

JP2003288926

Publication Title:

CONTROL DEVICE FOR FUEL CELL SYSTEM

Abstract:

Abstract of JP2003288926

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten low efficiency operation time before a stable power generation state and to improve the system efficiency of a fuel cell.

SOLUTION: A cell voltage comparison means 44 detects a cell or a cell group having a voltage less than a desired voltage among the whole cell voltages of the fuel cell detected with a cell voltage detecting device 31. When a cell or a cell group with less than the desired voltage is detected, a cell voltage recovering device operation means 45 opens a purge valve 17 acting as a cell voltage recovering device, discharges water inside the fuel cell, and recovers cell voltage. A cell voltage recovering device stopping time measuring means 45 measures the duration of time a continuous closed state of the purge valve 17, and when the time exceeds a specified time, a stable power generation state deciding means 41 decides that the fuel cell is in a stable power generating state, and permits a power generation stop permitting means 42 to stop power generation of the fuel cell system.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-288926
(P2003-288926A)

(43) 公開日 平成15年10月10日 (2003. 10. 10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース* (参考)
H 0 1 M	8/04	H 0 1 M	8/04
	8/00		8/00
			P 5 H 0 2 7
			Y
			Z

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-89586(P2002-89586)

(22) 出願日 平成14年3月27日 (2002. 3. 27)

(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

(72) 発明者 小池 雄一

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

(74) 代理人 100083808

弁理士 三好 秀和 (外7名)

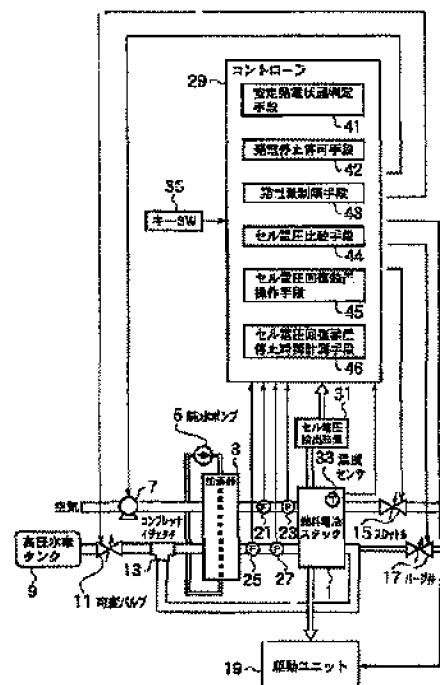
Fターム (参考) 5H027 AA06 BA13 BA19 CC06 KK00
KK46 KK54 MM08

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 安定発電状態以前の低効率運転時間を短縮し、燃料電池のシステム効率を改善する。

【解決手段】 セル電圧比較手段44は、セル電圧検出装置31が検出した燃料電池の全セル電圧のうち所望とする電圧値に満たないセル或いはセル群を検出する。所望とする電圧値に満たないセル或いはセル群を検出した場合、セル電圧回復装置操作手段45は、セル電圧回復装置であるバージ弁17を開いて燃料電池内の液水を排出させセル電圧を回復させる。セル電圧回復装置停止時間計測手段45は、バージ弁17が開状態を継続する時間を計測し、この時間が所定時間を超えた場合、安定発電状態判定手段41は、燃料電池が安定発電状態にあると判定し、発電停止許可手段42に燃料電池システムの発電停止を許可する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池システムの制御装置において、燃料電池の状態を検出する状態検出手段と、該状態検出手段の検出結果に基づいて、燃料電池が安定発電状態にあるか否かを判定する安定発電状態判定手段と、

該安定発電状態判定手段が安定発電状態にあると判定すれば、燃料電池システムの発電停止を許可する一方、該安定発電状態判定手段が安定発電状態にあると判定しなければ、燃料電池システムの発電停止を許可しない発電停止許可手段と、を備えたことを特徴とする燃料電池システムの制御装置。

【請求項2】 前記状態検出手段は、燃料電池システムの起動からの経過時間を測定する計時手段であり、前記安定発電状態判定手段が判定する安定発電状態は、前記計時手段が測定した起動からの経過時間が所定時間以上経過した状態であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項3】 前記状態検出手段は、燃料電池システムの温度を測定する温度測定手段であり、前記安定発電状態判定手段が判定する安定発電状態は、前記温度測定手段が測定した燃料電池システムの温度が所定温度以上の状態であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項4】 前記状態検出手段は、燃料電池のセル電圧を検出するセル電圧検出手段であり、前記安定発電状態判定手段が判定する安定発電状態は、前記セル電圧検出手段が検出したセル電圧が所定電圧以上の状態であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項5】 燃料電池の全てのセル電圧をセル毎又はセル群毎に検出するセル電圧検出手段と、該セル電圧検出手段が検出したセル電圧と所望の電圧値とを比較し、所望の電圧値に満たないセルあるいはセル群を検出するセル電圧比較手段と、該セル電圧比較手段の比較結果に基づいて、セル電圧回復装置の操作を行うセル電圧回復装置操作手段と、該セル電圧回復装置操作手段の出力に基づいて、セル電圧回復装置が継続して停止した状態であるセル電圧回復装置停止状態継続時間を計測するセル電圧回復装置停止時間計測手段と、を備え、前記安定発電状態判定手段は、前記セル電圧回復装置停止時間計測手段が計測したセル電圧回復装置停止状態継続時間が所定時間以上となったときに、前記安定発電状態と判定することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項6】 前記セル電圧回復装置は、燃料電池内の液水を排出する装置であることを特徴とする請求項5に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項7】 前記発電停止許可手段が発電停止を許可

しない間は、燃料電池の発電量を制限する発電量制限手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項8】 燃料電池システムの温度を検出する温度検出手段を備え、前記発電量制限手段は、前記温度検出手段が検出した温度に応じて発電量を制限することを特徴とする請求項7に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項9】 燃料電池のセル電圧を検出するセル電圧検出手段を備え、前記発電量制限手段は、前記セル電圧検出手段が検出したセル電圧に応じて発電量を制限することを特徴とする請求項7に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項10】 燃料電池システムの温度を検出する温度検出手段と、燃料電池のセル電圧を検出するセル電圧検出手段とを備え、

前記発電量制限手段は、前記温度検出手段が検出した温度と前記セル電圧検出手段が検出したセル電圧とに応じて発電量を制限することを特徴とする請求項7に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項11】 前記発電停止許可手段が発電停止を許可しない間であっても、運転停止時または緊急時には発電を停止させることを特徴とする請求項1乃至請求項10の何れか1項に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項12】 前記発電停止許可手段が発電停止を許可している間で、燃料電池の負荷が低負荷である場合には発電を停止させることを特徴とする請求項1乃至請求項11の何れか1項に記載の燃料電池システムの制御装置。

【請求項13】 燃料電池システムが電動車両の電源として用いられ、車両の停止時、減速時の少なくとも一方の時に発電停止許可手段が発電停止を許可していれば発電を停止させることを特徴とする請求項1乃至請求項11の何れか1項に記載の燃料電池システムの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムの制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電気自動車の電源として燃料電池と2次電池とを備えた燃料電池車の開発が進んでいる。内燃機関を原動力とする車両と同様に、燃料電池車においても燃費向上のために、停車時或いは低負荷時のアイドルストップが考慮されている。

【0003】例えば、特開2001-307758号公報には、燃料電池車の燃料節約のために、アクセルペダルの踏み込み操作量を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーに応じて、駆動要求パワーが所定値以下である場合は、燃料電池の運転を補機も含めて停止し、2次

電池単独で駆動要求パワーに対応している。これにより燃料電池による発電としては効率の悪い運転点を回避し、システム効率を向上させようとしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の技術では、燃料電池の発電を停止する判断条件として、駆動要求パワーが所定値以下である状態を判断基準としている。

【0005】しかしながら、燃料電池が十分に暖機（暖機とは、単に燃料電池内を意図的に昇温することだけを意味しているのではなく、燃料電池が発電するのに最適な状態を意図的に作り出す行程を意味しており、本発明では、その様な行程を暖機と呼ぶことにする。）が完了されていない状態においては、そもそも運転効率が低く、発電を停止しても効率向上にあまり寄与できない。

