

(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2008-203171
(P2008-203171A)

(43) 公開日 平成20年9月4日(2008.9.4)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1K	1/14	(2006.01)	GO1K	1/14	L	2F056		
GO1K	7/24	(2006.01)	GO1K	7/24	M	3E172		
GO1K	13/02	(2006.01)	GO1K	13/02		5H027		
F17C	13/02	(2006.01)	F17C	13/02	3O1Z	5H115		
HO1M	8/04	(2006.01)	HO1M	8/04	H			
審査請求 有 請求項の数 13 O L (全 13 頁) 最終頁に続く								

(21) 出願番号 特願2007-41840 (P2007-41840)
(22) 出願日 平成19年2月22日 (2007.2.22)

(71) 出願人 000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地
(74) 代理人 100075258
弁理士 吉田 研二
(74) 代理人 100096976
弁理士 石田 純
(72) 発明者 蟹江 尚樹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
Fターム(参考) 2F056 CL11
3E172 AA02 AA03 AA05 AA06 AB01
BA01 BB12 BB17 BD03 EA02
EA03 EA13 EA22 EA23 EA35
KA22 KA23
最終頁に続く

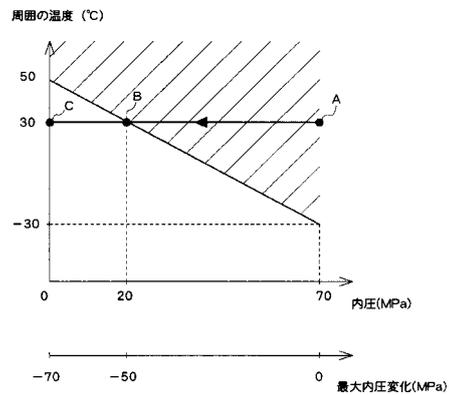
(54) 【発明の名称】 高圧タンク温度検出システム、高圧タンクシステム

(57) 【要約】

【課題】 高圧タンク内の温度を検出する温度センサの故障検出の精度を高める。

【解決手段】 水素タンクでは、水素ガスを放出することで、サーミスタにおいて断線が発生したと想定される温度にまで低温化する可能性がある。そこで、水素タンクの温度検出システムにおいては、水素タンクがこの温度以下である可能性を、周囲の温度（縦軸）と内圧（横軸）によって推定する。そして、この温度以下である可能性がないと見込まれる場合（斜線領域）にのみ、断線判定を行っている。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

高圧の流体が充填される高圧タンクの中の温度を検出する温度センサと、故障判定条件に基づいて、前記温度センサの故障判定を行う判定手段と、を備え、

前記故障判定条件は、前記高圧タンクの中の流体量、またはその変化量に応じて定められることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

前記故障判定条件は、温度センサの検出結果と故障判定閾値との比較に基づく条件であり、

前記故障判定閾値は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められ、これにより、前記故障判定条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

前記故障判定条件は、故障判定が実施可能か否かを定める第 1 条件と、故障判定が実施可能な場合に故障か否かを判定する第 2 条件を含み、

少なくとも前記第 1 条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められ、これにより、前記故障判定条件は、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

当該温度検出システムは、前記温度センサとは別に、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて、前記高圧タンクの中の温度を推定する推定手段を備え、

前記第 1 条件は、前記推定手段により推定された温度に応じて故障判定を実施可能か否かを定める条件であり、これにより、前記第 1 条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

当該温度検出システムは、前記温度センサとは別に、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて、前記高圧タンクの中の温度を推定する推定手段を備え、

前記第 1 条件は、前記推定手段により推定された温度が、前記温度センサによる温度検出可能な範囲である場合に、故障判定を実施可能であると定める条件であり、これにより、前記第 1 条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

前記高圧タンクの周囲の温度を取得する取得手段を備え、

前記推定手段は、さらに、前記周囲の温度に基づいて前記高圧タンクの中の温度を推定することを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 7】

請求項 3 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

前記第 1 条件に基づいて、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量と、前記故障判定を実施可能か否かとを対応づける対応づけ情報を備え、

前記判定手段は、前記対応づけ情報に基づいて、前記温度センサの故障判定を行うことを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、

前記高圧タンクの周囲の温度を取得する取得手段を備え、

前記推定手段は、さらに、前記周囲の温度に基づいて前記高圧タンクの中の温度を推定することを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

10

20

30

40

50

前記対応づけ情報は、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量と、前記周囲の温度と、前記故障判定を実施可能か否かとを対応づけることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、前記高圧タンクに充填される流体は気体であることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、前記温度センサは、サーミスタであることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

