の出力電流値 $i 0$ におけるバッテリーの出力電圧値 $v 0$ 、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 $v S 0$ で検出値 $v 0$ を除算、又は予め記憶した数点の基準値 $v S 1$ 、 $v S 2$ 、 \dots 、 $v S n$ 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) のようにバッテリーの経時変化係数 (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。

30

【 0 0 3 1 】

(数 3)

$$\text{経時変化係数} (b) = v 0 / v S 0 \quad \dots (4)$$

$$\text{経時変化係数} (b) = (1 / n) (v 1 / v S 1 + v 2 / v S 2 + \dots + v n / v S n) \quad \dots (5)$$

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、 $S 2 2$ において、システム制御ユニットは、キー $S W$ の状態を読み込む。次いで $S 2 4$ で、キー $S W$ の状態がオン ($O N$) かオフ ($O F F$) 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。

40

【 0 0 3 2 】

$S 2 4$ の判定で、キー $S W$ がオンの場合、 $S 2 6$ 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、バッテリー経時変化係数(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、現在のバッテリー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ー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ー設計経時変化率とし、S 5 2でバッテリー設計経時変化率をバッテリーの経時変化係数(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ー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。

【0037】

30

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を設計値(初期値)90[%]、経時変化後の現在値を85[%]、バッテリーの入力電力に対する出力電力の比率を設計値(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ー補助率を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]、バッテリー分が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]、バッテリー分が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、バッテリー補助率が設計値(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]、バッテリー分が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]、バッテリー分が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。

【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。

【 0 0 4 1 】

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 】

【 0 0 4 2 】

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 ~ 1 0 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 1 0 はバッテリーの経時変化係数 (b) を算出するフローチャートである。 10

【 0 0 4 3 】

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 1 1 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 1 2 と、バッテリー 7 を冷却する冷却能力が可変であるバッテリー冷却制御装置 1 3 と、バッテリー 7 の冷却水温度を検出するバッテリー冷却水温度検出手段 1 4 と、冷却水配管 1 5 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。 20

【 0 0 4 4 】

尚、図示しないが、燃料電池スタック冷却制御装置 1 1 と、バッテリー冷却制御装置 1 3 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 1 1 とバッテリー冷却制御装置 1 3 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 1 1 とバッテリー冷却制御装置 1 3 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。 30

【 0 0 4 5 】

次に、実施例 2 における制御フローを図 8 乃至図 1 0 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。

【 0 0 4 6 】

図 8 において、先ず始めに、S 6 0 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 6 2 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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。

【 0 0 4 7 】

S 6 2 の判定で、キー S W がオンの場合、S 6 4 へ進み、燃料電池スタック 5 の経時変化係数 (s) とバッテリー 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。 40

【 0 0 4 8 】

次いで S 6 6 で、これら経時変化係数 (s)、経時変化係数 (b) を比較し、S 6 8 で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック 5 及びバッテリー 7 に供給する冷却水の配分率を決定する。

【 0 0 4 9 】

最後に、S 7 0 で、この冷却水配分率で燃料電池スタック 5 及びバッテリー 7 へ冷却水を供給して燃料電池スタック冷却制御装置 1 1 及びバッテリー冷却制御装置 1 3 を運転して、メインルーチンへリターンする。 50

【 0 0 5 0 】

次に、図 9 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 9 において、先ず始めに、S 7 2 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 7 4 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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。

【 0 0 5 1 】

S 7 4 の判定で、キー S W がオンの場合、S 7 6 へ進み、現在の燃料電池スタック 5 の電力 - 温度特性を検出する。この電力 - 温度特性は、燃料電池スタック 5 の出力電力に対するスタック冷却水温度検出手段 1 2 で検出される燃料電池スタック 5 の温度として求められる。