【0006】逆に、燃料電池システムの暖機中に発電を中止することは、暖機の完了を遅らせて低効率の運転時間を長引かせることにより、システム効率の低下を招く場合もあるという問題点があった。

【0007】以上の問題点に鑑み、本発明の目的は、燃料電池のシステム効率を改善することができる燃料電池システムの制御装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明にあつては、燃料電池システムの制御装置において、燃料電池の状態を検出する状態検出手段と、該状態検出手段の検出結果に基づいて、燃料電池が安定発電状態にあるか否かを判定する安定発電状態判定手段と、該安定発電状態判定手段が安定発電状態にあると判定すれば、燃料電池システムの発電停止を許可する一方、該安定発電状態判定手段が安定発電状態にあると判定しなければ、燃料電池システムの発電停止を許可しない発電停止許可手段と、を備えたことを要旨とする。

【0009】

【発明の効果】本発明によれば、安定発電状態になるまでは発電停止を許可しないので発電が継続され、より早く安定発電状態に到達するようになり、安定発電状態以前の低効率運転時間を短縮し、燃料電池のシステム効率を改善することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】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。

【0011】〔第1実施形態〕図1は、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第1実施形態の構成を説明するシステム構成図である。この第1実施形態は、請求項1、5、6、7、8、11、12、13に対応する実施形態であり、電動車両の電源として用いられる燃料電池システムを例示している。

【0012】図1において、燃料電池システムは、燃料電池本体である燃料電池スタック1と、燃料電池スタック1に供給する水素及び空気を加湿する加湿器3と、加

湿器3に加湿用純水を供給する純水ポンプ5と、空気を圧縮して加湿器3へ送るコンプレッサ7と、高圧水素を貯蔵する高圧水素タンク9と、高圧水素の流量を制御する可変バルブ11と、燃料電池から出てきた未使用の水素を上流へ還流するためのイジェクタ13と、空気の圧力及び流量を制御するスロットル15と、水素系の通路を大気開放し水を外部に排出することにより燃料電池セル電圧の回復を行うセル電圧回復装置であるパージ弁17と、燃料電池から出力を取り出す駆動ユニット19と、燃料電池へ流入する空気流量を検出する空気流量センサ21と、燃料電池入口の空気圧力を検出する空気圧力センサ23と、燃料電池へ流入する水素流量を検出する水素流量センサ25と、燃料電池入口の水素圧力を検出する水素圧力センサ27と、各センサの信号とセル電圧検出装置の出力を取り込み、内蔵された制御ソフトウェアに基づいて各アクチュエータを駆動するコントローラ29と、燃料電池スタック1の全セルの電圧をセル毎あるいはセル群毎に検出するセル電圧検出装置31と、燃料電池システムの温度を検出する温度センサ33と、運転者の操作する車両のイグニッションキーの状態を示すキーSW35と、を備えている。

【0013】燃料電池の状態を検出する状態検出手段は、セル電圧検出装置31及び温度センサ33が該当する。

【0014】コントローラ29は、安定発電状態判定手段41と、発電停止許可手段42と、発電量制限手段43と、セル電圧比較手段44と、セル電圧回復装置であるパージ弁17を操作するセル電圧回復装置操作手段45と、セル電圧回復装置停止時間計測手段46とを備え、これらを内蔵プログラムにより実現している。

【0015】安定発電状態判定手段41は、燃料電池の状態を検出する状態検出手段であるセル電圧検出装置31及び温度センサ33から燃料電池の状態を読み込み、これらの検出結果に基づいて燃料電池が安定発電状態にあるか否かを判定する。

【0016】発電停止許可手段42は、安定発電状態判定手段41が安定発電状態にあると判定すれば、燃料電池システムの発電停止を許可する一方、安定発電状態判定手段41が安定発電状態にあると判定しなければ、燃料電池システムの発電停止を許可しないように制御する。

【0017】発電量制限手段43は、発電停止許可手段42が発電停止を許可しない間は、燃料電池の発電量を制限する。

【0018】セル電圧比較手段44は、セル電圧検出手段であるセル電圧検出装置31が検出したセル電圧と所望の電圧値とを比較し、所望の電圧値に満たないセルあるいはセル群を検出する。

【0019】セル電圧回復装置操作手段45は、セル電圧比較手段44の比較結果に基づいて、セル電圧回復装

置であるパージ弁17の操作を行うものである。

【0020】セル電圧回復装置停止時間計測手段46は、セル電圧回復装置操作手段45の出力に基づいて、パージ弁17が継続して閉じた（セル電圧回復装置が継続して停止した）状態であるセル電圧回復装置停止状態継続時間を計測する。

【0021】次に、図1に示した燃料電池システムの動作を説明する。コンプレッサ7は空気を圧縮して加湿器3へ送る。加湿器3では純水ポンプ5により供給された純水で圧縮空気を加湿する。加湿された空気は燃料電池スタック1の空気極（不図示）へ送り込まれる。スロットル15で空気系の圧力制御が行われる。

【0022】水素系では、高圧水素タンク9から供給される水素の流量を可変バルブ11で制御して、燃料電池水素極圧力を所望の値とする。また、イジェクタ13で還流量と合流し、次に加湿器3へ送られる。加湿器3では空気と同様に純水ポンプ5で供給された純水で水素を加湿する。加湿された水素が燃料電池スタック1の水素極（不図示）へ送り込まれる。

【0023】燃料電池スタック1では送り込まれた空気と水素を反応させて発電を行い、電流（電力）を駆動ユニット19へ供給する。

【0024】燃料電池スタック1で反応に使用した残りの空気は、スロットル15を介して燃料電池外へ排出される。また、反応に使用した残りの水素は燃料電池外へ排出されるが、イジェクタ13によって加湿器3の上流へ還流されて発電に再利用する。

【0025】空気流量センサ21、空気圧力センサ23、水素流量センサ25、水素圧力センサ27、セル電圧検出装置31、の各センサの検出値はコントローラ29へ読み込まれる。

【0026】コントローラ29では、読み込んだ各値が、その時の目標発電量から決まる所定の目標値になるようコンプレッサ7、スロットル15、可変バルブ11を制御するとともに、目標値に対して実際に実現されている圧力、流量に応じて燃料電池スタック1から駆動ユニット19へ取り出す出力（電流値）を指令し制御を行う。

【0027】さらに本実施形態のコントローラ29は、燃料電池が安定発電状態にあるかを判定し、その判定結果に基づいて、燃料電池の発電停止を許可するか否かを判定する。燃料電池の起動後、安定発電状態にあると判定するまでの間は、発電停止を許可しない。

【0028】発電停止を許可している間で、燃料電池の負荷が低負荷である場合、たとえば、車両の停止時あるいは減速時に、発電停止を許可していれば発電を停止させる。また、発電停止を許可しない間であっても、運転停止時（キーSW35がOFFになった時）またはフェール発生時などの緊急時には発電を停止させる。

【0029】図11は、以上のコントローラ29による

発電停止の処理フローを示す図である。同図において、まずS60でシステムフェール要因の有無を判定する。システムフェール要因があれば、燃料電池の発電を継続することができないので、S65へ移行し発電停止して終了する。S60の判定でシステムフェール要因がなければ、S61へ移行しキーSW35がOFFされたか否かを判定する。キーSWのOFFであれば、S65へ移る。キーSWのOFFでなければ、S62へ移行し停車中（または減速中）かを判定する。S62の判定で停車中（または減速中）でなければ、S64へ移行し発電を継続する。S62の判定で停車中（または減速中）であれば、S63へ移行し発電停止が許可されているかを判定する。S63で発電停止が許可されていなければ、S64へ移る。S63で発電停止が許可されていれば、S65へ移行し、発電を停止して終了する。

【0030】さらに本実施形態のコントローラ29は、燃料電池の全セルの電圧をセル毎またはセル群毎に検出するセル電圧検出手段であるセル電圧検出装置31の出力に基づき、全セルの電圧のうち、所望とする電圧値に満たないセルあるいはセル群を検出し、この検出出力に基づいて、セル電圧回復装置であるパージ弁17の操作を行う。