10

【請求項 11】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、前記高圧タンクの中の圧力を検出する手段を備え、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量は、検出された圧力または圧力変化によって評価されることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の高圧タンク温度検出システムにおいて、前記変化量は、前記高圧タンクの中の流体量と、基準の流体量との差異により評価されることを特徴とする高圧タンク温度検出システム。

20

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の高圧タンク温度検出システムと、前記高圧タンクと、を備えることを特徴とする高圧タンクシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高圧タンクにおいて温度検出を行う技術、特に、温度センサの故障判定を行う技術に関する。

【背景技術】

【0002】

下記特許文献 1 には、サーミスタ式温度検出器の検出精度を確保しつつ断線を検出するために、温度検出用基準抵抗と断線検出基準抵抗を設ける技術が記載されている。下記特許文献 2 には、サーミスタ式温度検出器の断線を検出する構成が開示されている。下記特許文献 3 には、サーミスタ式温度検出器の断線や短絡などの故障を検出する構成が開示されている。下記特許文献 4 には、サーミスタ式温度検出器による電気駆動装置の温度測定において、温度の上昇の程度に基づいて、断線を検出する技術が開示されている。

30

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 281499 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 156389 号公報

【特許文献 3】特開 2000 - 193533 号公報

【特許文献 4】特開 2001 - 255213 号公報

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

高圧タンクでは、流体の充填や放出に起因して、重量、圧力、温度などが大きく変化する場合がある。上記特許文献 1 乃至 4 に記載の技術では、こうした測定環境の大きな変化のために、故障検出を精度よく行うことができないおそれがある。また、上記特許文献 1 の技術を採用した場合には、断線検出基準抵抗への切り換え頻度が多くなってしまふことが懸念される。

【0005】

50

本発明の目的は、高圧タンク内の温度を検出する温度センサの故障検出の精度を高めることにある。

【0006】

本発明の別の目的は、高圧タンク内の温度検出の信頼性を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、高圧の流体が充填される高圧タンクの中の温度を検出する温度センサと、故障判定条件に基づいて、前記温度センサの故障判定を行う判定手段と、を備え、前記故障判定条件は、前記高圧タンクの中の流体量、またはその変化量に応じて定められる。

10

【0008】

高圧タンクは、高圧の流体が内部に充填される容器である。ここで、高圧とは、少なくとも大気圧（1気圧 0.1MPa）よりも高いことをいう。また、流体とは、気体、液体、あるいは気体と液体の混合物をいう。温度センサは、測定対象となる高圧タンク内の温度状態を把握し、電圧あるいは電流などの情報として取り出す装置である。高圧タンク温度検出システムは、表示装置あるいは記憶装置を備え、取り出された情報に対する情報の可視化処理あるいは記憶処理を実行する場合も多い。

【0009】

判定手段は、故障判定条件に基づいて、温度センサの故障判定を行う手段であり、ソフトウェア的に構成されても、ハードウェア的に構成されてもよい。温度センサの故障とは、温度センサによる温度検出に問題をきたす障害をいう。温度センサの故障には、温度センサ自体に生じた障害の他に、上述の表示装置や記憶装置などの周辺装置に生じた障害が含まれてもよい。故障の具体例としては、電気的系統をもつ温度センサにおける短絡あるいは断線を挙げることができる。また、故障判定条件は、故障の発生を判定するための条件であり、判定手段に対し、ソフトウェア的に組み込まれてもよいし、ハードウェア的に組み込まれてもよい。

20

【0010】

この故障判定条件においては、故障の発生の判定が、高圧タンクの中の流体量とその変化量の一方または両方の値に依存して、少なくとも2段階に変わるように定められている。もちろん、3段階以上の複数段階あるいは連続的（無限段階）に変えられてもよい。ここで、高圧タンクの中の流体量は、直接測定（例えば、圧力や重量などの測定）によって取得されても、間接測定（例えば、充填量や放出量などから推定）によって取得されてもよい。また、流体量の変化量も、直接測定によって取得されても、間接測定によって取得されてもよい。流体量や変化量は、重量、密度、体積、圧力などによって評価（表現）されてもよいし、また、流体量や変化量に応じた値を示す量（例えば、振動数、屈折率、メータ回転量など）によって評価されてもよい。言い換えれば、故障判定条件は、流体量自体あるいは変化量自体の関数であってもよいが、流体量あるいは変化量に応じて定まる別の量の関数であってもよい。なお、故障判定条件は、さらに、流体量と変化量に依存しない量にも応じて定められるものであってもよい。

