

(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2012-163341
(P2012-163341A)

(43) 公開日 平成24年8月30日(2012.8.30)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
GO 1 N	27/16	(2006.01)	GO 1 N	27/16	Z	2 G O 6 O	
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	H	5 H O 2 6	
HO 1 M	8/00	(2006.01)	HO 1 M	8/00	Z	5 H O 2 7	
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M	8/04	Z		
			HO 1 M	8/10			
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 25 頁)							

(21) 出願番号	特願2011-21573 (P2011-21573)	(71) 出願人	000005326
(22) 出願日	平成23年2月3日 (2011.2.3)		本田技研工業株式会社
			東京都港区南青山二丁目1番1号
		(74) 代理人	100064414
			弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(72) 発明者	塚林 俊二
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	大石 英俊
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
最終頁に続く			

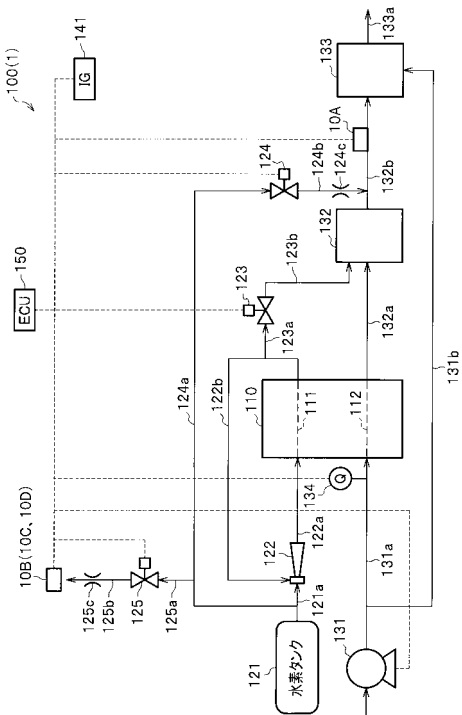
(54) 【発明の名称】 水素検出システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 水素センサの水素検出感度を良好に回復可能な水素検出システムを提供する。

【解決手段】 水素を燃焼させて燃焼熱を生成する触媒金属から形成された検知素子を有し、検知素子の変化値（抵抗値）に基づいて水素濃度を検出する水素センサ10Aと、検知素子を加熱する加熱手段と、水素タンク121と、水素タンク121の水素を検知素子に案内する水素案内配管と、水素案内配管に設けられたクリーニング弁124と、クリーニング弁124と検知素子との間で水素をカソードオフガスで希釈する第1希釈部と、加熱手段及びクリーニング弁124を制御するECU150と、を備える水素検出システムである。ECU150は、クリーニング時、検知素子の温度が水素の燃焼熱によって付着したシリコンの脱離する脱離温度以上になるように、クリーニング弁124によって第1希釈部から検知素子に向かう水素濃度を制御する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水素を燃焼させて燃焼熱を生成する触媒金属から形成され露出した検知素子を有し、燃焼熱に対応して変化する前記検知素子の変化値に基づいて水素濃度を検出する水素センサと、

前記検知素子を加熱する加熱手段と、

高濃度の水素を貯蔵する水素貯蔵手段と、

前記水素貯蔵手段の水素を前記検知素子に案内する水素案内配管と、

前記水素案内配管に設けられ、水素の通流を調整する通流調整手段と、

前記通流調整手段と前記検知素子との間で、前記水素貯蔵手段からの水素を希釈用ガスで希釈する第 1 希釈部と、

前記加熱手段及び前記通流調整手段を制御する制御手段と、

を備え、

前記制御手段は、

前記水素センサの感度回復要求のある感度回復要求時、

前記加熱手段で加熱されている前記検知素子の温度が水素の燃焼熱によって当該検知素子に付着したシリコンの脱離する脱離温度以上になるように、前記通流調整手段によって前記第 1 希釈部から前記検知素子に向かう水素濃度を制御する感度回復処理を実行する

ことを特徴とする水素検出システム。

【請求項 2】

前記制御手段は、前記加熱手段で前記検知素子を待機温度に加熱し、

前記待機温度は、前記脱離温度から、感度回復要求時における水素の燃焼による温度上昇分を差し引いた温度である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の水素検出システム。

【請求項 3】

前記水素センサは、前記検知素子に通電する通電手段を備え、水素の燃焼による前記検知素子の抵抗値の上昇に基づいて、水素濃度を検出するセンサであって、

前記加熱手段は、前記通電手段を含み、前記検知素子に通電することで、前記検知素子の温度を上昇させる

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の水素検出システム。

【請求項 4】

前記通流調整手段は、所定の開状態を維持可能である弁装置を備え、

前記制御手段は、前記弁装置の開弁時間／閉弁時間を制御することによって、前記検知素子に向かう水素濃度を制御する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 5】

前記通流調整手段は、所望の開度に調整可能である弁装置を備え、

前記制御手段は、前記弁装置の開度の制御することによって、前記検知素子に向かう水素濃度を制御する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 6】

前記制御手段は、前回の感度回復処理の完了から、前記第 1 希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第 1 所定時間の経過以後、今回の感度回復処理を開始する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 7】

前記制御手段は、前記第 1 所定時間以上の第 2 所定時間経過毎に、感度回復処理を繰り返す

ことを特徴とする請求項 6 に記載の水素検出システム。

【請求項 8】

前記第 1 希釈部に希釈用ガスを通流させる希釈用ガス通流手段を備え、

前記制御手段は、感度回復処理の完了後、前記希釈用ガス通流手段によって希釈用ガスを通流させる

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 9】

前記水素センサは、燃料電池のカソードからのカソードオフガスが通流するカソードオフガス流路に取り付けられ、

前記水素案内配管は、前記水素センサよりも上流の前記カソードオフガス流路に合流しており、

前記第 1 希釈部は、前記水素案内配管と前記水素センサとの間の前記カソードオフガス流路であり、

希釈用ガスはカソードオフガスである

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 10】

前記燃料電池のアノードからのアノードオフガスを排出するアノードオフガス流路は、前記水素案内配管よりも上流の前記カソードオフガス流路に合流し、

前記アノードオフガス流路にはアノードオフガスを排出する場合に開くパージ弁が設けられており、

前記制御手段は、前記パージ弁の閉弁から、前記第 1 希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第 3 所定時間の経過以後、感度回復処理を開始する

ことを特徴とする請求項 9 に記載の水素検出システム。

【請求項 11】

前記水素センサよりも下流の前記カソードオフガス流路に第 2 希釈部を備える

ことを特徴とする請求項 9 又は請求項 10 に記載の水素検出システム。

【請求項 12】

前記水素センサは、大気開放された大気開放空間に配置されており、

前記第 1 希釈部は、前記水素案内配管の下流端と前記水素センサとの間において、大気開放された希釈空間であり、

前記希釈用ガスは、大気である

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【請求項 13】

燃料電池を有し、前記燃料電池の電力によって走行する燃料電池車に搭載され、

前記水素貯蔵装置は、前記燃料電池に燃料ガスとして水素を供給する

ことを特徴とする請求項 1 から請求項 12 のいずれか 1 項に記載の水素検出システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素検出システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、クリーンなエネルギー源として、水素を燃料ガスとした燃料電池が注目され、この燃料電池を、車両駆動用のエネルギー源として搭載した燃料電池車の開発が進められている。そして、燃料電池車には、水素が漏れた場合に、その漏洩を検知するための水素センサが設けられている。

【0003】

水素センサとしては、構造が簡素で小型化が容易な接触燃焼式の水素センサが用いられている。ところが、水素センサは、使用環境の雰囲気中にシリコン化合物の蒸気が存在すると、シリコン化合物が検知素子に付着し、その検出感度が経時的に劣化（シリコン（Si）被毒）することが知られている。