【0031】本実施形態のコントローラ29は、安定発電状態検出手段としてセル電圧回復装置操作手段の出力に基づき、セル電圧回復装置が継続して停止した状態で発電している時間を計測するセル電圧回復装置停止時間計測手段の役割を有する。

【0032】なお、本実施形態ではセル電圧回復装置停止時間が所定継続時間以上となったことを安定発電状態であるとして扱う。

【0033】さらに、本実施形態のコントローラ29は、発電停止を許可しない間は、燃料電池の発電量を制限する燃料電池発電量制限手段を兼ね、燃料電池システムの温度に応じて発電量を制限する。

【0034】次に本実施形態の作用を説明する。概略の作用は、セル電圧検出装置31による燃料電池スタック1のセル電圧状態に基づいて、特に電圧の低いセル又はセル群があるかを判定し、この判定によってパージ弁17の開閉を操作し、パージ弁17の全閉状態が継続して所定時間まで達した場合に、安定発電状態であるとして燃料電池スタック1の発電停止を許可する。

【0035】次に、図2の制御フローチャートを参照して、本実施形態における燃料電池システムの運転方法について、処理内容を詳しく説明する。本処理内容は、燃料電池運転開始時より所定時間毎（例えば10[ms]毎）に実行される。

【0036】まずステップ（以下、ステップをSと略す）10では、燃料電池スタック1のセル電圧をセル電圧検出装置31により検出し、コントローラ29へ読み込む。S12では、燃料電池のセル電圧を比較判定す

る。S14では、所望とする電圧値に満たない低電圧セルがあるか否かを判定する。

【0037】ここで所望とする電圧は、全セル電圧の平均電圧値Vaveの所定割合（例えば、0.8倍）である電圧Vthr（ $V_{thr} = 0.8 \times V_{ave}$ ）とする。このようセル電圧の例を図5（a）に示す。同図において、セル番号kのセル電圧がVthr未満となっている。図5

（b）に示すようにセル番号kのセル電圧が他のセル電圧より低くてもVthr以上であれば、低電圧セルが有るとは判定しない。

【0038】S14の判定で低電圧セルが無ければ、S16へ進み、パージ弁17が開いているか否かを判定する。パージ弁17が開いていなければ、S18へ進み、パージ弁閉状態を継続して、S20へ進み、パージ弁閉時間（セル電圧回復装置停止状態継続時間）を計測するパージ弁閉時間計測タイマの作動を継続させる。

【0039】次いで、S22でパージ弁閉時間計測タイマの計測時間が所定時間（例えば、所定値tendは、5分）以上となったか否かを判定し、所定時間以上であれば、S24で燃料電池の発電停止を許可状態として終了する。

【0040】図4（a）は、パージ弁閉状態の計測時間の例を示し、図4（b）は、対応するパージ弁17の開閉状態を示す。

【0041】S22の判定で、パージ弁閉時間計測タイマの計測時間が所定時間未満であれば、S26へ移り、燃料電池の発電停止を不許可状態として終了する。

【0042】S16のパージ弁17が開いているか否かの判定で、パージ弁が開いていれば、セル電圧回復操作によりセル電圧が回復している状態なので、S28へ移りパージ弁17を閉じて、S30へ移る。S30では、パージ弁閉時間計測タイマによるパージ弁閉時間計測を開始して、S26へ移る。

【0043】S14の判定で低電圧セルがあれば、S32へ進み、パージ弁17が開いているか否かを判定する。パージ弁17が開いていれば、S34へ進み、パージ弁閉状態を継続して、S26へ移る。S32の判定でパージ弁17が開いていなければ、低電圧セルの電圧を回復すべく、S36でパージ弁17を開く。次いで、パージ弁閉時間計測タイマをリセットして、S26へ移る。26では、先に説明したように、燃料電池の発電停止を不許可状態として終了する。

【0044】ここで、所望とするセル電圧に満たないセルの検出方法の一例について説明する。まず、図5にあるように、検出したセル電圧の平均電圧値をVave

[v]とし、所定割合をa（たとえば0.8）とすると、所定割合の電圧値Vthr [v]は式（1）となる。

【0045】

$$\text{【数1】 } V_{thr} = a \times V_{ave} \quad \dots (1)$$

各セルの電圧値をV(n)とすると、

$$\text{【数2】 } V(n) < V_{thr} \quad \dots (2)$$

式（2）を満たす電圧値のセルを検出する（図5）。

【0046】図3は、図2の燃料電池セル電圧の比較判定（S12及びS14）の詳細を説明するフローチャートである。

【0047】まずS121でn個のセル電圧V(n)の平均値Vaveを算出する。次いでS122でしきい値Vthrを算出する。このしきい値Vthrは、平均値Vaveに一定の係数a（例えば、 $a = 0.8$ ）を乗じたものである。次いでS123で制御変数iの初期値を1に設定する。

【0048】S124でi番目のセルの電圧V(i)としきい値Vthrとを比較し、V(i)がしきい値Vthr未満であるか否かを判定する。S124の判定がYesであれば、所望の電圧値に満たない低電圧セルが有ると判定する。S124の判定がNoであれば、S125でiが最後のセル番号nで有るか否かを判定する。iが最後のセル番号でなければ、S126へ移りiを1だけ増加させてS124へ戻る。

【0049】S125の判定でiが最後のセル番号であれば、全てのセル電圧がしきい値Vthr以上であったので、低電圧セル無しとする。

【0050】尚、本実施形態においては、セル電圧検出手段であるセル電圧検出装置31が各セル電圧を検出して、コントローラ29に送信し、コントローラ29のセル電圧比較手段44が所望の電圧値に満たないセルの有無を検出するものとしたが、コントローラ29によるセル電圧比較機能をセル電圧検出装置31に備えて、セル電圧比較結果である所望の電圧値に満たないセルの有無をセル電圧検出装置31からコントローラ29に伝えるようにしてもよい。

【0051】また、燃料電池スタック1が多数のセルからなる場合、各セル毎のセル電圧を検出するのではなく、直列接続された複数のセルを纏めたセル群毎にセル群電圧を検出して、セル群電圧の平均値に基づくしきい値に満たないセル群電圧の有無から水詰まりを起こしているセルの有無を判定するようにしてもよい。この場合、水詰まりの判定精度は多少低下するが、セル電圧検出装置31の構成が大幅に簡略化される。

【0052】さらに、本実施形態では上記のような計算例を記載したが、その他にも、セル電圧から偏差を算出し、その偏差の所定値に満たないセルを検出することにより、上記以外の計算方法による検出も可能である。

【0053】図6に、燃料電池発電量制限の処理内容を示す。

【0054】S40では、燃料電池の発電停止許可中であるかを判定し、許可されていればS46に進み、燃料電池発電量の制限を行わない。S40で燃料電池の発電停止が許可されてなければ、S42に進む。S42では、燃料電池活性度を演算し、S44では、S42で演

算した活性度に応じて、燃料電池の発電量制限値を設定して発電量を制限させる。

【0055】ここで、S42の燃料電池活性度演算方法として、燃料電池スタック内の温度から燃料電池活性度状態を算出する方法の一例について説明する。

【0056】温度センサ33については、燃料電池スタック1の内部に設けることにより、燃料電池内の温度を検出する方法と、燃料電池スタックの冷却水系配管に設け、冷却水温度を検出する方法などがある。いずれの方法においても、燃料電池の暖機終了状態における燃料電池内温度、もしくは冷却水温度の目標温度を事前の実験などにより推定し、これを目標温度 T_{tar} [K]とする。次に、燃料電池運転時の燃料電池内温度、もしくは冷却水温度を T_{t1} [K]とすると、燃料電池スタック内の活性度 AT は、式(3)または式(4)となる(図8)。

【0057】

【数3】 $T_{tar} > T_{t1}$ のとき、
 $AT = f(T_{t1}/T_{tar}) \quad \dots (3)$

$T_{tar} < T_{t1}$ のとき、
 $AT = 1 \quad \dots (4)$

図7は、上記の燃料電池活性度演算を説明するフローチャートである。まず、S50において、温度センサ33が測定した燃料電池の温度 T_{t1} をコントローラ29へ読み込む。次いでS52で、測定温度 T_{t1} が目標温度 T_{tar} 未満か否かを判定し、測定温度 T_{t1} が目標温度 T_{tar} 以上であれば、S54へ移り活性度 $AT=1$ として終了する。S52の判定で、測定温度 T_{t1} が目標温度 T_{tar} 未満であれば、S56へ移り、活性度 $AT=f(T_{t1}/T_{tar})$ として終了する。