30

【0011】

この構成によれば、高圧タンク内の流体量またはその変化量に応じて温度センサの故障判定を行うため、故障検出の精度を高めることが可能となる。そして、温度センサによって検出される温度に対する信頼性を向上させることも可能となる。

40

【0012】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記故障判定条件は、温度センサの検出結果と故障判定閾値との比較に基づく条件であり、前記故障判定閾値は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められ、これにより、前記故障判定条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められる。

【0013】

この構成によれば、例えば、流体量またはその変化量に応じて検出特性が変化する温度

50

センサを用いる場合に、その検出特性に応じた故障判定閾値を設定することで、故障検出の精度を高めることが可能となる。

【0014】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記故障判定条件は、故障判定が実施可能か否かを定める第1条件と、故障判定が実施可能な場合に故障か否かを判定する第2条件を含み、少なくとも前記第1条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められ、これにより、前記故障判定条件は、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められる。

【0015】

第1条件は、実質的に故障判定を実施するか否かを定める条件である。言い換えれば、第1条件は、故障判定を実施するか否かを定める条件、あるいは、(常に故障判定を形式的に行うような場合には)故障判定の実施結果を有効なものとして扱うか否かを定める条件であると言える。なお、第2条件は、流体量またはその変化量に応じて定められるものであってもよいし、これらには依存しないで定められるものであってもよい。この構成によれば、例えば、高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて、故障判定の実施の可否あるいは故障判定の精度が変わるような場合に、故障判定の精度を高めることが可能となる。

【0016】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、当該温度検出システムは、前記温度センサとは別に、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて、前記高圧タンクの中の温度を推定する推定手段を備え、前記第1条件は、前記推定手段により推定された温度に応じて故障判定を実施可能か否かを定める条件であり、これにより、前記第1条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められる。

【0017】

一般に、高圧タンクの中の流体量の変化に対応して、流体の温度が変化する。推定手段は、そこで、高圧タンクの中の流体量またはその変化量に基づいて、流体の温度を推定する。推定は、熱力学的知見に基づいて行ってもよいし、実験結果や経験則などに基づいて行ってもよい。なお、高圧タンクの温度は、時間が経過するにつれて、高圧タンクの周囲の温度に漸近していく。そこで、推定手段は、さらに、流体量の変化したあとの経過時間に基づいて流体の温度を推定してもよい。

【0018】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、当該温度検出システムは、前記温度センサとは別に、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて、前記高圧タンクの中の温度を推定する推定手段を備え、前記第1条件は、前記推定手段により推定された温度が、前記温度センサによる温度検出可能な範囲である場合に、故障判定を実施可能であると定める条件であり、これにより、前記第1条件は前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量に応じて定められる。この構成によれば、例えば、高圧タンクの中の温度によって故障判定の実施の可否あるいは故障判定の精度が変わるような場合に、故障判定の精度を高めることが可能となる。

【0019】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記高圧タンクの周囲の温度を取得する取得手段を備え、前記推定手段は、さらに、前記周囲の温度に基づいて前記高圧タンクの中の温度を推定する。高圧タンクの中の温度は、温度平衡状態にあっては、タンクの周囲の温度にほぼ一致する。そこで、温度変化後の温度を推定するにあたり、変化前の温度として、タンクの周囲の温度を考慮するようにしてもよい。あるいは、温度変化後に再び温度平衡状態に近づく過程で、タンクの周囲の温度を考慮してもよい。

【0020】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記第1条件に基づいて、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量と、前記故障判定を実施可能か否かとを対応づける対応づけ情報を備え、前記判定手段は、前記対応づけ情報に基づいて、前記温度

10

20

30

40

50

センサの故障判定を行う。対応づけ情報は、例えば、テーブルとして実装されてもよいし、関数として実装されてもよい。

【0021】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記高圧タンクの周囲の温度を取得する取得手段を備え、前記対応づけ情報は、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量と、前記周囲の温度と、前記故障判定を実施可能か否かとを対応づける。

【0022】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記高圧タンクに充填される流体は気体であることを特徴とする。

【0023】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記温度センサは、サーミスタである。サーミスタは、半導体を利用した温度センサであり、半導体の電気抵抗が温度に応じて大きく異なる特性に基づいて温度を検出する。