【0004】

そこで、被毒する検知素子をシリコントラップ層で直接に覆う技術が提案されている（

10

20

30

40

50

特許文献 1 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】国際公開 WO 2007/099933 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献 1 では、シリコントラップ層に雰囲気中のシリコン化合物を付着させる一方であるので、シリコン化合物の付着量には限界があると考えられる。このため、検出感度の劣化までの時間を長くできるが、最終的には、検出感度が劣化すると考えられる。

【0007】

そこで、本発明は、水素センサの水素検出感度を良好に回復可能な水素検出システムを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するための手段として、本発明は、水素を燃焼させて燃焼熱を生成する触媒金属から形成され露出した検知素子を有し、燃焼熱に対応して変化する前記検知素子の変化値に基づいて水素濃度を検出する水素センサと、前記検知素子を加熱する加熱手段と、高濃度の水素を貯蔵する水素貯蔵手段と、前記水素貯蔵手段の水素を前記検知素子に案内する水素案内配管と、前記水素案内配管に設けられ、水素の通流を調整する通流調整手段と、前記通流調整手段と前記検知素子との間で、前記水素貯蔵手段からの水素を希釈用ガスで希釈する第 1 希釈部と、前記加熱手段及び前記通流調整手段を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、前記水素センサの感度回復要求のある感度回復要求時、前記加熱手段で加熱されている前記検知素子の温度が水素の燃焼熱によって当該検知素子に付着したシリコンの脱離する脱離温度以上になるように、前記通流調整手段によって前記第 1 希釈部から前記検知素子に向かう水素濃度を制御する感度回復処理を実行することを特徴とする水素検出システムである。

【0009】

ここで、「水素を燃焼させて燃焼熱を生成する触媒金属から形成され露出した検知素子」とは、検知素子自体が触媒金属から形成され、水素が検知素子に直接接触し燃焼可能なように、外部に露出していることを意味している。

また、「検知素子に付着したシリコンの脱離する脱離温度以上になるように」とは、後記する実施形態では、検出素子の温度をシリコンの脱離する脱離温度範囲に加熱することを意味する。

【0010】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、水素センサの感度回復要求のある感度回復要求時、加熱手段で加熱されている検知素子の温度が水素の燃焼熱によって検知素子に付着したシリコンの脱離する脱離温度以上になるように、通流調整手段によって第 1 希釈部から検知素子に向かう水素濃度を制御する感度回復処理を実行する。

このようにして、水素センサの感度回復要求時、検知素子を脱離温度以上に上昇させ、これに付着したシリコンを意図的に脱離し、水素センサ（検知素子）の水素検出感度を回復できる。したがって、水素センサによって長時間に亘って水素濃度を検出可能となる。

【0011】

また、前記水素検出システムにおいて、前記制御手段は、前記加熱手段で前記検知素子を待機温度に加熱し、前記待機温度は、前記脱離温度から、感度回復要求時における水素の燃焼による温度上昇分を差し引いた温度であることが好ましい。

【0012】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、加熱手段で検知素子を待機温度に

10

20

30

40

50

加熱し、この待機温度は、脱離温度から、感度回復要求時における水素の燃焼による温度上昇分を差し引いた温度に設定される。すなわち、制御手段が、感度回復要求時における水素の燃焼による温度上昇分を考慮して加熱手段で加熱するので、つまり、待機温度を調整するので、言い換えると、第1希釈部による希釈後の水素濃度に対応して待機温度を設定し、この待機温度となるように加熱手段で加熱するので、感度回復要求時において、検知素子の温度が上昇し過ぎることなく、脱離温度を大幅に超えることはない。

また、このようにして待機温度を調整するので、加熱手段の加熱によって消費されるエネルギー（電力等）を小さくできる。

【0013】

また、前記水素検出システムにおいて、前記水素センサは、前記検知素子に通電する通電手段を備え、水素の燃焼による前記検知素子の抵抗値の上昇に基づいて、水素濃度を検出するセンサであって、前記加熱手段は、前記通電手段を含み、前記検知素子に通電することで、前記検知素子の温度を上昇させることが好ましい。

10

【0014】

このような水素検出システムによれば、水素センサの備える通電手段を加熱手段として利用できる。これにより、検知素子の加熱専用のヒータ等の加熱手段を別途に備える必要は無く、水素検出システムが簡便な構成となる。

【0015】

また、前記水素検出システムにおいて、前記通流調整手段は、所定の開状態を維持可能である弁装置を備え、前記制御手段は、前記弁装置の開弁時間／閉弁時間を制御することによって、前記検知素子に向かう水素濃度を制御することが好ましい。

20

【0016】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、所定の開状態を維持可能である簡便な構成の弁装置（通流調整手段）の開弁時間／閉弁時間を制御することによって、検知素子に向かう水素濃度を制御できる。

【0017】

また、前記水素検出システムにおいて、前記通流調整手段は、所望の開度に調整可能である弁装置を備え、前記制御手段は、前記弁装置の開度の制御することによって、前記検知素子に向かう水素濃度を制御することが好ましい。

【0018】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、所望の開度に調整可能である簡便な構成の弁装置（通流制御手段）の開度を制御することによって、検知素子に向かう水素濃度を制御できる。

30

【0019】

また、前記水素検出システムにおいて、前記制御手段は、前回の感度回復処理の完了から、前記第1希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第1所定時間の経過以後、今回の感度回復処理を開始することが好ましい。

【0020】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、前回の感度回復処理の完了から、第1希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第1所定時間の経過以後、今回の感度回復処理を開始する。

40

【0021】

すなわち、前回の感度回復処理の完了からしばらくの間、第1希釈部において水素濃度の高い状態が継続し、続けて今回の感度回復処理を開始してしまうと、検知素子に向かう水素濃度が高すぎ、水素の燃焼熱によって検知素子が昇温し過ぎる虞がある。

そこで、このように前回の感度回復処理の完了から、第1希釈部が水素を希釈し、その水素濃度が所定濃度に低下する第1所定時間の経過以後、今回の感度回復処理を開始する。これにより、検知素子に向かう水素濃度が上昇し過ぎることはなく、水素の燃焼熱によって検知素子が予想以上に昇温することはない。

【0022】

50

また、前記水素検出システムにおいて、前記制御手段は、前記第 1 所定時間以上の第 2 所定時間経過毎に、感度回復処理を繰り返すことが好ましい。

【0023】

このような水素検出システムによれば制御手段が、第 1 所定時間以上の第 2 所定時間経過毎に感度回復処理を繰り返すので、水素センサの感度を第 2 所定時間経過毎に回復できる。

また、第 2 所定時間は第 1 所定時間以上であるので、第 2 所定時間経過毎に感度回復処理を繰り返したとしても、予想よりも高濃度の水素が検知素子に供給されず、水素の燃焼熱によって検知素子が予想以上に昇温することはない。

【0024】

また、前記水素検出システムにおいて、前記第 1 希釈部に希釈用ガスを通流させる希釈用ガス通流手段（後記する実施形態ではコンプレッサ 131）を備え、前記制御手段は、感度回復処理の完了後、前記希釈用ガス通流手段によって希釈用ガスを通流させることが好ましい。

【0025】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、感度回復処理の完了後、希釈用ガス通流手段によって希釈用ガスを通流させるので、第 1 希釈部における水素濃度を速やかに低下できる。これにより、次の感度回復処理を迅速に実行することもできる。

【0026】

また、前記水素検出システムにおいて、前記水素センサは、燃料電池のカソードからのカソードオフガスが通流するカソードオフガス流路に取り付けられ、前記水素案内配管は、前記水素センサよりも上流の前記カソードオフガス流路に合流しており、前記第 1 希釈部は、前記水素案内配管と前記水素センサとの間の前記カソードオフガス流路であり、希釈用ガスはカソードオフガスであることが好ましい。

【0027】

このような水素検出システムによれば、燃料電池のカソードからのカソードオフガスを希釈用ガスとして利用するので、希釈用ガスの供給手段を別途に備える必要は無く、システム構成が簡便となり、また、水素検出システムが安価となる。