【0058】次に、図6のS44の燃料電池の発電量制限方法について説明する。

【0059】燃料電池発電量が高負荷まで安定して電力を取り出すことができる状態での燃料電池の発電量の上限値を P_{max} [kW]とすると、燃料電池発電量制限値 P_{lim} [kW]を、式(5)により決定して、燃料電池の発電量を制限する(図9)。

【0060】

【数4】 $P_{lim} = AT \times P_{max} \quad \dots (5)$

$T_{tar} < T_{t1}$ のときは、 $AT=1$ となるので、実質的に $P_{lim} = P_{max}$ となり発電量制限がない状態になる。また別の方法として、燃料電池運転開始時の燃料電池内温度、もしくは燃料電池冷却水温度 T_{ST} [K]における燃料電池スタック内の活性度を AST として、 $T_{tar} > T_{t1}$ の場合の燃料電池発電量制限値 P_{lim} [kW]を、

【数5】 $P_{lim} = AST \times P_{max} \quad \dots (6)$

式(6)として燃料電池の発電量を制限することも可能である(図9-b)。

【0061】[第1実施形態の効果]以上説明した第1実施形態によれば、以下に示す効果がある。燃料電池の

起動後、安定発電状態であると判定するまでの間は、発電停止を許可しないので、発電継続時間が長くなり早期に暖機され安定発電状態となる。

【0062】燃料電池が十分に暖機(暖機とは、単に燃料電池内を意図的に昇温することだけを意味しているのではなく、燃料電池が発電するのに最適な状態を意図的に作り出す行程の意味)が完了されていない状態においては、運転効率が低い。

【0063】この状態では低負荷であっても燃料電池の運転を継続して早期の暖機を進めることが、結果的に燃費効率の向上に寄与することになる。

【0064】バージ閉状態継続時間の所定値 t_{end} [s]は、少なくとも5分間程度としているので、図10(a)、(b)にあるように、バージ閉状態の継続時間の計測値が所定値 t_{end} [s]に達していない場合には、発電停止を不許可としている本実施形態の場合(図10(a))は、発電停止を許可している場合(比較例; 図10(b))よりも、安定発電状態になるまでに $(t_2 - t_1)$ [s]早くなる可能性がある。

【0065】さらに図10(b)の比較例のように、燃料電池が十分に温まっていなかった状態から運転し、一旦発電を停止した場合、燃料電池内に水が凝結し、再起動時にこれを除去するための供給空気量を増量したり、水を排出しつつ燃料電池内の凝結水を吹き飛ばす操作などを行う必要が生じる場合がある。これらもまた、システム効率を悪化させる原因となり、本来の目的であるシステム効率の向上に反する結果となる場合もある。したがって、燃料電池の運転を停止し、暖機を遅らせることは、車両の運転性に制限を設ける状況や、あるいは2次電池を酷使し効率低下を招く状況を生み出すこととなる場合もあるという問題点もあった。本発明では発電を継続することで上記問題点を解決できる。

【0066】また、安定発電状態をセル電圧回復装置停止時間で判定するので正確な判定ができる。

【0067】セル電圧回復装置として、燃料電池内の液水を排出する装置を用いたので、燃料電池内の状態を元に戻すことで効率を悪化させることなくセル電圧を回復させることが可能となる。

【0068】また、発電停止を許可しない間は、燃料電池の発電量を制限することで発電が不安定な状態に陥ることを抑制できる。

【0069】燃料電池システムの温度に応じて発電量を制限するので必要以上に制限をかけることが無くなる。

【0070】発電停止許可手段が発電停止をしない間であっても、運転停止時は発電を停止させるので無用に運転を継続して燃費を悪化させることはない。

【0071】発電停止許可手段が発電停止を許可しない間であっても、緊急時には発電を停止させるのでより安全に点検、修理作業に取り掛かることができる。

【0072】発電停止許可手段が発電停止を許可してい

る間で、燃料電池の負荷が低負荷である場合には発電停止させることで燃費が向上する。

【0073】特に電動車両の停止時、減速時の少なくとも一方の時に発電停止許可手段が発電停止を許可していれば発電を停止させるので、動力性能に影響を与えることなく車両の燃費を向上させることができる。

【0074】[第2実施形態]次に、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第2実施形態を説明する。第2実施形態は、請求項1、5、6、7、9に対応する実施形態である。

【0075】図1～5に関する内容は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0076】燃料電池発電量制限の処理内容で第1実施形態と異なる図6のS42（燃料電池活性度演算）を中心に説明する。

【0077】本実施形態のコントローラ29は、発電停止を許可しない間は、燃料電池の発電量を制限する燃料電池発電量制限手段を兼ね、燃料電池のセル電圧に応じて発電量を制限する。

$$AV = g \{ Vave_t1(I) / Vave_tar(I) \} \quad \cdots (7)$$

$Vave_tar(I) < Vave_t1(I)$ のとき、

$$AV = 1$$

以上の第2実施形態における燃料電池活性度演算を図12のフローチャートを参照して説明する。

【0083】図12において、まずS70でセル電圧平均値 $Vave_t1(I)$ を検出する。次いでS71で燃料電池スタック1からの取り出し電流値 I を検出する。S72で取り出し電流値 I に対応した目標セル電圧平均値 $Vave_tar(I)$ を推定する。これは、予め記憶したマップを参照する。次いでS73で $Vave_t1(I)$ と $Vave_tar(I)$ とを比較し、大小判定する。 $Vave_t1(I) \leq Vave_tar(I)$ であれば、S74へ移り、活性度 $AV = 1$ として終了する。S73の判定で、 $Vave_t1(I) > Vave_tar(I)$ であれば、S75へ移り、活性度 $AV = g \{ Vave_t1(I) / Vave_tar(I) \}$ として終了する。

【0084】次に、S44の燃料電池発電量制限方法について説明する。

【0085】高負荷まで安定して電力を取り出すことができる状態での燃料電池の発電量の上限値を P_{max} [kW] とすると、燃料電池発電量制限値 P_{limt} [kW] は、

$$【数7】 P_{limt} = AV \times P_{max} \quad \cdots (9)$$

式(9)として燃料電池の発電量を制限する(図14)。

【0086】 $Vave_tar(I) < Vave_t1(I)$ のときは $AV = 1$ となるので実質的に $P_{limt} = P_{max}$ となり制限がない状態となる。

【0087】また別の方法として、燃料電池運転開始時のセル電圧平均値 $Vave_ts$ [V] における活性度を ASV

【0078】本実施形態のS42では、セル電圧平均値から燃料電池活性度を演算するものであり、S42以降の手順は、第1実施形態と同様である。

【0079】ここで、S42の燃料電池活性度状態推定方法として、セル電圧平均値を元に燃料電池活性度状態を算出する方法の一例について説明する。

【0080】セル電圧の検出については、燃料電池外部に設けた各セルあるいはセル群の電圧値を検出するセル電圧検出装置31により検出する。

【0081】また、燃料電池発電量が高負荷まで安定して取り出すことのできる状態における取り出し電流値 I [A] の時のセル電圧平均値の目標平均電圧値を事前の実験などにより推定し、それを目標平均電圧値 $Vave_tar(I)$ [V] とする。次に、ある時のセル電圧平均値を $Vave_t1(I)$ [V] とすると(図13(a))、燃料電池スタック内の活性度 AV は、以下に示す式(7)、式(8)となる(図13(b))。

【0082】

【数6】 $Vave_tar(I) > Vave_t1(I)$ のとき、

$$\cdots (8)$$

として、 $Vave_tar(I) > Vave_t1(I)$ の場合の燃料電池発電量制限値 P_{limt} [kW] を、

$$【数8】 P_{limt} = ASV \times P_{max} \quad \cdots (10)$$

式(10)として燃料電池の発電量を制限することも可能である(図15)。

【0088】[第2実施形態の効果]以上説明した第2実施形態によれば、セル電圧検出手段の出力であるセル電圧値を検出して発電制限量を決めるので、より正確な制限量を設定できる。