【0024】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記高圧タンクの中の圧力を検出する手段を備え、前記高圧タンクの中の流体量またはその変化量は、検出された圧力または圧力変化によって評価される。流体量あるいはその変化量は、重量、密度など様々な量によって評価可能（示量可能）であるが、ここでは圧力によって評価することとした。

【0025】

本発明の高圧タンク温度検出システムの一態様においては、前記変化量は、前記高圧タンクの中の流体量と、基準の流体量との差異により評価される。基準の流体量としては、例えば、通常の充填によって到達する流体量、通常の放出によって到達する流体量、ある時刻で測定または予測される流体量などを挙げることができる。基準の流体量は、入力に基づいて設定されてもよいし、固定値に設定されてもよい。

【0026】

本発明の高圧タンクシステムの一態様においては、前記高圧タンク温度検出システムと、前記高圧タンクと、を備える。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下に本発明の実施の形態を例示する。

【0028】

図1は、本実施の形態にかかる燃料電池車10の構成を説明する概略図である。燃料電池車10は、車体12と四つの車輪14を備えた車両である。燃料電池車10には、高圧タンクとしての水素タンク16が1本あるいは複数本搭載されている。水素タンク16には、流体たる水素ガスが充填されており、また、そのバルブ付近には、内部の圧力を検出する圧力センサ18と、内部の温度を検出する温度センサであるサーミスタ20が取り付けられている。

【0029】

燃料電池車10は、さらに、燃料電池22とモータ24を搭載している。燃料電池22は、水素タンク16から放出される水素ガスと、空気中の酸素とを化学反応させて、発電を行う装置である。モータ24は、発電された電気エネルギーを回転エネルギーに変換して、車輪14に伝達し、燃料電池車10を走行させる。

【0030】

水素タンク16の周囲には、その周囲の温度（外気温）を検出する温度センサ26も取り付けられている。また、燃料電池車は、演算装置28、表示装置38、及び記憶装置40を搭載している。演算装置28は、ECU（電気制御ユニット）と呼ばれるコンピュータであり、プログラムに従って、燃料電池車10における各種の情報処理を行う装置である。演算装置28には、サーミスタ20から出力される電気信号（電圧）を、温度に換算する温度換算部30が設けられている。温度換算部30は、サーミスタ20の特性に基づ

10

20

30

40

50

いて作成された換算テーブル32を備えており、換算テーブル32を参照して電圧を温度に換算する。また、演算装置28には、圧力センサ18、サーミスタ20、及び温度センサ26からの出力を受け付けて、サーミスタ20の故障判定を行う故障判定部34が設けられている。故障判定部34は、判定手段としての装置であり、内蔵する判定テーブル36を参照して、サーミスタ20の電気系統における断線や短絡を検出する。なお、判定テーブル36は、故障判定条件をテーブルとして格納したものである。その詳細については、後で詳しく説明する。

【0031】

表示装置38は、LED（発光ダイオード）や液晶モニタ等を備える装置であり、温度換算部30が換算した温度や、故障判定部34が出力する故障情報などを表示する。また、記憶装置40は、半導体メモリを備え、温度換算部30が換算した温度や、故障判定部34が出力する故障情報などを記憶する装置である。

10

【0032】

水素タンク16に対しては、ガスステーションや整備施設などにおいて、水素ガスが充填される。充填量は必ずしも限定される必要はないが、通常は、水素タンク16の容量、耐圧性能、法的規制などを考慮して満杯となる充填量が決定され（例えば70MPa）、これに基づいて充填が行われる。充填された水素ガスは、車両の走行にともなって放出され、燃料電池22によって消費される。そして、内圧が大気圧近くまで低下すると、水素タンク16からの水素ガスの自発的な放出が困難となり、水素タンク16は空になったとみなされる。大気圧は、満杯時の圧力に比べて十分小さいので、以下では、水素タンク16が空になる量は近似的に0MPaであるとみなす場合がある。

20

【0033】

水素タンク16に水素ガスが充填される過程では、気体の状態方程式から明らかなように、充填量に応じて水素ガスの圧力（水素タンク16の内圧）が増加する。また、水素ガスの充填過程においては、熱力学の第1法則から明らかなように、水素ガスは圧縮による仕事を受けて、内部エネルギーを増加させる。つまり、水素ガスは充填量に応じて高温化することになる。ただし、水素ガスは、水素タンク16を通じて熱を外部に放出し、長時間経過した後は、周囲との熱的平衡に達する。つまり、水素ガスの温度は、周囲の温度（典型的には外気温）に漸近していく。