【0028】

また、前記水素検出システムにおいて、前記燃料電池のアノードからのアノードオフガスを排出するアノードオフガス流路は、前記水素案内配管よりも上流の前記カソードオフガス流路に合流し、前記アノードオフガス流路にはアノードオフガスを排出する場合に開くバージ弁が設けられており、前記制御手段は、前記バージ弁の閉弁から、前記第 1 希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第 3 所定時間の経過以後、感度回復処理を開始することが好ましい。

【0029】

このような水素検出システムによれば、制御手段が、バージ弁の閉弁から、第 1 希釈部における水素濃度が所定濃度に低下する第 3 所定時間の経過以後、感度回復処理を開始するので、検知素子に向かう水素濃度が予想以上にならず、水素の燃焼熱によって検知素子が予想以上に昇温することはない。

【0030】

また、前記水素検出システムにおいて、前記水素センサよりも下流の前記カソードオフガス流路に第 2 希釈部を備えることが好ましい。

【0031】

このような水素検出システムによれば、水素センサよりも下流のカソードオフガス流路に第 2 希釈部を備えるので、感度回復処理の実行時、検知素子に高濃度の水素を供給し、水素の燃焼による温度上昇分を大きくすることもできる。これにより、加熱手段による検知素子の加熱量を小さくでき、加熱手段の加熱によって消費されるエネルギー（電力等）を小さくできる。

【0032】

10

20

30

40

50

また、前記水素検出システムにおいて、前記水素センサは、大気に開放された大気開放空間に配置されており、前記第1希釈部は、前記水素案内配管の下流端と前記水素センサとの間において、大気に開放された希釈空間であり、前記希釈用ガスは、大気であることが好ましい。

【0033】

このような水素検出システムによれば、第1希釈部が、水素案内配管の下流端と水素センサとの間において、大気に開放された希釈空間であり、希釈用ガスが大気であるので、特別な希釈用ガスの供給手段を備える必要は無く、システム構成が簡便となり、水素検出システムが安価となる。

【0034】

また、前記水素検出システムにおいて、燃料電池を有し、前記燃料電池の電力によって走行する燃料電池車に搭載され、前記水素貯蔵装置は、前記燃料電池に燃料ガスとして水素を供給することが好ましい。

【0035】

このような水素検出システムによれば、水素センサの耐久性が向上する。

また、水素貯蔵装置は燃料電池に燃料ガスとして水素を供給するので、言い換えると、燃料電池車に搭載された水素タンクを、感度回復処理用の高濃度の水素が貯蔵された水素貯蔵手段とするので、燃料電池車単体でも適宜に感度回復処理を実行できる。

【発明の効果】

【0036】

本発明によれば、水素センサの水素検出感度を良好に回復可能な水素検出システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本実施形態に係る燃料電池車の側面図である。

【図2】本実施形態に係る燃料電池システム（水素検出システム）の構成図である。

【図3】本実施形態に係る水素センサ周りの側断面図である

【図4】本実施形態に係る水素センサの側断面図である。

【図5】本実施形態に係る水素センサの回路図である。

【図6】検知素子の温度（℃）と、シリコン化合物の付着量（g）との関係を示すグラフである。

【図7】水素濃度（%）と検知素子の温度（℃）との関係を示すグラフである。

【図8】本実施形態に係る水素センサ周りの側断面図である。

【図9】本実施形態に係る燃料電池車の起動モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図10】本実施形態に係る燃料電池車の定常モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態に係る燃料電池車の停止モードにおける動作を示すフローチャートである。

【図12】パージ弁の開閉動作と水素濃度との関係を示すタイムチャートである。

【図13】クリーニング弁の開閉動作と水素濃度との関係を示すタイムチャートである。

【図14】変形例に係る水素センサの側断面図である。

【図15】変形例に係る水素センサの回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

以下、本発明の一実施形態について、図1～図13を参照して説明する。

【0039】

≪燃料電池車の構成≫

図1に示す燃料電池車200は、PEFC（Polymer Electrolyte Fuel Cell）型の燃料電池スタック110、水素タンク121（水素貯蔵手段）、水素センサ10A～10D

10

20

30

40

50

を含む燃料電池システム１００を備えており、燃料電池スタック１１０の発電電力によって駆動モータ（図示しない）を回転させて走行する。

【００４０】

燃料電池スタック１１０はセンタートンネル２０１内に配置されており、水素タンク１２１はタンク室２０２内に配置されている。センタートンネル２０１は、フロアパネル２０３の車幅方向の中央部分が上方に隆起することで形成され、前後方向に延びる細長の空間である。タンク室２０２は、フロアパネル２０３の後側部分が水素タンク１２１の外形に対応して隆起することで形成され、車幅方向に延びる円柱状の空間である。

【００４１】

水素センサ１０Ａは、後記するように配管１３２ａ（カソードオフガス流路）に取り付けられており、カソードオフガス中の水素濃度を検出し、ＥＣＵ１５０に出力するようになっている（図２参照）。 10

【００４２】

水素センサ１０Ｂは、燃料電池スタック１１０上方のフロアパネル２０３の下面に取り付けられており、燃料電池スタック１１０等から漏洩し、センタートンネル２０１に滞留する水素濃度を検出し、ＥＣＵ１５０に出力するようになっている（図２参照）。

水素センサ１０Ｃは、水素タンク１２１の上方のフロアパネル２０３の下面に取り付けられており、水素タンク１２１等から漏洩し、タンク室２０２に滞留する水素濃度を検出し、ＥＣＵ１５０に出力するようになっている（図２参照）。

水素センサ１０Ｄは、車室２０４の上方の天井２０５に取り付けられており、車室２０４に滞留する水素濃度を検出し、ＥＣＵ１５０に出力するようになっている（図２参照）。 20

すなわち、水素センサ１０Ｂ～１０Ｄは、センタートンネル２０１、タンク室２０２、車室２０４等の大気へ開放された大気開放空間に配置されている。

【００４３】

＜燃料電池システム＞

燃料電池システム１００は、図２に示すように、水素検出システム１が組み込まれたシステムであって、燃料電池スタック１１０（燃料電池）と、燃料電池スタック１１０のアノードに対して水素（燃料ガス）を給排するアノード系と、燃料電池スタック１１０のカソードに対して空気（酸化剤ガス）を給排するカソード系と、水素センサ１０Ａ～１０Ｄと、これらを電子制御するＥＣＵ１５０（Electronic Control Unit、制御手段）と、を備えている。 30

【００４４】

＜燃料電池スタック＞

燃料電池スタック１１０は、複数（例えば２００～４００枚）の固体高分子型の単セルが積層して構成されたスタックであり、複数の単セルは直列で接続されている。単セルは、ＭＥＡ（Membrane Electrode Assembly：膜電極接合体）と、これを挟む２枚の導電性を有するセパレータと、を備えている。ＭＥＡは、１価の陽イオン交換膜等からなる電解質膜（固体高分子膜）と、これを挟むアノード及びカソード（電極）と、を備えている。

【００４５】

アノード及びカソードは、カーボンペーパー等の導電性を有する多孔質体と、これに担持され、アノード及びカソードにおける電極反応を生じさせるための触媒（Pt、Ru等）と、を含んでいる。 40

【００４６】

各セパレータには、各ＭＥＡの全面に水素又は空気を供給するための溝や、全単セルに水素又は空気を給排するための貫通孔が形成されており、これら溝及び貫通孔がアノード流路１１１（燃料ガス流路）、カソード流路１１２（酸化剤ガス流路）として機能している。

【００４７】

＜アノード系＞

アノード系は、水素タンク１２１（水素貯蔵手段）と、エゼクタ１２２と、常閉型のパージ弁１２３と、水素センサ１０Ａ、１０Ｂ（１０Ｃ、１０Ｄ）のクリーニング時（感度回復処理の実行時）に開かれる常閉型のクリーニング弁１２４、１２５（通流調整手段）と、を備えている。