【0089】また、セル電圧検出自体は他の制御とも共用できるので、コストアップを抑制できる。

【0090】[第3実施形態]次に、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第3実施形態を説明する。第3実施形態は、請求項1、5、6、7、8、9、10に対応する実施形態である。図1～5に関する内容は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0091】本実施形態において、燃料電池発電量制限の処理内容で第1実施形態と異なる図6のS42を中心に説明する。

【0092】本実施形態のコントローラ29は、発電停止を許可しない間は、燃料電池の発電量を制限する燃料電池発電量制限手段を兼ね、燃料電池システムの温度と燃料電池のセル電圧に応じて発電量を制限する。

【0093】本実施形態のS42では、燃料電池システムの温度とセル電圧平均値から燃料電池活性度を演算するものであり、S42以降の手順は、第1実施形態と同様である。

【0094】ここで、S42の燃料電池活性度状態推定

方法として、燃料電池システムの温度とセル電圧平均値を元に燃料電池活性度状態を算出する方法の一例について説明する。

【0095】活性度AT、AVのそれぞれの算出方法については、第1、第2実施形態と同様である。

【0096】ある時の燃料電池スタック内の活性度AT_Vは、燃料電池活性度AT、AVから、

$$\text{【数9】 } AT_V = AT \times AV \quad \dots (11)$$

式(11)とする。

【0097】以上のセル電圧平均値と燃料電池温度とを用いた燃料電池活性度の演算を図16のフローチャートを参照して説明する。まずS80で、セル電圧平均値Vave_t1(I)を検出する。次いでS81で燃料電池スタック1からの取り出し電流値Iを検出する。S82で取り出し電流値Iに対応した目標セル電圧平均値Vave_tar(I)を推定する。これは、予め記憶したマップを参照する。

【0098】次いでS83でVave_t1(I)とVave_tar(I)とを比較し、大小判定する。Vave_t1(I) ≤ Vave_tar(I)であれば、S84へ移り、活性度AV = 1としてS86へ移る。S83の判定で、Vave_t1(I) > Vave_tar(I)であれば、S85へ移り、活性度AV = g{Vave_t1(I)/Vave_tar(I)}としてS86へ移る。

【0099】S86では、温度センサ33が測定した燃料電池の温度Tt1をコントローラ29へ読み込む。次いでS87で、測定温度Tt1が目標温度Ttar未満か否かを判定し、測定温度Tt1が目標温度Ttar以上であれば、S88へ移り活性度AT = 1としてS90へ移る。S87の判定で、測定温度Tt1が目標温度Ttar未満であれば、S89へ移り、活性度AT = f(Tt1/Ttar)としてS90へ移る。S90では、燃料電池スタック内の活性度AT_V = AT × AVとして終了する。

【0100】次に、S44の燃料電池発電量制限方法について説明する。

【0101】高負荷まで安定して電力を取り出すことができる状態での燃料電池の発電量の上限値をPmax[kW]とすると、燃料電池発電量制限値Plmt[kW]は、

$$\text{【数10】 } Plmt = AT_V \times Pmax \quad \dots (12)$$

式(12)として燃料電池の発電量を制限する。

【0102】[第3実施形態の効果]以上説明した第3実施形態によれば、燃料電池の状態を反映する温度、セル電圧の双方を用いることでより適切な発電量制限値を設定できる。

【0103】[第4実施形態]次に、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第4実施形態を説明する。第4実施形態は、請求項1、2に対応する実施形態である。

【0104】図1に関する内容は、第1実施形態と同様

であるので説明を省略する。

【0105】本実施形態のコントローラ29は、安定発電状態検出手段として、燃料電池システムの起動からの経過時間を測定する手段の役割を兼ねる。

【0106】なお、本実施形態では燃料電池システムの起動からの経過時間が所定時間以上となったことを安定発電状態であるとして扱う。

【0107】図17は、本実施形態における燃料電池の発電停止許可の処理内容を示すフローチャートである。本処理内容は、燃料電池運転開始時より所定時間毎(例えば10[ms]毎)に実行される。なお、経過時間の所定値としては5分程度の値を設定する。

【0108】図17において、S92で燃料電池システムの起動時からの経過時間を計測する。次いで、S93で計測時間が所定値に到達したか否かを判定する。所定値に到達していればS94へ移り燃料電池の発電停止を許可して終了する。S93で所定時間に到達していなければ、S95へ移り、燃料電池の発電停止を許可せずに終了する。

【0109】[第4実施形態の効果]以上説明した第4実施形態によれば、特に燃料電池システム内の状態を計測するセンサを設けることなく、コントローラが通常備える計時機能のみで燃料電池の安定発電状態を判定できるので、簡略な制御構成とすることができる。

【0110】燃料電池システムの安定状態は個々のシステムによりさまざまなパラメータ(温度、出力電圧など)に依存するが、いずれに起因する場合であっても起動からの運転継続時間とともに安定方向に向かうので、本実施形態の方法ではいかなるシステムにも対応できる。

【0111】[第5実施形態]次に、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第5実施形態を説明する。第5実施形態は、請求項1、3に対応する実施形態である。

【0112】図1に関する内容は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0113】本実施形態のコントローラ29は、安定発電状態判定手段の役割を兼ね、本実施形態では温度センサ33が検出した燃料電池システムの温度が所定温度以上となったことを安定発電状態であるとして扱う。

【0114】図18は、本実施形態における燃料電池の発電停止許可の処理内容を示すフローチャートである。本処理内容は、燃料電池運転開始時より所定時間毎(例えば10[ms]毎)に実行される。なお、Ttarは第1実施形態の活性度算出の場合と同様の算出方法を用いることができる。

【0115】図18において、まずS96で温度センサ33の温度計測値Tt1をコントローラ29へ読み込む。次いで、S97で目標温度Ttarの一定割合である所定温度値Ttar×k(例えば、k=0.8)と温度計測値

T_{t1} とを比較する。S97の比較で、 $T_{tar} \times k < T_{t1}$ であれば、S98へ移り、燃料電池の発電停止を許可して終了する。S97の比較で、 $T_{tar} \times k < T_{t1}$ でなければ、S99へ移り、燃料電池の発電停止を不許可として終了する。

【0116】[第5実施形態の効果]以上説明した第5実施形態によれば、燃料電池システム内の状態として温度を計測することで、より正確に安定発電状態を判定できる。特に燃料電池システムの安定状態が温度に起因するシステムに好適である。

【0117】また温度計測自体はシステム内の他の制御と共用できるのでコストアップを抑制できる。

【0118】[第6実施形態]次に、本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第6実施形態を説明する。第6実施形態は、請求項1、4に対応する実施形態である。

【0119】図1に関する内容は、第1実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0120】本実施形態のコントローラ29は、安定発電状態判定手段の役割を兼ね、本実施形態では燃料電池のセル電圧が所定電圧以上となったことを安定発電状態であるとして扱う。

【0121】図19は、本実施形態における燃料電池の発電停止許可の処理内容を示すフローチャートである。本処理内容は、燃料電池運転開始時より所定時間毎（例えば10[ms]毎）に実行される。なお、 V_{ave_t1} 、 I 、 V_{ave_tar} などは第2実施形態の活性度算出と同様の算出方法を用いることができる。

【0122】図19において、まずS101で、セル電圧平均値 $V_{ave_t1}(I)$ を検出する。次いでS102で燃料電池スタック1からの取り出し電流値 I を検出する。S103で取り出し電流値 I に対応した目標セル電圧平均値 $V_{ave_tar}(I)$ を推定する。これは、予め記憶したマップを参照する。次いでS104で、目標セル電圧平均値 $V_{ave_tar}(I)$ の一定割合である $V_{ave_tar}(I) \times k$ （例えば、 $k=0.8$ ）と $V_{ave_t1}(I)$ とを比較し、大小判定する。

【0123】S104の判定で、 $V_{ave_tar}(I) \times k < V_{ave_t1}(I)$ であれば、S105へ移り、燃料電池の発電停止を許可して終了する。S104の判定で、 $V_{ave_tar}(I) \times k < V_{ave_t1}(I)$ でなければ、S106へ移り、燃料電池の発電停止を不許可として終了する。