10

【 0 0 5 2 】

次いで S 7 8 で、予め記憶した設計上の燃料電池スタックの電力 - 温度特性を呼び出して、S 8 0 で、現在の値を設計上の値で除算する。次いで S 8 2 で、S 8 0 で得られた値をスタック設計経時変化率とし、S 8 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 8 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する。

【 0 0 5 3 】

次いで S 8 8 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、メインルーチンへリターンする。S 8 8 の判定で、起動後 1 回目であれば、S 9 0 へ進み、起動直後の燃料電池スタック 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、S 9 2 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、メインルーチンへリターンする。

20

【 0 0 5 4 】

次に、図 1 0 を参照して、バッテリー経時変化係数 (b) の算出処理を説明する。

図 1 0 において、先ず始めに、S 1 0 0 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 1 0 2 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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。

【 0 0 5 5 】

S 1 0 2 の判定で、キー S W がオンの場合、S 1 0 4 へ進み、現在のバッテリー 7 の電力 - 温度特性を検出する。この電力 - 温度特性は、バッテリー 7 の出力電力に対するバッテリー冷却水温度検出手段 1 4 で検出されるバッテリー 7 の温度として求められる。

30

【 0 0 5 6 】

次いで S 1 0 6 で、予め記憶した設計上のバッテリーの電力 - 温度特性を呼び出して、S 1 0 8 で、現在の値を設計上の値で除算する。次いで S 1 1 0 で、S 1 0 8 で得られた値をバッテリー設計経時変化率とし、S 1 1 2 でバッテリー設計経時変化率をバッテリーの経時変化係数 (b) とする。そして、S 1 1 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する。

【 0 0 5 7 】

次いで S 1 1 6 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、メインルーチンへリターンする。S 1 1 6 の判定で、起動後 1 回目であれば、S 1 1 8 へ進み、起動直後のバッテリー 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、S 1 2 0 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、メインルーチンへリターンする。

40

【 0 0 5 8 】

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ク及びバッテリー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 】

【 0 0 5 9 】

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 1 1 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ー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。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 において、先ず始めに、S 1 2 2 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 1 2 4 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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

【 0 0 6 1 】

S 1 2 4 の判定で、キー S W がオンの場合、S 1 2 6 へ進み、スタック冷却水温度検出手段 1 2 から燃料電池スタック 5 の温度を読み込む。次いで S 1 2 8 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っていれば、S 1 3 0 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。

【 0 0 6 2 】

S 1 2 8 の判定で、所定の上限温度に達していなければ、S 1 3 2 へ進み、バッテリー冷却水温度検出手段 1 4 からバッテリー 7 の温度を読み込む。次いで S 1 3 4 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っていれば、S 1 3 6 へ進み、バッテリー 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

【 0 0 6 3 】

S 1 3 4 の判定で、所定の上限温度に達していなければ、S 1 3 8 へ進み、燃料電池スタック 5 の経時変化係数 (s) とバッテリー 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 1 0 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。

【 0 0 6 4 】

次いで S 1 4 0 で、これら経時変化係数 (s)、経時変化係数 (b) を比較し、S 1 4 2 で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック 5 及びバッテリー 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

【 0 0 6 5 】

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。

【 0 0 6 6 】

最後に、S 1 4 4 で、上記電力配分率で燃料電池スタック 5 及びバッテリー 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。

【 0 0 6 7 】

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可能になる。

40

【 実施例 4 】

【 0 0 6 8 】

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 1 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。図 1 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 1 4

50

はバッテリーの経時変化係数を算出するフローチャートである。

【 0 0 6 9 】

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させておくものとする。

【 0 0 7 0 】

図 1 2 において、先ず始めに、S 1 5 0 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 1 5 2 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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

【 0 0 7 1 】

S 1 5 2 の判定で、キー S W がオンの場合、S 1 5 4 へ進み、燃料電池スタック 5 の経時変化係数 (s) とバッテリー 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。