【００４８】

水素タンク１２１は、高濃度（高純度）の水素を高圧（例えば３０～７０ＭＰａ）で貯蔵するタンクである。そして、水素タンク１２１の水素は、配管１２１ａ、エゼクタ１２２、配管１２２ａを通して、アノード流路１１１に供給されるようになっている。エゼクタ１２２は、水素タンク１２１からの水素によって負圧を発生させると共に、この負圧によって後記する水素を含むアノードオフガスを吸引し、水素を循環させる装置（真空ポンプ）である。

10

【００４９】

なお、配管１２１ａには、下流に向かって、図示しない常閉型の遮断弁と減圧弁（レギュレータ）とが設けられている。遮断弁は、燃料電池システム１００（燃料電池車２００）の起動中（ＩＧ１４１のＯＮ中）、ＥＣＵ１５０によって開かれる。また、減圧弁は、水素タンク１２１からの水素の圧力を適宜に減圧する。

【００５０】

アノード流路１１１から排出された未反応の水素を含むアノードオフガスは、配管１２２ｂ（水素循環ライン）を通してエゼクタ１２２の吸気口に向かうようになっている。

【００５１】

20

配管１２２ｂは、配管１２３ａ、パージ弁１２３、配管１２３ｂを介して、後記する希釈ボックス１３２に接続されている。そして、パージ弁１２３が、ＥＣＵ１５０によって所定の開弁時間にて開かれると、未反応の水素を含むアノードオフガスが、希釈ボックス１３２に排出され、燃料電池スタック１１０の発電性能が回復するようになっている。

【００５２】

なお、ＥＣＵ１５０は、例えば、燃料電池スタック１１０を構成する単セルの電圧のうちの最低の電圧（最低セル電圧）が、所定単セル電圧以下である場合、パージ弁１２３を開く必要があると判断するように設定されている。また、ＥＣＵ１５０は、セル電圧モニタ（図示しない）を介して、複数の単セルの電圧を監視している。

【００５３】

30

クリーニング弁１２４、１２５については、後で説明する。

【００５４】

<カソード系>

カソード系は、コンプレッサ１３１（酸化剤ガス供給手段）と、希釈ボックス１３２と、サイレンサ１３３（消音器、第２希釈部）と、流量センサ１３４と、を備えている。

コンプレッサ１３１は、ＥＣＵ１５０の指令に従って作動すると、酸素を含む空気を吸引し、配管１３１ａを介して、カソード流路１１２に向けて圧送するようになっている。また、コンプレッサ１３１は、後記する第１希釈部Ｄ１において、水素を希釈するカソードオフガス（希釈用ガス）を通流させる希釈用ガス通流手段としても機能している。

【００５５】

40

配管１３１ａは、配管１３１ｂを介して、サイレンサ１３３（第２希釈部）に接続され、コンプレッサ１３１の吐出した空気の一部が、配管１３１ｂを通して常時に供給されるようになっている。これにより、水素センサ１０Ａのクリーニング時、サイレンサ１３３において、配管１３１ｂからの空気（希釈用ガス）が、水素センサ１０Ａからの水素を希釈するようになっている。したがって、クリーニング時においてクリーニング用の水素を高濃度で水素センサ１０Ａに供給し、水素の燃焼熱によって後記する検知素子２１（図４参照）を大幅に昇温することも可能となる。よって、検知素子２１の待機温度を下げることも可能となる。

なお、配管１３１ｂに常閉型の電磁弁（通流調整手段）を設けて、水素センサ１０Ａのクリーニング時に開く構成としてもよい。

50

【0056】

カソード流路112から排出されたカソードオフガス（希釈用ガス）は、配管132a、希釈ボックス132、配管132b、サイレンサ133、配管133a（テールパイプ）を通して、車外（外部）に排気されるようになっている。

【0057】

希釈ボックス132は、開弁したパージ弁123からのアノードオフガスとカソードオフガスとを混合し、アノードオフガスに含まれる水素を希釈するボックスであり、その内部に混合用（希釈用）の希釈空間を有している。したがって、パージ弁123が開かれた後の所定時間において、希釈ボックス132からのカソードオフガス（希釈用ガス）における水素濃度はやや上昇することになる（図12参照）。 10

【0058】

<サイレンサ>

サイレンサ133は、カソード系を通流する空気（カソードオフガスを含む）を伝播するコンプレッサ131の作動音を低減する消音器であり、その内部に消音空間（チャンバ）を有している。

【0059】

ここで、サイレンサ133は、水素センサ10Aよりも下流に配置されており、そして、このような消音空間を有するので、水素センサ10Aからの水素を希釈する第2希釈部としても機能している。これにより、水素センサ10Aのクリーニング時、その検知素子21（図4参照）に、高濃度の水素を供給し、水素の燃焼による温度上昇分を大きくすることも可能となっている。その結果、通電による検知素子21の加熱量（通電量）を小さくすることも可能となっている。 20

【0060】

流量センサ134は、配管131aに取り付けられており、カソード流路112に向かう空気の流量を検出し、ECU150に出力するようになっている。

ここで、カソード流路112に向かう空気の流量と、カソード流路12から排出され、後記する第1希釈部D1（図3参照）に向かう、カソードオフガス（希釈用ガス）の流量とは、比例関係であるから、ECU150は、流量センサ134からの空気の流量に基づいて、第1希釈部D1に向かう、カソードオフガスの流量を推定（算出）するようになっている。 30

【0061】

<水素センサ>

次に、水素センサ10Aの構成について、図3～図5を参照して説明する。なお、水素センサ10B～10Dは、水素センサ10Aと同様であるので、説明を省略する。

【0062】

水素センサ10Aは、配管132bを通流するガス中の水素濃度を検出する接触燃焼式のセンサであり、ブリッジ回路Bと、制御回路51と、電圧発生回路52と、を備えている。ブリッジ回路Bの一部、制御回路51、及び、電圧発生回路52は、後記する基板61上に形成された回路パターン及びこれに設けられた電子部品によって構成されている。

【0063】

また、水素センサ10Aは、基板61と、基板61を収容する薄箱状のケース62と、ケース62の底壁部から鉛直下向きに延びるように形成された有底円筒状のハウジング63と、を備えている。 40

【0064】

ケース62は、配管132bの天壁部にボルト（図示しない）によって取り付けられている。

ハウジング63は、配管132bの天壁部に形成された貫通孔に差し込まれている。そして、ハウジング63の底壁部に形成されたガス出入口63aを介して、水素、シリコン化合物を含むガスが、配管132bと、ハウジング63内のガス検出室63bとの間で、出入するようになっている。 50

【0065】

ガス出入口63aに蓋をするように、撥水フィルタ64及び防爆フィルタ65が設けられている。撥水フィルタ64は、ガス（水素）の通過を許容するが、液体（水滴）の通過を許容しないフィルタであり、例えば、テトラフルオロエチレン膜から構成される。防爆フィルタ65は、防爆性を確保するためのフィルタであり、例えば、金属製のメッシュや多孔質体から構成される。この他、活性炭等を有しシリコン化合物を吸着する吸着フィルタや、ガス検出室63bの結露水を気化し除去するためのヒータを備える構成としてもよい。

【0066】

<水素センサブリッジ回路>

ブリッジ回路Bは、第1辺20と、第2辺30と、を備えており、第1辺20と第2辺30とは、電圧発生回路52に対して並列に接続されている。

【0067】

第1辺20は、検知素子21と補償素子22（温度補償素子）とを備え、検知素子21と補償素子22とが直列に接続されることで構成されている。

検知素子21は、基板61から鉛直下方に延びると共に第1辺20の一部を構成する金属製のステー21a、21aに固定され、ガス検出室63b配置されており、ガス検出室63bに露出している。これと同様に、補償素子22は、ステー22a、22aに固定され、ガス検出室63bに配置されており、ガス検出室63bに露出している。

したがって、検知素子21の抵抗値 R_{21} 、補償素子22の抵抗値 R_{22} は、ガス検出室63bの温度（環境温度、雰囲気温度）に基づいて変化することになる。