【0124】[第6実施形態の効果]以上説明した第6実施形態によれば、燃料電池システム内の状態としてセル電圧を計測することで、より正確に安定発電状態を判定できる。

【0125】特に燃料電池システムの安定発電状態がセル電圧に起因するシステムに好適である。

【0126】またセル電圧計測自体はシステム内の他の

制御と共用できるのでコストアップを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る燃料電池システムの制御装置の第1実施形態の構成を説明するシステム構成図である。

【図2】第1実施形態における燃料電池システムの制御方法を説明するフローチャートである。

【図3】第1実施形態における燃料電池セル電圧の比較判定処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図4】(a)パージ弁閉状態継続時間と(b)パージ弁の開閉状態との関係を説明する図である。

【図5】(a)セル番号kのセル電圧低下によりセル電圧回復動作が必要な状態を説明するセル電圧分布図、(b)セル電圧回復動作が不要な状態を説明するセル電圧分布図、(c)セル電圧が良好なセル電圧分布図である。

【図6】第1実施形態における発電量制限処理を説明するフローチャートである。

【図7】第1実施形態における燃料電池活性度演算処理を説明するフローチャートである。

【図8】スタック内温度に対するスタック内活性度を説明するグラフである。

【図9】(a)スタック内温度、(b)スタック内活性度、(c)スタック発電量制限値、(d)スタック発電量制限値を説明するタイムチャートである。

【図10】(a)本発明による燃料電池暖機時間と、(b)比較例の暖機時間を説明するタイムチャートである。

【図11】発電停止の処理フローを示す図である。

【図12】第2実施形態における燃料電池活性度演算処理を説明するフローチャートである。

【図13】(a)燃料電池の状態と取り出し可能な電流値に対するセル電圧平均値を説明するグラフである。(b)セル電圧平均値に対するスタック内活性度を説明する図である。

【図14】(a)セル電圧平均値、(b)スタック活性度、(c)スタック発電量制限値をそれぞれ示すタイムチャートである。

【図15】(a)セル電圧平均値、(b)スタック発電量制限値をそれぞれ示すタイムチャートである。

【図16】第3実施形態における燃料電池活性度演算処理を説明するフローチャートである。

【図17】第4実施形態における燃料電池発電停止の許可/不許可を説明するフローチャートである。

【図18】第5実施形態における燃料電池発電停止の許可/不許可を説明するフローチャートである。

【図19】第6実施形態における燃料電池発電停止の許可/不許可を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

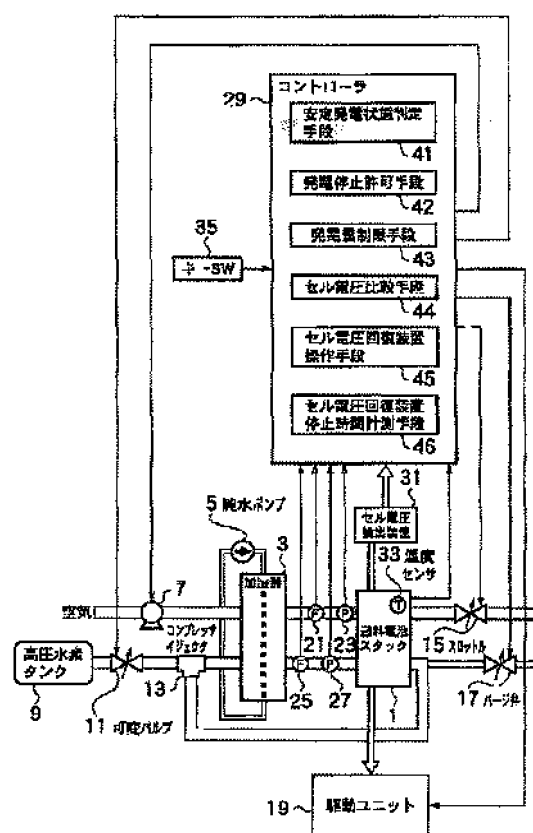
1…燃料電池スタック

3…加湿器

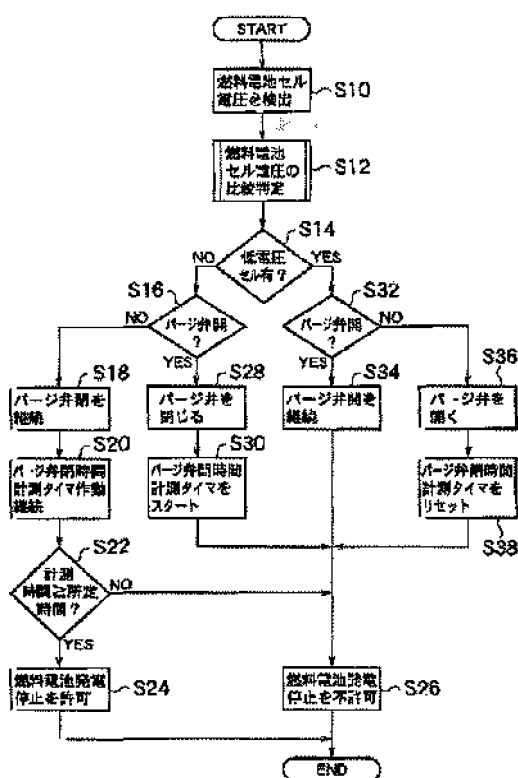
5…純水ポンプ
7…コンプレッサ
9…高圧水素タンク
11…可変バルブ
13…イジェクタ
15…スロットル
17…バージ弁（セル電圧回復装置）
19…駆動ユニット
21…空気流量センサ
23…空気圧力センサ
25…水素流量センサ

27…水素圧力センサ
29…コントローラ
31…セル電圧検出装置
33…温度センサ
35…キーSW
41…安定発電状態判定手段
42…発電停止許可手段
43…発電量制限手段
44…セル電圧比較手段
45…セル電圧回復装置操作手段
46…セル電圧回復装置停止時間計測手段