30

【0034】

他方、水素タンク16から水素ガスが放出される場合には、放出量に応じて、水素ガスの圧力は低下する。また、水素ガスの温度は、放出量に応じて低下した後、次第に周囲の温度に漸近していくことになる。充填量あるいは放出量と、圧力あるいは温度との関係（さらにはその時間変化）は、熱力学的理論や実験結果などに基づいて予測することが可能である。

【0035】

続いて、図2を用いて、水素タンク16内の温度を検出するサーミスタ20の説明を行う。図2は、サーミスタ20の構成例を説明する模式図である。図示したように、サーミスタ20は、例えば、温度依存性が低く基準となる電気抵抗 r をもつ抵抗体と、高温化するほど小さくなる（低温化するほど大きくなる）電気抵抗 R をもつ半導体素子とを直列接続して構成される（この半導体素子をサーミスタと呼ぶ場合もあるが、本実施の形態では、上記抵抗体を含む温度検出デバイスをサーミスタと呼んでいる）。そして、この両端には、基準となる電圧（ここでは5V）が印加されている。したがって、半導体素子には、温度によって定まる電圧 $v = 5R / (R + r)$ が印加されることになる。電圧 v と温度との関係はあらかじめ図1に示した換算テーブル32に取り込まれており、温度換算部30は換算テーブル32を参照して電圧 v を温度に換算している。

40

【0036】

図3は、サーミスタ20における電圧 v （縦軸）と温度（横軸）の関係を模式的に示したグラフである。温度が低くなると半導体素子の電気抵抗 R が非常に小さくなるため、電圧 v は5Vに近づく。そして、温度が高くなると電気抵抗 R が非常に大きくなるため、電

50

圧 v は 0 V に近づく。図示した例では、温度が摂氏 - 30 度のとき電圧 v は 4.9 V であり、摂氏 90 度で電圧は 0.2 V である。

【0037】

このサーミスタ 20 では、摂氏 - 30 度から摂氏 90 度の範囲、すなわち、電圧 v が 4.9 V から 0.2 V の範囲が、検出範囲となるように設計されている。すなわち、サーミスタでは、この検出範囲において十分な温度分解能をもつように半導体素子の電気抵抗 R や抵抗体の電気抵抗 r が設定されている。そして、電圧 v が検出範囲外の値を示した場合は、故障が発生したとして扱うことが想定されている。具体的には、電圧 v が上限値の 4.9 V よりも高い場合は、電気抵抗 R がほぼ非常に大きくなった状態であり、断線が発生したものとみなされる。また、電圧 v が下限値の 0.2 V よりも低い場合は、電気抵抗 R がほぼ 0 になった状態であり、短絡が発生したものとみなされる。

10

【0038】

短絡あるいは断線という故障の判定は、故障判定部 34 によって行われる。故障判定部 34 は、電圧 v と故障の有無とを対応づけたテーブルである判定テーブル 36 を参照して、故障判定を行っている。ただし、上述の通り、水素タンク 16 では、水素ガスの充填あるいは放出によって周囲よりも大きな温度変化が生じる。このため、充填の程度、あるいは、放出の程度によっては、サーミスタ 20 の検出可能範囲を外れた温度になる可能性がある。

【0039】

図 4 は、水素タンク 16 において、サーミスタ 20 の検出範囲外の温度が発生する場合の例について説明するグラフである。グラフの縦軸は水素タンク 16 の温度であり、横軸は水素タンク 16 の内圧、及び、内圧変化を示している。

20

【0040】

図 4 の例では、初期状態として、水素タンク 16 の内圧及び温度が、グラフの A 点にあると仮定している。すなわち、水素タンク 16 は、満杯の水素ガスが充填されており、70 MPa の内圧を示している。また、水素ガスは、周囲と熱平衡状態にあり、その温度は周囲の温度と同じく摂氏 30 度である。

【0041】

燃料電池車 10 の走行が行われることで、水素タンク 16 の内圧及び温度は、図の実線に沿って変化する。図示した例では、内圧及び温度は直線的に減少しており、B 点（内圧 20 MPa、温度摂氏 - 30 度）を経て C 点（内圧 0 MPa、温度摂氏 - 50 度）に達している。そして、水素タンク 16 が空になった後には、周囲の温度の影響をうけて温度上昇が起こり、D 点（内圧 0 MPa、温度摂氏 30 度）に近づいている。なお、実際には、水素ガスが減少する過程においても、周囲の温度の影響（非断熱の効果）によって水素タンク 16 は若干の温度上昇を示すと考えられる。こうした影響は、理論的あるいは実験的に見積もることが可能である。