【0068】

検知素子21は、水素を触媒燃焼させる白金（Pt）や白金合金等の触媒金属から形成されており、白金（Pt）等の担持された触媒担体（触媒層）をその周面に備えていない。本実施形態に係る検知素子21は、この触媒金属から成る線材を、コイル状に成形することで構成され、その表面は平滑な金属表面である。そして、この表面は触媒金属表面を構成し、この平滑な触媒金属表面（検知素子21の表面）に水素が直接接触するようになっている。なお、検知素子21がコイル状であることにより、水素の燃焼熱が放熱し難くなり、検知素子21の温度が容易に上昇するようになっている。また、触媒金属としては、白金（Pt）の他に、パラジウム（Pd）、ロジウム（Rh）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）や、これらの合金も使用できる。

【0069】

このように検知素子21は、触媒活性を有しており、検知素子21自体に直接接触する水素と酸素とを触媒燃焼反応（酸化還元反応）させるようになっている。そして、水素が触媒燃焼反応すると、その燃焼熱によって検知素子21の温度が、上昇するようになっている。

したがって、検知素子21の温度、抵抗値 R_{21} は、ガス検出室63bの温度と水素の燃焼熱とに基づいて、変化することになる。

【0070】

補償素子22は、触媒金属から成る線材をコイル状に成形したものの表面を、水素に対して不活性である不活性層でコーティングしたものである。不活性層は、アルミナ（ Al_2O_3 ）やシリカ（ SiO_2 ）等の非金属や、金（Au）等の水素と反応しない金属から形成される。これにより、補償素子22に水素が接触しても、水素は触媒燃焼反応せず、燃焼熱は生成しない。

したがって、補償素子22の温度、抵抗値 R_{22} は、ガス検出室63bの温度（環境温度、雰囲気温度）のみに基づいて変化することになる。

【0071】

第2辺30は、第1抵抗素子31（抵抗値 R_{31} ）と第2抵抗素子32（抵抗値 R_{32} ）とを備え、第1抵抗素子31と第2抵抗素子32とが直列に接続されることで構成されている。第1抵抗素子31及び第2抵抗素子32は、基板61上に設けられている。なお

10

20

30

40

50

、第1抵抗素子31の抵抗値 R_{21} 、第2抵抗素子32の抵抗値 R_{22} は、既知であり、固定値である。

【0072】

第1辺20の両端と、第2辺30の両端とは、それぞれ接続されて、入力端子J1、入力端子J2を構成している。入力端子J1、入力端子J2は、電圧発生回路52に接続されており、電圧発生回路52で発生した電圧 V_{IN} が入力端子J1、J2（ブリッジ回路B）に印加するようになっている。そして、このように電圧発生回路52で発生した電圧 V_{IN} が印加すると、検知素子21に通電し、検知素子21の温度が上昇するようになっている。

すなわち、本実施形態において、検知素子21に通電し検知素子21を加熱手段（通電手段）は、電圧発生回路52と、後記する外部電源70と、を備えて構成されている。

【0073】

第1辺20において、検知素子21と補償素子22との間の第1中間点は、出力端子J3を構成し、第2辺30において、第1抵抗素子31と第2抵抗素子32との間の第2中間点は出力端子J4を構成している。出力端子J3、出力端子J4は、制御回路51に接続されており、ブリッジ回路Bの電圧 V_{OUT} （出力）が、出力端子J3、J4を介して、制御回路51に出力されるようになっている。

【0074】

そして、水素が検知素子21に接触し、水素の燃焼熱によって、検知素子21の抵抗値 R_{21} （変化値）が変化し、検知素子21の抵抗値 R_{21} が補償素子22の抵抗値 R_{22} よりも大きくなると、出力端子J3の電位が出力端子J4の電位よりも高くなり、水素濃度に対応した電圧 V_{OUT} が制御回路51に出力され、水素濃度が検知されるようになっている。

なお、水素が検知素子21に接触しておらず、水素の燃焼熱が生成していない場合、検知素子21の抵抗値 R_{21} と補償素子22の抵抗値 R_{22} とは等しく、そして、出力端子J3の電位と出力端子J4の電位とは等しくなり、電圧 V_{OUT} は0となる。

【0075】

<水素センサー制御回路等>

制御回路51は、CPU、ROM、RAM、各種インタフェース、電子回路等を含んで構成されている。そして、制御回路51は、ECU150からの指令と、その内部に記憶されたプログラムに従って、水素センサ10Aを適宜に制御するようになっている。

すなわち、制御回路51は、ECU150からの指令に従って、電圧発生回路52を作動させ、そして、ブリッジ回路Bからの電圧 V_{OUT} に基づいて水素濃度を算出し、水素濃度に対応した信号をECU150に出力するようになっている。

ただし、この構成に限定されず、その他に例えば、ECU150が電圧発生回路52を直接制御し、ブリッジ回路Bの電圧 V_{OUT} がECU150に直接出力される構成でもよい。

【0076】

電圧発生回路52は、DC-DCコンバータ等を備えて構成され、外部電源70（例えば12Vバッテリー）と接続されている。そして、電圧発生回路52は、制御回路51からの指令に従って作動し、ブリッジ回路Bに所定電圧を印加するようになっている。

【0077】

<水素センサーシリコン化合物の付着量>

ここで、本願発明者等は、図6に示すように、シリコンの雰囲気下において、白金等の触媒金属から形成された検知素子21の温度が高くなるにつれて、検知素子21へのシリコン化合物の付着量（シリコン被毒量、（g））が増加するものの、所定の脱離温度範囲では、シリコン化合物の付着量が減少するという知見を得た。

【0078】

これは、脱離温度範囲では、検知素子21に付着しているシリコン化合物が、検知素子21から脱離しているためと考えられる。すなわち、脱離温度範囲では、シリコン化合物

10

20

30

40

50

の付着速度に対して、脱離速度が小さいながらも略同オーダー程度になっており、そして、最適脱離温度において脱離速度は付着速度に略等しくなり、最適脱離温度を越えると再び脱離速度よりも付着速度が大きくなる、という知見を得た。

【0079】

また、脱離温度範囲では、検知素子21の温度が高くなるにつれて、シリコン化合物の付着量(g)が減少し、最適脱離温度で付着量が最小になるという傾向を得た。すなわち、水素センサ10Aの水素の検出感度を回復させるには、検知素子21を、脱離温度範囲、好ましくは前記最適脱離温度を含む最適脱離温度範囲(例えば、「最適脱離温度-10℃」～「最適脱離温度」の範囲)に昇温させる、という知見を得た。

【0080】

このような知見に基づいて、本実施形態では、水素センサ10Aのクリーニング時に検知素子21を最適脱離温度範囲に昇温させるために、検知素子21への通電による発熱と、検知素子21への水素の接触燃焼による燃焼熱と、を利用している(図7参照)。

【0081】

すなわち、図7に示すように、クリーニング時(感度回復処理の実行時)、及び、非クリーニング時(感度回復処理の非実行時、待機時)に、第1希釈部D1からの水素濃度を考慮したうえで、検知素子21への通電によって、検知素子21を常温から待機温度に加熱(昇温)し、クリーニング時に水素の燃焼熱によって、最適脱離温度範囲にさらに昇温させている。そして、本実施形態において、待機温度は最適脱離温度から水素の燃焼による温度上昇分を差し引いた温度に設定されている。

【0082】

<クリーニング弁>

次に、図2、図3、図8を参照して、クリーニング弁124、125周りの構成を説明する。

【0083】

<水素センサ10A用のクリーニング弁>

前記減圧弁の下流の配管121aは、配管124a、クリーニング弁124、配管124bを介して、後記するように水素センサ10Aの上流の配管132bに接続されている。そして、水素センサ10Aのクリーニング時(感度回復処理の実行時)、ECU150によってクリーニング弁124が開かれると、水素タンク121の高濃度の水素が、配管121a、配管124a、配管124bを通して、水素センサ10Aに向かうようになっている。