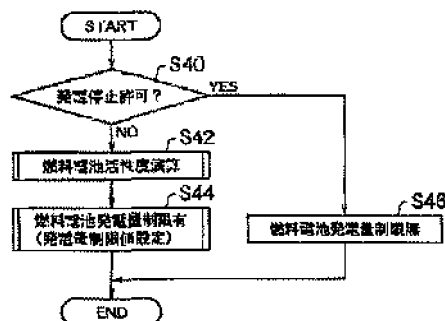
【図1】



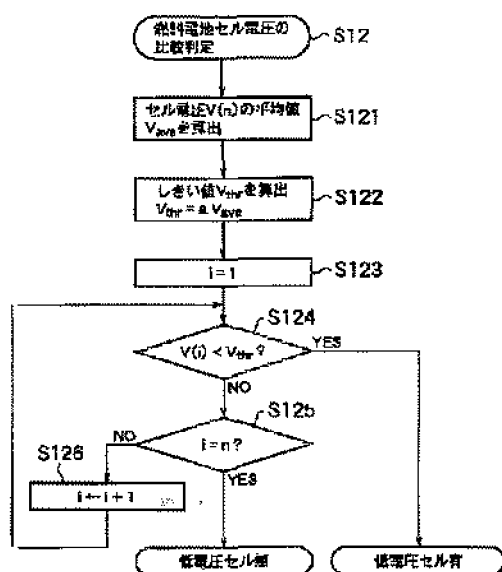
【図2】



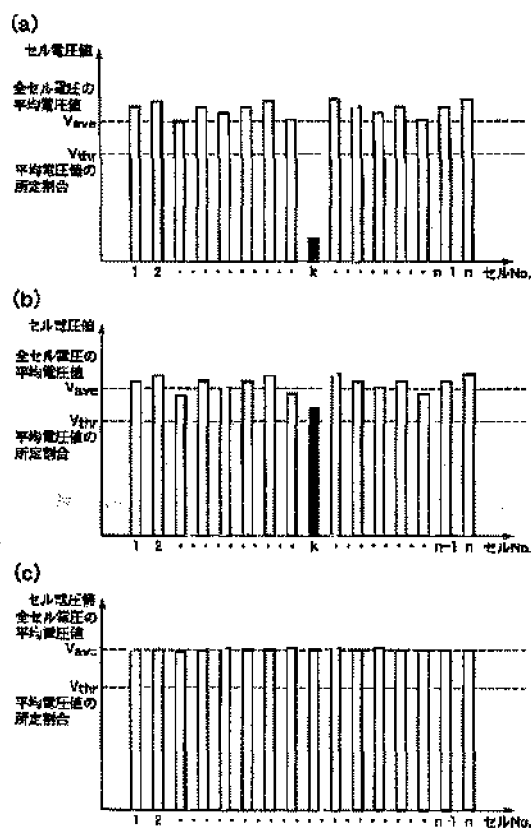
【図6】



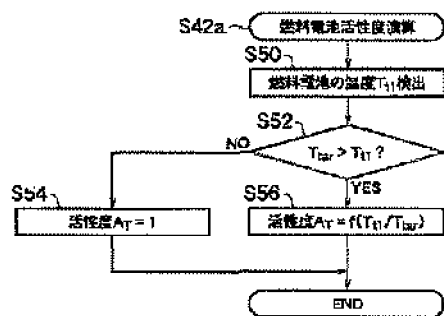
【図3】



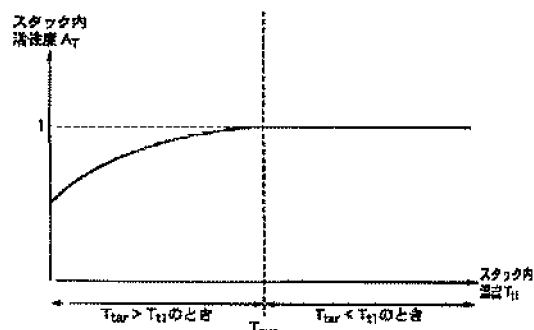
【図5】



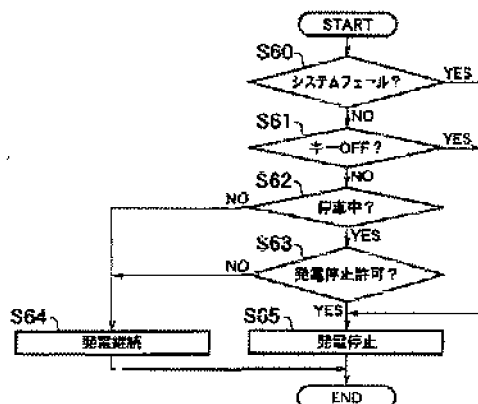
【図7】



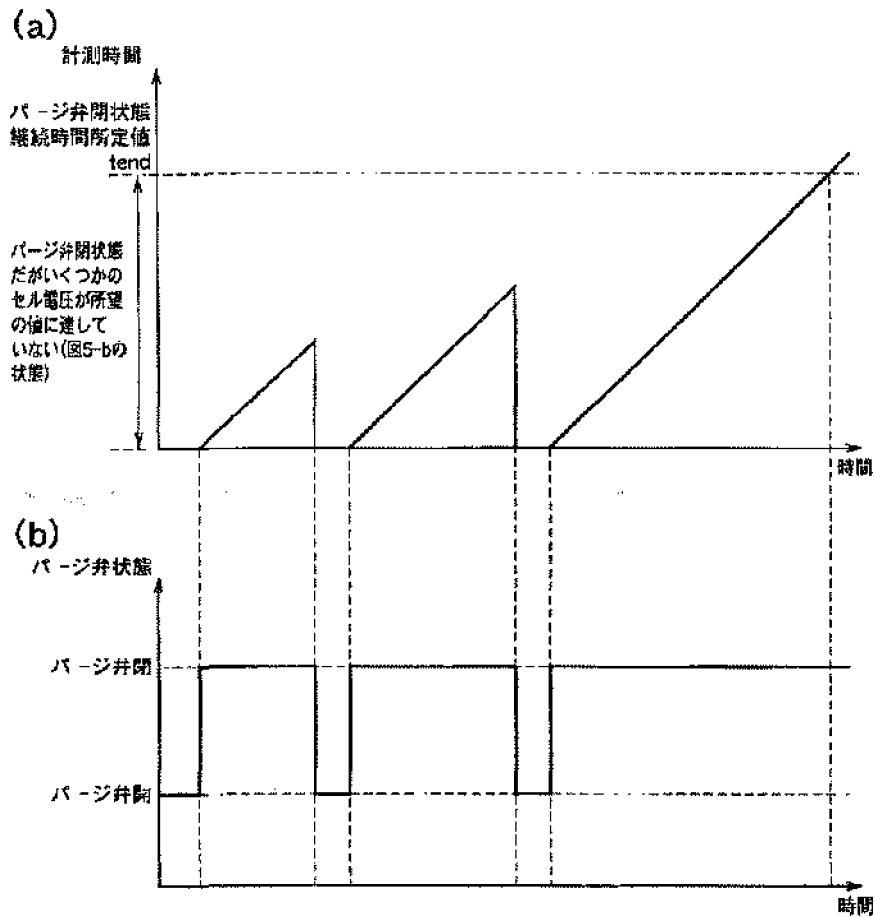
【図8】



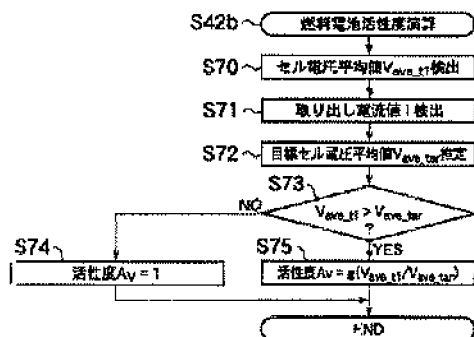
【図11】