【 0 0 7 2 】

次いで S 1 5 6 で、これら経時変化係数 (s)、経時変化係数 (b) を比較し、S 1 5 8 で、これらの経時変化係数に応じて、燃料電池スタック 5 及びバッテリー 7 に供給する冷却水の配分率を決定する。 20

【 0 0 7 3 】

最後に、S 1 6 0 で、この冷却水配分率で燃料電池スタック 5 及びバッテリー 7 へ冷却水を供給して燃料電池スタック冷却制御装置 1 1 及びバッテリー冷却制御装置 1 3 を運転して、メインルーチンへリターンする。

【 0 0 7 4 】

次に、図 1 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 1 3 において、先ず始めに、S 1 6 2 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 1 6 4 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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。 30

【 0 0 7 5 】

S 1 6 4 の判定で、キー S W がオンの場合、S 1 6 6 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 S 1 6 8 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、S 1 7 0 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 S 1 7 2 で、S 1 7 0 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。

【 0 0 7 6 】

次に、図 1 4 を参照して、バッテリー経時変化係数 (b) の算出処理を説明する。

図 1 4 において、先ず始めに、S 1 7 4 において、システム制御ユニットは、キー S W の状態を読み込む。次いで S 1 7 6 で、キー S W の状態がオン (O N) かオフ (O F F) 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。 40

【 0 0 7 7 】

S 1 7 6 の判定で、キー S W がオンの場合、S 1 7 8 へ進み、現在迄のバッテリー 7 からの取り出した総電力量を検出する。次いで S 1 8 0 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、S 1 8 2 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、バッテリーの経時変化係数 (b) とする。次いで S 1 8 4 で、S 1 8 2 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。

【 0 0 7 8 】

キー S W が O N の状態のままなら再度図 1 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ー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。

【 0 0 7 9 】

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】

【 0 0 8 0 】

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ー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。

【 0 0 8 1 】

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。

【 0 0 8 2 】

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 及びバッテリー制御ユニット 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 及びバッテリー 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。

【 0 0 8 3 】

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。

【 0 0 8 4 】

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】

【 0 0 8 5 】

図 1 5 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ーとキャパシタとを備えた例である。

【 0 0 8 6 】

図 1 に示した実施例 1 との相違は、キャパシタ 1 5 と、キャパシタ 1 6 の充放電を制御すると共にキャパシタ 1 6 の蓄電量 (S O C) を監視するキャパシタモニタ 1 6 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 , バッテリー 7 及びキャパシタ 1 5 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 入力オワ回路と、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。

【 0 0 8 7 】

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。

【 0 0 8 8 】

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ーとキャパシタのみを使用した運転においても、バッテリー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】

【 0 0 8 9 】

10

【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。

【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 におけるバッテリー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 におけるバッテリー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 におけるバッテリー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。

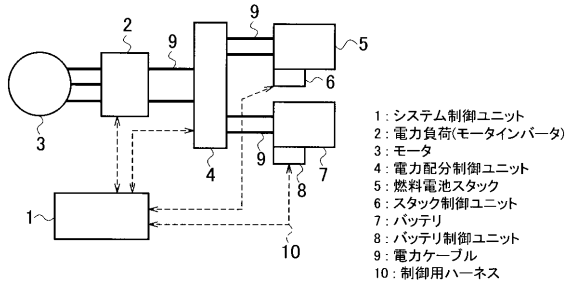
【符号の説明】

【 0 0 9 0 】

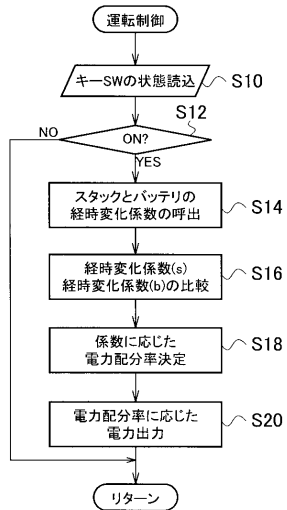
- 1 ... システム制御ユニット
- 2 ... 電力負荷（モータインバータ）
- 3 ... モータ
- 4 ... 電力配分制御ユニット
- 5 ... 燃料電池スタック
- 6 ... スタック制御ユニット
- 7 ... バッテリー
- 8 ... バッテリー制御ユニット
- 9 ... 電力ケーブル
- 10 ... 制御用ハーネス