30

【0042】

図 4 において、水素タンク 16 の状態が B 点に達して以降は、水素タンク 16 の温度は、摂氏 - 30 度以下となる。この温度は、サーミスタ 20 の電圧 v が 4.9 V 以上となる温度であり、断線が発生したとみなされる温度である。しかし、実際には、断線は発生していない。そこで、図 1 に示した故障判定部 34 では、水素タンク 16 の温度が摂氏 - 30 度以下になっている可能性があれば、断線の判定を行わないように設定されている。この設定について、次に図 5 を用いて説明する。

40

【0043】

図 5 は、故障判定部 34 が断線の判定を実施可能か否かの条件を表すグラフである。縦軸は、水素タンク 16 の周囲の温度であり、これは、図 1 の温度センサ 26 によって検出される。また、横軸は、水素タンク 16 の内圧、及び、最大内圧変化を表している。内圧は図 1 の圧力センサ 18 によって測定された値である。そして、最大内圧変化は、周囲の温度と熱的平衡状態にあった水素タンク 16 の内圧が、断熱的であるとみなせる時間内に、水素ガスの放出によって変化可能な最大値を表している。図示した例では、燃料電池 2

50

2を高出力で稼働させた場合に水素タンク16が満杯から空になる時間は、断熱近似が成り立つ程度に短いと仮定されており、最大内圧変化は満杯の内圧(70MPa)からの減少圧力に一致している。

【0044】

図5におけるA点、B点、C点を含む太実線は、図4に示したA点、B点、C点を含む実線に対応した線である。図4の実線は、周囲の温度が摂氏30度の場合の水素ガスの状態変化を表しているため、図5では、周囲の温度が摂氏30度となる直線として描かれている。そして、A点、B点、C点は、それぞれ、内圧が70MPa、20MPa、0MPaである箇所に位置している。図4で説明したとおり、A点において熱平衡状態にある水素タンク16から水素ガスを放出した場合、水素ガスは摂氏30度から温度を減らし、B点に到達した時点で摂氏-30度となる。したがって、図5における線分ABにおいては、初期に摂氏30度である限り、水素ガスは必ず-30度以上の温度を示すことになる。例えば、満杯よりも少ない内圧(例えば50MPa)の時に水素ガスが摂氏30度であれば、内圧が20MPaになるまで水素ガスを放出しても、水素タンク16の中は摂氏-30度よりも下がることはない。他方、図5における線分BCにおいては、水素ガスは-30度以下の温度を示す可能性がある。特に、A点における熱平衡状態を初期状態とした場合には、断熱的に行われるとみなせる短い時間に水素ガスの放出が行われると、線分BCでは必ず摂氏-30度以下になる。

10

【0045】

このように、水素ガスが摂氏-30度よりも低温化する可能性は、周囲の温度及び内圧の関数として記述できる。また、別の観点から見れば、水素ガスが摂氏-30度よりも低温化する可能性は、周囲の温度及び最大内圧変化の関数として記述することが可能である。

20

【0046】

図5において、B点を通る細実線は、周囲の温度を代えた場合に、水素ガスが摂氏-30度よりも低温化する可能性の有無を隔てる境界を表している。この細実線は、周囲の温度が摂氏-30度のときには内圧が70MPaの点を通っている。これは、内圧が少しでも減ると、それともなう温度低下によって、水素ガスの温度が即座に摂氏-30度を下回ってしまうことから理解できよう。また、細実線は、周囲の温度が摂氏50度のときには内圧が0MPaの点を通っている。これは、0MPaの水素ガスでは、周囲の温度よりも最大で-80度の温度変化(これは、満杯の水素ガスを全て放出した場合の温度低下量である)を示すに過ぎず、初期温度が摂氏50度であれば、摂氏-30度にしかならないからである。

30

【0047】

図5においては、この細実線よりも右上側の領域(斜線領域)が、水素タンク16内摂氏-30度を下回らないと予測される領域である。図1における故障判定部34の判定テーブル36では、温度センサ26から入力される周囲の温度と、圧力センサ18から入力される内圧が、この斜線領域に入る場合のみ、断線の判定を実施するように設定されている。つまり、サーミスタ20から出力される電圧が4.9Vの判定閾値を超えるか否かが調べられて、断線の判定が行われることになる。そして、断線が発生していないと判定された場合には、電圧を温度に換算した結果が出力されることになる。他方、細実線よりも左下側の領域に入る場合には、断線の判定は行われない。この場合に、電圧を(強引に)温度に換算して出力するか否かは任意に設定可能である。