【0084】

すなわち、本実施形態において、水素タンク121の水素を水素センサ10Aの検知素子21に案内する水素案内配管は、配管124aと配管124bとを備えて構成されている。そして、この水素案内配管にクリーニング弁124(通流調整手段)が設けられている。

【0085】

配管124bには、オリフィス124cが設けられており、配管124bから配管132bに流入する水素の流量が絞られている。これにより、クリーニング弁124を開閉制御することによって、配管123bに流入し、後記する第1希釈部D1で希釈後、水素センサ10Aに向かう水素濃度が容易に制御されるようになっている。

ただし、オリフィス124cは、クリーニング弁124の下流に限定されず、クリーニング弁124の上流でもよく、また、オリフィス124cを備えない構成でもよい。

【0086】

また、配管124aは、水素センサ10Aよりも上流の配管132b(カソードオフガス流路)に合流している。そして、配管124bの合流点と水素センサ10Aとの間の配管132b(カソードオフガス流路)は、クリーニング弁124からの水素をカソードオフガス(希釈用ガス)で希釈する第1希釈部D1として機能している(図3参照)。なお、第1希釈部D1は、クリーニング弁124と水素センサ10Aとの間に配置されている

10

20

30

40

50

。

【0087】

クリーニング弁124は、ソレノイドによって駆動する常閉型の電磁弁（弁装置）であって、例えばゲート弁によって構成され、ECU150から開弁指令が入力されている間、所定の開状態（開度）を維持するようになっている。

そして、ECU150が、クリーニング弁124の開弁時間／閉弁時間を例えばPWM制御することによって、クリーニング弁124を通して、配管132b（第1希釈部D1）に向かう水素（高濃度の水素）の流量が容易に制御され、その結果、水素センサ10Aの検知素子21に向かう水素濃度が制御されるようになっている。

【0088】

<水素センサ10B（10C、10D）用のクリーニング弁>

配管124aの途中は、配管125a、常閉型のクリーニング弁125、配管125bが順に接続されている。配管125bの下流端は、配管125bからの水素が水素センサ10B（10C、10D）に向かうように配置されている。すなわち、水素センサ10B～10D毎に、配管125a、クリーニング弁125、配管125bが設けられているが、図2では省略している。

【0089】

そして、水素センサ10B（10C、10D）のクリーニング時（感度回復処理の実行時）、ECU150によってクリーニング弁125が開かれると、水素タンク121の高濃度の水素が、配管121a、配管124a、配管125a、配管125bを通して、水素センサ10B（10C、10D）に向かうようになっている。

【0090】

すなわち、本実施形態において、水素タンク121の水素を水素センサ10B（10C、10D）の検知素子21に案内する水素案内配管は、配管124aの一部と、配管125aと、配管125bとを備えて構成されている。そして、この水素案内配管にクリーニング弁125（通流調整手段）が設けられている。

【0091】

配管125bには、オリフィス125cが設けられており、配管125bから後記する第1希釈部D2（図8参照）に向かう水素の流量が絞られている。これにより、クリーニング弁125を開閉制御することによって、第1希釈部D2で希釈後、水素センサ10Bに向かう水素濃度が容易に制御されるようになっている。

ただし、オリフィス125cは、クリーニング弁125の下流に限定されず、クリーニング弁125の上流でもよく、また、オリフィス125cを備えない構成でもよい。

【0092】

図8に示すように、配管125bの下流端と水素センサ10Bとは、事前試験等によって求められた所定間隔をあけて配置され、大気に開放された第1希釈部D2（希釈空間）を構成している。つまり、第1希釈部D2は、クリーニング弁125と水素センサ10B（10C、10D）との間に配置されている。そして、第1希釈部D2は、配管125bからの水素を自己拡散させ、水素を大気（希釈用ガス）で希釈する機能を有している。

【0093】

クリーニング弁125は、クリーニング弁124と同様に、ソレノイドによって駆動する常閉型の電磁弁（弁装置）であって、例えばソレノイドによって駆動するゲート弁によって構成され、ECU150から開弁指令が入力されている間、所定の開状態（開度）を維持するようになっている。

そして、ECU150が、クリーニング弁125の開弁時間／閉弁時間を例えばPWM制御することによって、クリーニング弁125を通して、第1希釈部D2に向かう水素（高濃度の水素）の流量が容易に制御され、その結果、水素センサ10B（10C、10D）の検知素子21に向かう水素濃度が制御されるようになっている。

【0094】

この場合において、大気圧（大気圧）が低くなると、第1希釈部D2において水素が大

10

20

30

40

50

気（希釈用ガス）によって希釈され難くなるので、大気圧を検出する大気圧センサを備える構成とし、燃料電池車 200 が高地を走行することによって、大気圧が低くなるにつれて、クリーニング弁 125 の開弁時間を短くなるように補正する構成としてもよい。

【0095】

すなわち、本実施形態において、水素タンク 121 は、燃料電池スタック 110 に水素（燃料ガス）を供給するだけでなく、水素センサ 10A～10D にクリーニング用の水素も供給可能であるので、燃料電池車 200 単体でもクリーニングを実行可能となっている。

【0096】

<IG>

IG141 は、燃料電池車 200（燃料電池システム 100、水素検出システム 1）の起動スイッチであり、運転席周りに配置されている。そして、IG141 は、その ON 信号／OFF 信号を ECU150 に出力するようになっている。

【0097】

<ECU>

ECU150 は、燃料電池車 200（燃料電池システム 100、水素検出システム 1）を電子制御する制御装置であり、CPU、ROM、RAM、各種インタフェース、電子回路などを含んで構成されており、その内部に記憶されたプログラムに従って、各種機能を発揮し、各種機器を制御するようになっている。ECU150 の具体的な動作は後で説明する。

【0098】

≪燃料電池車の動作≫

次に、燃料電池車 200 の動作を説明する。

【0099】

<起動モード>

まず、図 9 を参照して、燃料電池車 200 の起動時（始動時）における起動モードでの動作を説明する。

なお、IG141 が ON されると、その ON 信号を検知した ECU150 は、図 9 の処理をスタートさせる。また、ここでは、水素センサ 10A に関する動作を説明し、水素センサ 10B～10D についての動作は同様であるので省略する。

【0100】

さらに、ECU150 は、以下説明する水素センサ 10A に関する処理に並行して、燃料電池スタック 110 を発電させるための処理も実行する。

すなわち、ECU150 は、配管 121a に設けられた遮断弁（図示しない）を開き、アノード流路 111 に水素を供給しつつ、パージ弁 123 を間欠的に開き、アノード流路 111 における水素濃度を上昇させる。これに並行して、ECU150 は、コンプレッサ 131 を作動させ、カソード流路 112 に空気（酸素）を供給する。そうすると、燃料電池スタック 110 の OCV（Open Circuit Voltage、開回路電圧）が上昇し、燃料電池スタック 110 は発電可能な状態に近づく。

【0101】

そして、OCV が発電開始可能と判断される所定 OCV 以上になった場合、ECU150 は、燃料電池スタック 110 の出力端子に接続された発電制御器（図示しない）を制御し、燃料電池スタック 110 から電流を取り出し、燃料電池スタック 110 の発電を開始させ、発電電力を外部負荷（走行用のモータ等）に供給する。この場合において、コンプレッサ 131 の回転速度、燃料電池スタック 110 の発電電力は、発電要求量（アクセル開度等）が大きくなるにつれて、大きくなる関係となる。

【0102】

以下、水素センサ 10A に関する処理を説明する。

ステップ S101 において、ECU150 は、水素センサ 10A の検知素子 21 及び補償素子 22 を待機温度に加熱する。

待機温度は、本実施形態では、水素センサ 10A のクリーニング時（感度回復処理の実

10

20

30

40

50

行時)、脱離温度以上の最適脱離温度範囲の温度から、クリーニング時の水素の燃焼熱による温度上昇分を差し引いた温度に設定される(図6、図7参照)。

【0103】

クリーニング時の水素の燃焼熱による温度上昇分は、例えば、事前試験等によって求められた所定温度上昇分とできる。

その他に、クリーニング時の水素の燃焼熱による温度上昇分は、クリーニング時に第1希釈部D1から検知素子21(水素センサ10A)に向かう水素濃度に基づいて算出することもできる。すなわち、第1希釈部D1による希釈後の水素濃度に対応して待機温度を設定し、この待機温度となるように検知素子21に通電し加熱する構成とすることもできる。この場合において、クリーニング時に第1希釈部D1から検知素子21に向かう水素濃度は、クリーニング弁124の開弁時間と、カソードオフガスの流量とに基づいて算出される。