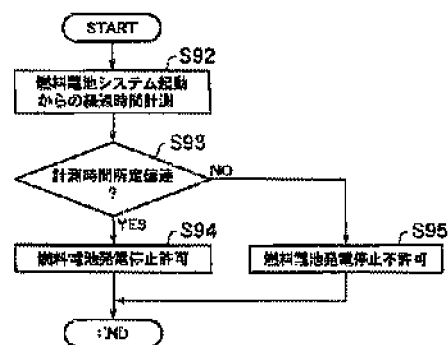
【図4】



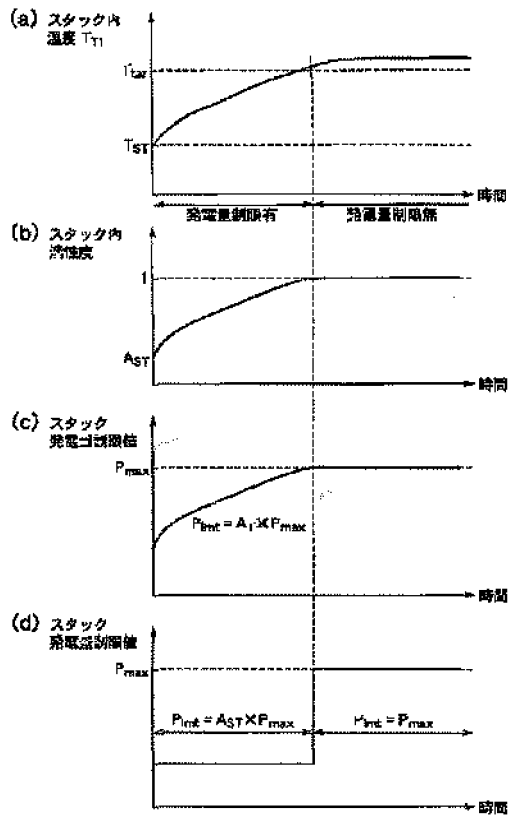
【図12】



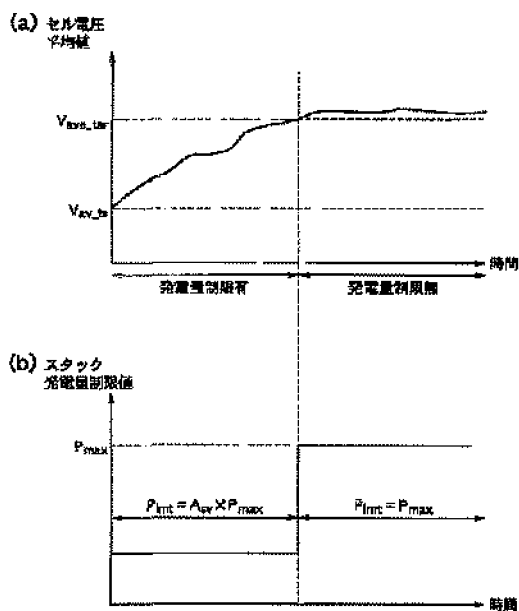
【図17】



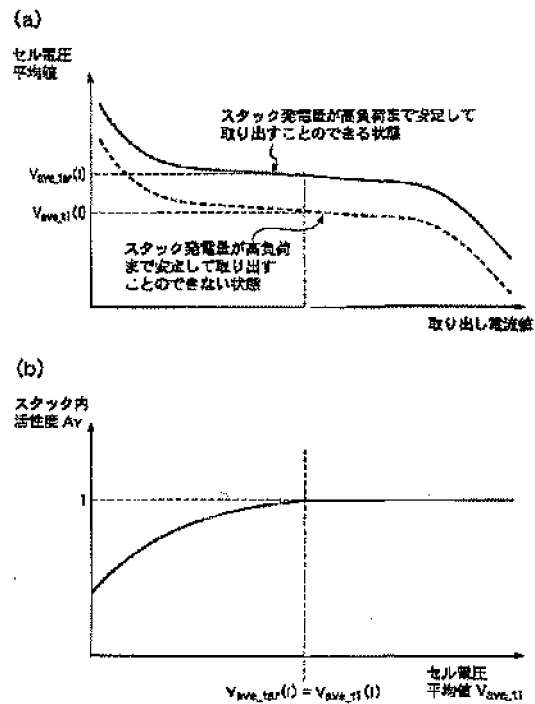
【図9】



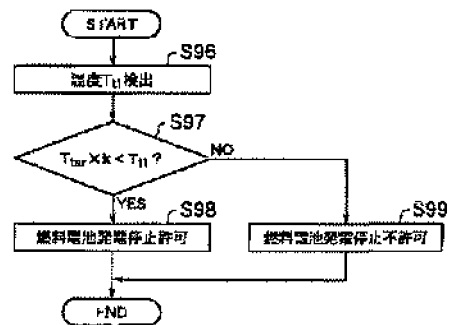
【図15】



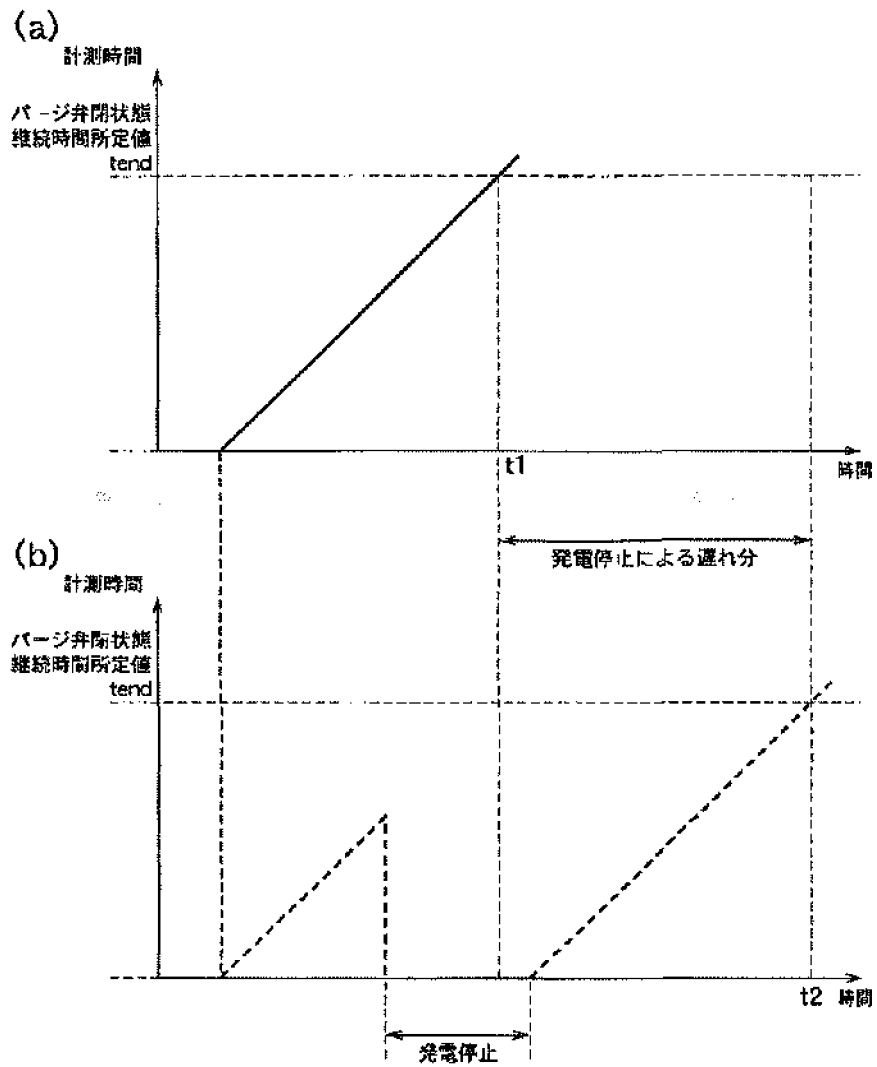
【図13】



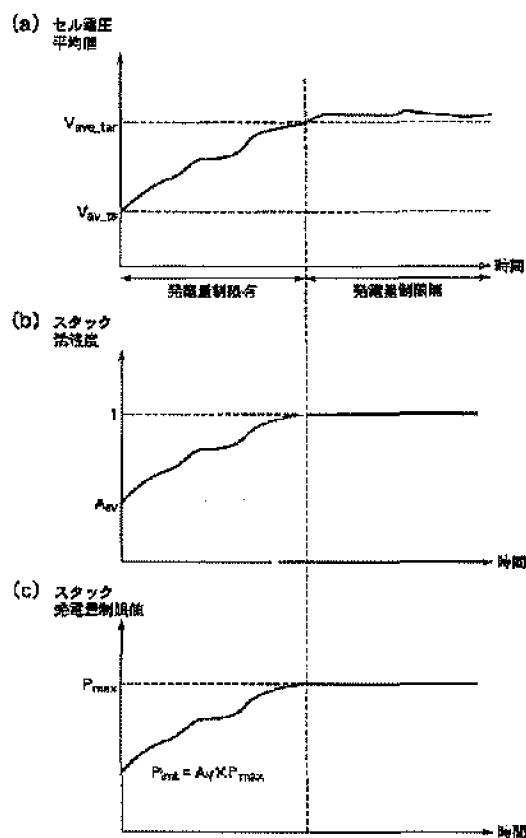
【図18】



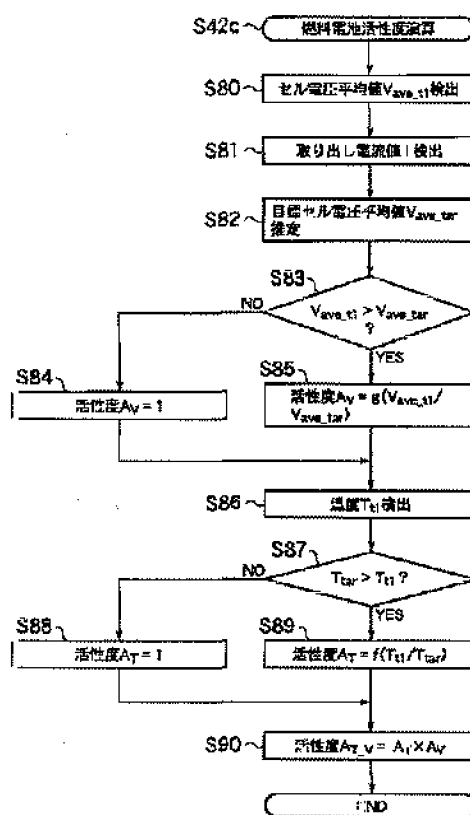
【図10】



【図14】



【図16】



【図19】