40

【0048】

なお、同様にして、短絡を判定可能か否かの条件を設定することが可能である。図3を用いて説明したように、サーミスタ20では、電圧出力が0.2V以下である場合に、短絡の発生が想定される。これは、温度が摂氏90度以上である場合に相当する。そこで、簡単には、空の水素タンク16に水素ガスを充填した場合に、初期状態で温度平衡にあった水素ガスの温度が摂氏90度を越えるまで上昇する可能性に基づいて、短絡の検出の実施の可否を判定すればよい。具体的には、摂氏90度以上になる可能性がある場合には、

50

短絡の判定を行わないこととし、摂氏90度以上になる可能性がない場合には、短絡の判定を実施することとする。

【0049】

また、短絡や断線が発生するための条件を、温度予測の精度を高めて評価するようにしてもよい。具体例としては、水素ガスの充填あるいは放出の過程において、時間の経過とともに水素ガスの温度が周囲の温度に近づく効果を考慮する態様が挙げられる。また、別の例として、初期状態において、水素ガスの温度と周囲の温度とが異なる場合にも対処できるように、初期状態における温度を、サーミスタ20の検出結果に基づいて評価する態様を挙げることができる。ただし、サーミスタ20に断線や短絡が発生していたのでは、初期状態における温度評価が正しく行われないため、初期状態においてサーミスタ20の出力が温度検出可能な範囲(0.2V~4.9V)にあるとの要件が必要であろう。さらに別の例としては、初期状態として、水素タンク16が満杯でも空でもない状態(水素ガスの内圧が0Vより高く70MPaより低い状態)を考える態様を示すことができる。このようにして温度予測の精度を高めた場合には、短絡判定あるいは断線判定が実施可能となる範囲が広がることになる。

10

【0050】

以上においては、故障判定を実施可能か否かを定める条件を、水素タンク16内で予測される温度に応じて定める例について説明した。これに対し、別の対応をとることも可能である。すなわち、故障か否かを実際に判定する際の判定閾値を、水素タンク16内で予測される温度に応じて定める態様を挙げることができる。この態様は、上述した故障判定を実施可能か否かの判定に加えて実施することも可能であるし、故障判定を実施可能か否かの判定の代わりに実施することも可能である。

20

【0051】

具体例を図3のグラフを参照して説明する。図3のグラフに示したように、サーミスタ20では、通常は、摂氏-30度から摂氏90度までの範囲(4.9V~0.2Vの範囲)を温度検出可能な範囲としている。そして、摂氏-30度以下(4.9V以上)を示す場合には、断線が発生したと判定し、摂氏90度以上(0.2V以下)を示す場合には、短絡が発生したと判定する。そこで、この判定の閾値を、予測される温度、あるいは、その温度を与える条件(内圧、最大内圧変化、周囲の温度などにより与えられる条件)に応じて変更するのである。例えば、水素タンク16内が摂氏-40度に達している可能性がある場合には、摂氏-40度に対応する電圧(4.92V)を超えた場合に断線であると判定し、水素タンク16内が摂氏100度に達している可能性があるあれば、摂氏100度に対応する電圧(0.17V)を下回った場合に短絡であると判定する。

30

【0052】

以上においては、故障判定の例として、断線と短絡について説明した。しかし、サーミスタ20の電圧が所定の範囲であることに基づいて故障であるとみなされるような故障であれば、断線や短絡の場合と同様にして、故障判定の実施の有無を判定することが可能となる。また、上記説明では、燃料電池車10に搭載された水素タンク16の温度検出を例に挙げたが、本実施の形態は、他のガスや液体を蓄積する高圧タンクにも適用可能である。さらに、本実施の形態は、車両に搭載していない高圧タンクの温度検出にも活用することが可能である。

40

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】本実施の形態にかかる燃料電池車の構成を説明する図である。