40

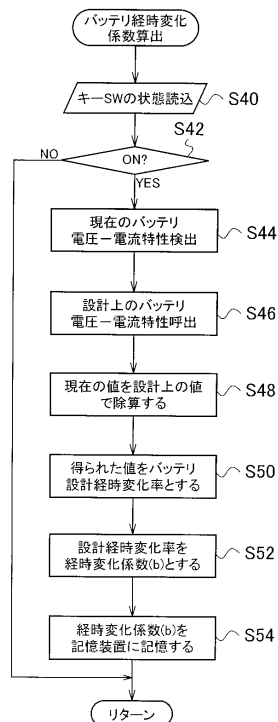
【図1】



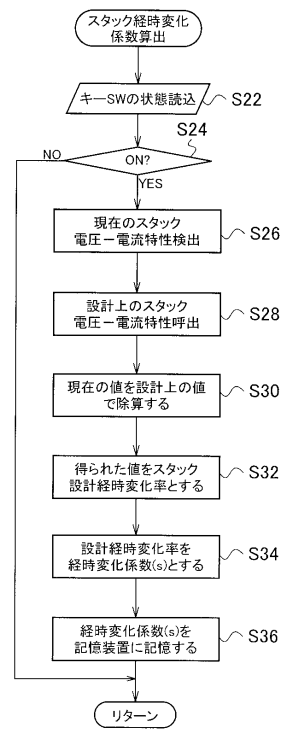
【図2】



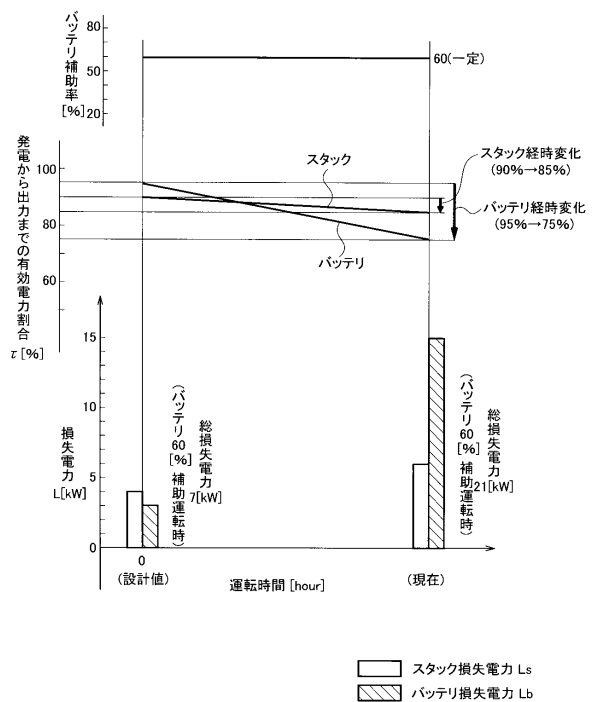
【図4】



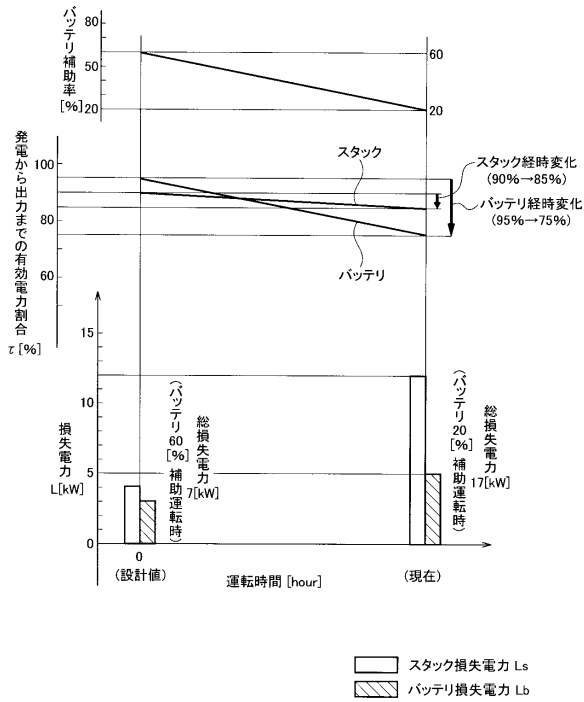
【図3】



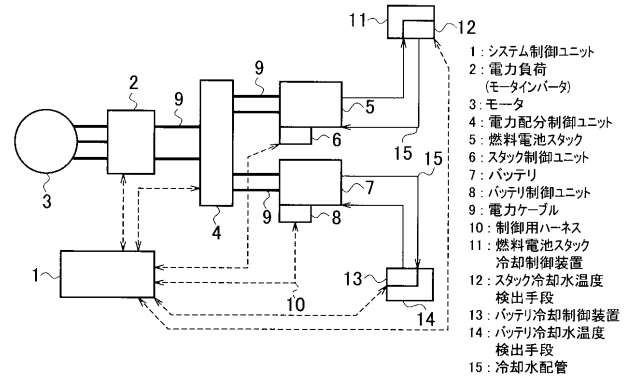
【図5】



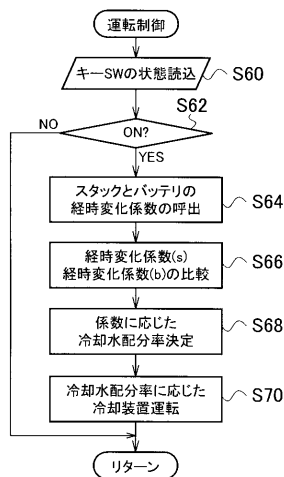
【図 6】



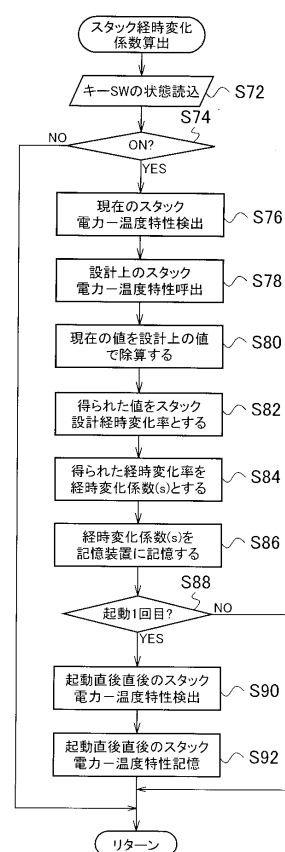