10

【0104】

具体的には、ECU150は、前記待機温度に対応した待機温度加熱指令を、制御回路51(図5参照)を介して電圧発生回路52に出力する。そして、電圧発生回路52は、外部電源70からの電力を、待機温度加熱指令(待機温度)に対応した待機電圧に変換したうえで、ブリッジ回路Bに供給する。そうすると、検知素子21及び補償素子22は、通電により昇温し、待機温度に加熱される。

【0105】

ステップS102において、ECU150は、検知素子21(水素センサ10A)をクリーニングする必要があるか否か(感度回復要求があるか否か)を判定する。

20

具体的には、現在、検知素子21に付着するシリコン化合物の付着量が、感度を回復させるためクリーニングするべきと判断される所定付着量以上である場合、クリーニングする必要があると判定される。

【0106】

ここで、検知素子21に付着するシリコン化合物の付着量は、水素センサ10Aの使用時間、燃料電池スタック110の発電時間(積算発電電力量)、燃料電池システム100(燃料電池車200)の作動時間(IG141のON時間)、等と比例関係であるから、(1)前回のクリーニングから現在までの水素センサ10Aの積算使用時間が所定積算使用時間以上である場合、(2)前回のクリーニングから現在までの燃料電池スタック110の積算発電時間(積算発電電力量)が、所定積算発電時間(所定積算発電電力量)以上である場合、(3)前回のクリーニングから現在までの燃料電池システム100(燃料電池車200)の作動時間が所定作動時間以上である場合、クリーニングする必要があると判定される。

30

【0107】

ここで、本願発明者等は、水素センサ10Aが所定水素濃度範囲の雰囲気で使用された場合、シリコン付着量が増加する傾向がある、という知見を得ている。つまり、シリコン化合物の付着しやすい水素濃度範囲が存在する、という知見を得ている。そこで、このような知見に基づいて、水素センサ10Aの検出する水素濃度が前記所定水素濃度範囲である時間を考慮して、今回の使用時間等を補正してもよい。

40

【0108】

クリーニングする必要があると判定した場合(S102・Yes)、ECU150の処理はステップS103に進む。一方、クリーニングする必要があると判定した場合(S102・No)、ECU150の処理はステップS106に進む。

【0109】

ステップS103において、ECU150は、前回パージ(パージ弁123の開弁)から第3所定時間 Δt_3 経過したか否かを判定する。

ここで、パージ弁123は、前記したように、ECU150によって所定開弁時間にて間欠的に開かれている。したがって、図12に示すように、パージ弁123の開弁に連動して、第1希釈部D1(図3参照)における水素濃度は上昇し、パージ弁123の開弁後

50

、配管 1 3 2 b を通流するカソードオフガス（希釈用ガス）で希釈され、徐々に低下する。そして、第 3 所定時間 $\Delta t 3$ は、パージ弁 1 2 3 の閉弁から第 1 希釈部 D 1 における水素濃度が所定濃度に低下する時間設定されている。所定濃度は、その後にクリーニング弁 1 2 4 を開弁し、配管 1 3 2 b に高濃度の水素を噴射しても、この高濃度の水素が第 1 希釈部 D 1 で良好に希釈され、適切な水素濃度になり、その適切な水素濃度である水素の燃焼熱により、検知素子 2 1 が最適脱離温度範囲となるように設定される。

【0 1 1 0】

よって、パージ弁 1 2 3 の開弁時間が可変する構成の場合、パージ弁 1 2 3 の開弁時間が長くなるにつれて、第 3 所定時間 $\Delta t 3$ が長くなるように補正してもよい。また、カソードオフガスの流量が多くなると、水素が希釈され易くなり、水素濃度が速やかに低下するので、流量センサ 1 3 4 の検出する空気の流れから推定されるカソードオフガスの流量が多くなるにつれて、第 3 所定時間 $\Delta t 3$ が短くなるように補正してもよい。

10

【0 1 1 1】

第 3 所定時間 $\Delta t 3$ 経過したと判定した場合（S 1 0 3・Y e s）、E C U 1 5 0 の処理はステップ S 1 0 4 に進む。一方、第 3 所定時間 $\Delta t 3$ 経過していないと判定した場合（S 1 0 3・N o）、E C U 1 5 0 はステップ S 1 0 3 の判定を繰り返す。

【0 1 1 2】

ステップ S 1 0 4 において、E C U 1 5 0 は、通常パージを禁止、つまり、パージ弁 1 2 3 の開弁を禁止し、閉じたまま維持する。

【0 1 1 3】

これに並行して、ステップ S 1 0 4 において、E C U 1 5 0 は、クリーニング弁 1 2 4 を開弁時間にて開弁する。そうすると、水素タンク 1 2 1 の高濃度の水素が、配管 1 2 1 a、配管 1 2 4 a、配管 1 2 4 b を通って、配管 1 3 2 b に噴射される。そうすると、噴射された水素は、第 1 希釈部 D 1 において、カソードオフガス（希釈用ガス）によって良好に希釈され、適切な水素濃度になる。そして、この適切な水素濃度の水素が、水素センサ 1 0 A の検知素子 2 1 に吹き付けられ、水素の燃焼熱により、検知素子 2 1 の温度が最適脱離温度範囲となる（図 7 参照）。これにより、検知素子 2 1 に付着していたシリコン化合物が、検知素子 2 1 から脱離し（図 6 参照）、検知素子 2 1（水素センサ 1 0 A）の感度が回復する。そして、E C U 1 5 0 が、クリーニング弁 1 2 4 を閉弁することにより、クリーニング完了となる。

20

30

【0 1 1 4】

ここで、クリーニング弁 1 2 4 を開弁する開弁時間は、事前試験等によって予め設定された固定時間でもよいが、流量センサ 1 3 4 の検出する空気の流れから推定されるカソードオフガスの流量が多くなるにつれて、配管 1 3 2 b に噴射される水素が増加するように、開弁時間が長くなるように補正してもよい。

【0 1 1 5】

ステップ S 1 0 5 において、E C U 1 5 0 は、ステップ S 1 0 4 のクリーニング完了（感度回復処理の完了後）から第 1 所定時間 $\Delta t 1$ 経過したか否か判定する。

【0 1 1 6】

ここで、クリーニング弁 1 2 4 が、ステップ S 1 0 4 で開弁されると、図 1 3 に示すように、第 1 希釈部 D 1（図 3 参照）における水素は上昇し、クリーニング弁 1 2 4 の閉弁後、配管 1 3 2 b を通流するカソードオフガス（希釈用ガス）で希釈され、徐々に低下する。そして、第 1 所定時間 $\Delta t 1$ は、クリーニング弁 1 2 4 の閉弁から第 1 希釈部 D 1 における水素濃度が所定濃度に低下する時間設定されている。所定濃度は、その後にクリーニング弁 1 2 4 を開弁し、配管 1 3 2 b に高濃度の水素を噴射しても、この高濃度の水素が第 1 希釈部 D 1 で良好に希釈され、適切な水素濃度になり、その適切な水素濃度である水素の燃焼熱により、検知素子 2 1 が最適脱離温度範囲となるように設定される。

40

【0 1 1 7】

第 1 所定時間 $\Delta t 1$ 経過したと判定した場合（S 1 0 5・Y e s）、E C U 1 5 0 の処理はステップ S 1 0 6 に進む。