【図2】サーミスタの概略的な構成例を説明する模式図である。

【図3】サーミスタにおける電圧と温度の関係を例示する図である。

【図4】水素ガスの放出にともなう内圧と温度の変化過程を例示する図である。

【図5】サーミスタの断線判定を行う範囲を例示する図である。

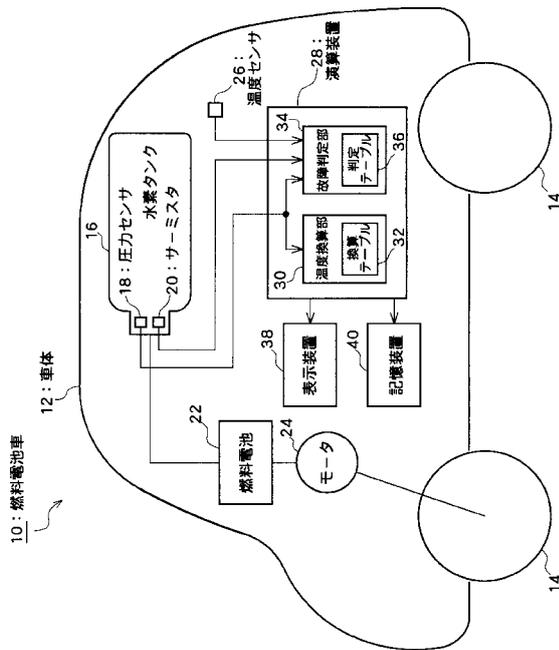
【符号の説明】

【0054】

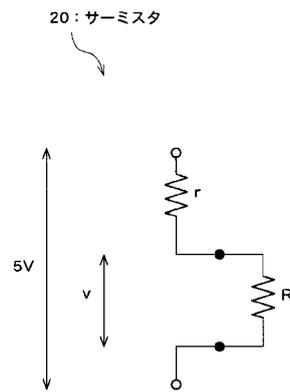
50

10 燃料電池車、12 車体、14 車輪、16 水素タンク、18 圧力センサ、
 20 サーミスタ、22 燃料電池、24 モータ、26 温度センサ、28 演算装置
 、30 温度換算部、32 換算テーブル、34 故障判定部、36 判定テーブル、3
 8 表示装置、40 記憶装置。

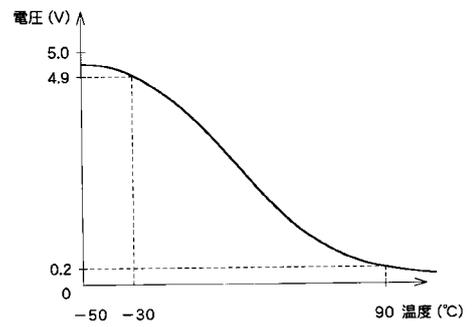
【 図 1 】



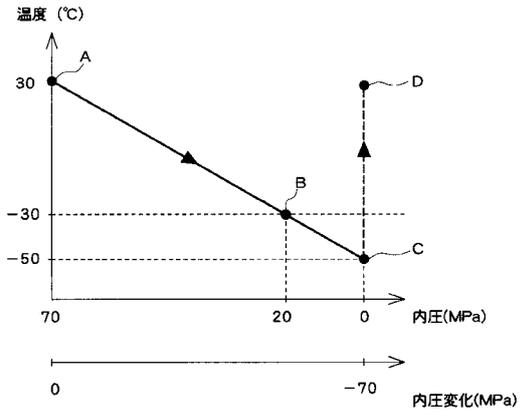
【 図 2 】



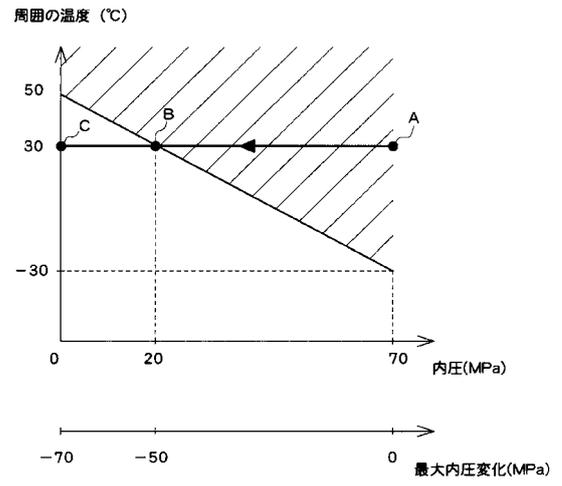
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 M	8/00	(2006.01)	H 0 1 M 8/04	J
B 6 0 L	11/18	(2006.01)	H 0 1 M 8/00	Z
			B 6 0 L 11/18	G

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA13 KK01 KK21 KK41
5H115 PC06 PG04 P118 PI29 P016 PU01 SE06 T110 T005 TR06
TR19 TU11