【図 7】



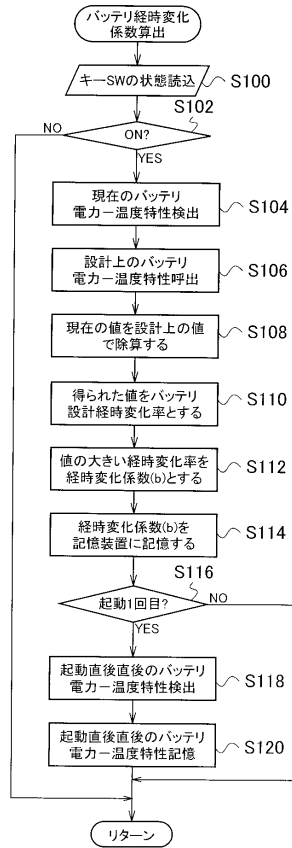
【図 8】



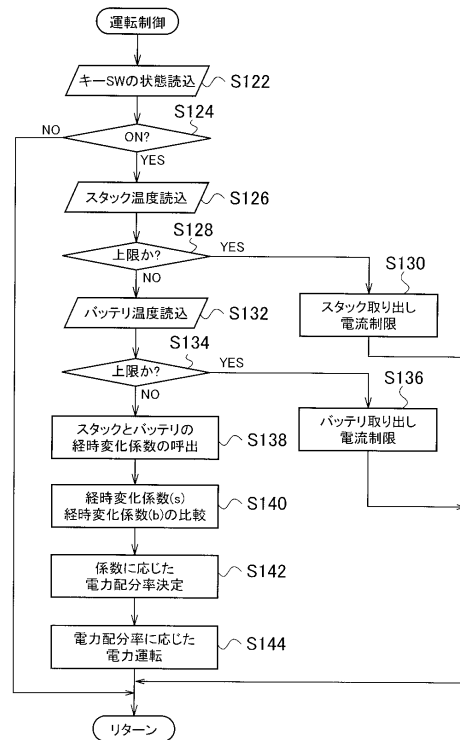
【図 9】



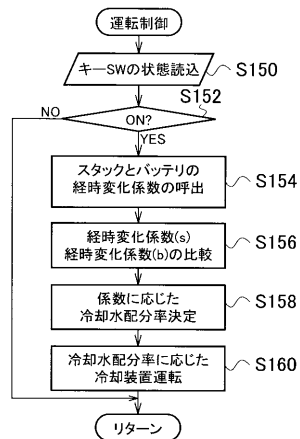
【図 10】



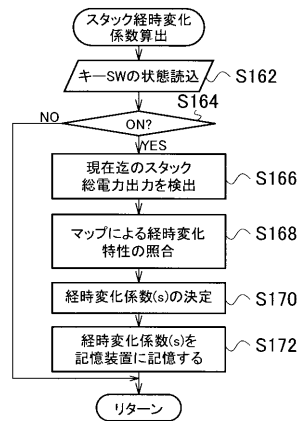
【図 11】



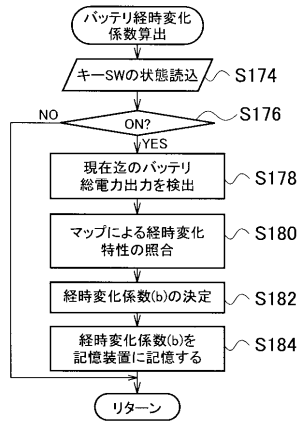
【図 12】



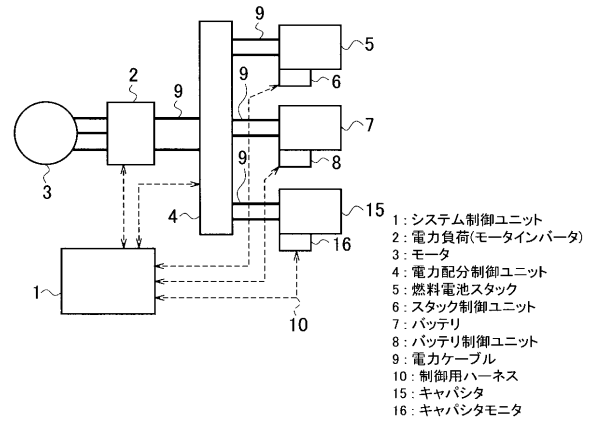
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	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ターム(参考) 5G003 AA05 BA01 DA18 FA06 FA08 GC05

5H026 AA06 HH05 HH06 HH08 HH10

5H027 AA06 CC06 DD00 DD03 KK41 KK46 KK51 KK52 KK54 KK56

MM26

5H115 PA15 PC06 PG04 PI14 PI16 PI18 PI29 P006 P010 PU08

PV02 PV09 PV23 QN03 RB21 SE06 T101 T105 T106 T110

T005 UI30