50

【0118】

一方、第1所定時間 Δt_1 経過していないと判定した場合（S105・No）、ECU150はステップS105の判定を繰り返す。このようにステップS105の判定を繰り返す場合、つまり、クリーニング弁124の閉弁から第1所定時間 Δt_1 経過していない場合、ECU150は、コンプレッサ131（希釈用ガス通流手段）を作動しているので、第1希釈部D1をカソードオフガス（希釈用ガス）が通流し、第1希釈部D1における水素濃度が速やかに低下し、次のクリーニングを迅速に実行可能となる。

【0119】

ステップS106において、ECU150は、起動モードによる動作を終了し、図10の定常モードによる動作に移行させる。

10

【0120】

<定常モード>

次に、図10を参照して、燃料電池車200の定常時における定常モードでの動作を説明する。

なお、燃料電池スタック110には水素及び空気が供給され、燃料電池スタック110は発電要求量に対応して発電している。また、パージ弁123は、ECU150によって間欠的に開かれている。

【0121】

ステップS201において、ECU150は、前回クリーニング（S204）から第2所定時間 Δt_2 経過したか否かを判定する。

20

なお、前回、第2所定時間 Δt_2 経過した場合（S201・Yes）において、クリーニングしないと判定しているとき（S202・No）、クリーニングしないと判定した時を起算点とする。また、第2所定時間 Δt_2 は、第1所定時間 Δt_1 以上に設定される。

【0122】

第2所定時間 Δt_2 経過したと判定した場合（S201・Yes）、ECU150の処理はステップS202に進む。一方、第2所定時間 Δt_2 経過していないと判定した場合（S201・No）、ECU150はステップS201の判定を繰り返す。

【0123】

ステップS202において、ECU150は、ステップS102と同様に、検知素子21（水素センサ10A）をクリーニングする必要があるか否か（感度回復要求があるか否か）を判定する。

30

クリーニングすると必要があると判定した場合（S202・Yes）、ECU150の処理はステップS203に進む。一方、クリーニングする必要があるないと判定した場合（S202・No）、ECU150の処理はステップS201に進む。

【0124】

ステップS203において、ECU150は、ステップS103と同様に、前回パージから第3所定時間 Δt_3 経過したか否かを判定する。

第3所定時間 Δt_3 経過したと判定した場合（S203・Yes）、ECU150の処理はステップS204に進む。一方、第3所定時間 Δt_3 経過していないと判定した場合（S203・No）、ECU150はステップS203の判定を繰り返す。

40

【0125】

ステップS204において、ECU150は、ステップS104と同様に、通常パージを禁止、つまり、パージ弁123の開弁を禁止し、閉じたまま維持した状態で、クリーニング弁124を開弁時間にて開弁し、水素センサ10Aのクリーニングを実行する。

【0126】

ステップS205において、ECU150は、ステップS105と同様に、ステップS204のクリーニング完了から第1所定時間 Δt_1 経過したか否かを判定する。

第1所定時間 Δt_1 経過したと判定した場合（S205・Yes）、ECU150の処理はステップS201に進む。

【0127】

50

一方、第1所定時間 Δt_1 経過していないと判定した場合（S205・No）、ECU150はステップS205の判定を繰り返す。このようにステップS205の判定を繰り返す場合、ECU150は、コンプレッサ131（希釈用ガス通流手段）を作動しているので、第1希釈部D1をカソードオフガス（希釈用ガス）が通流し、第1希釈部D1における水素濃度が速やかに低下し、次のクリーニングを迅速に実行可能となる。

【0128】

<停止モード>

次に、図11を参照して、燃料電池車200の停止時における停止モードでの動作を説明する。

なお、IG141がOFFされると、そのOFF信号を検知したECU150は、図11の処理をスタートさせる。また、ECU150は、燃料電池スタック110の出力端子に接続された発電制御装置（図示しない）を制御し、燃料電池スタック110の発電を停止させる。

【0129】

ステップS301において、ECU150は、ステップS102、S202と同様に、検知素子21（水素センサ10A）をクリーニングする必要があるか否か（感度回復要求があるか否か）を判定する。

【0130】

クリーニングすると必要があると判定した場合（S301・Yes）、ECU150の処理はステップS302に進む。一方、クリーニングする必要があるないと判定した場合（S301・No）、ECU150の処理はステップS305に進む。

【0131】

ステップS302において、ECU150は、ステップS103、S203と同様に、前回バージから第3所定時間 Δt_3 経過したか否かを判定する。

第3所定時間 Δt_3 経過したと判定した場合（S302・Yes）、ECU150の処理はステップS303に進む。一方、第3所定時間 Δt_3 経過していないと判定した場合（S302・No）、ECU150はステップS302の判定を繰り返す。

【0132】

ステップS303において、ECU150は、ステップS104、S204と同様に、通常バージを禁止、つまり、バージ弁123の開弁を禁止し、閉じたまま維持した状態で、クリーニング弁124を開弁時間にて開弁し、水素センサ10Aのクリーニングを実行する。

【0133】

ステップS304において、ECU150は、ステップS105、S205と同様に、ステップS303のクリーニング完了から第1所定時間 Δt_1 経過したか否かを判定する。

第1所定時間 Δt_1 経過したと判定した場合（S304・Yes）、ECU150の処理はステップS205に進む。

【0134】

一方、第1所定時間 Δt_1 経過していないと判定した場合（S304・No）、ECU150はステップS304の判定を繰り返す。このようにステップS304の判定を繰り返す場合、ECU150は、コンプレッサ131（希釈用ガス通流手段）を作動しているので、第1希釈部D1をカソードオフガス（希釈用ガス）が通流し、第1希釈部D1における水素濃度が速やかに低下する。

【0135】

ステップS305において、ECU150は、配管121aの遮断弁（図示しない）を閉じ、水素の供給を停止する。また、ECU150は、コンプレッサ131を停止させる。これにより、燃料電池車200（燃料電池システム100）は停止状態となる。

【0136】

《燃料電池車の効果》

このような燃料電池車200によれば、次の効果を得る。

10

20

30

40

50

水素センサ 10 A をクリーニングする必要があると判定される場合（感度回復要求時）、クリーニング弁 124 を開弁して水素を噴射し、水素の燃焼熱と、通電による発熱とによって、検知素子 21 を脱離温度以上に上昇させ、これに付着したシリコン化合物を意図的に脱離し、水素の検出感度を回復できる。したがって、水素センサ 10 A によって長時間に亘って水素濃度を検出できる。

【0137】

検知素子 21 への通電によって、検知素子 21 を待機温度に加熱し、この待機温度は、脱離温度から、クリーニング時における水素の燃焼による温度上昇分を差し引いた温度に設定するので、クリーニング時において、検知素子 21 の温度が上昇し過ぎることなく、また、通電に要する電力を適切とできる。

10

【0138】

前回のクリーニングの完了から、第 1 希釈部 D1 における水素濃度が所定濃度に低下する第 1 所定時間 Δt_1 の経過以後（S105・Yes、S205・Yes、S304・Yes）、今回のクリーニングを開始するので、検知素子 21 に向かう水素濃度が高すぎることはなく、水素の燃焼熱によって検知素子 21 が予想以上に昇温することはない。

また、第 1 所定時間 Δt_1 以上の第 2 所定時間 Δt_2 経過毎に（S201・Yes）、クリーニングを繰り返すので、水素センサ 10 A の感度を第 2 所定時間 Δt_2 経過毎に回復できる。

【0139】

クリーニングの完了から第 1 所定時間 Δt_1 経過するまで（S105・No、S205・No、S304・No）、第 1 希釈部 D1 をカソードオフガス（希釈用ガス）が通流するので、第 1 希釈部 D1 における水素濃度を速やかに低下させ、次のクリーニングを実行できる。

20

【0140】

ページ弁 123 の閉弁から、第 1 希釈部 D1 における水素濃度が所定濃度に低下する第 3 所定時間 Δt_3 の経過以後（S103・Yes、S201・Yes、S302・Yes）、クリーニングを開始するので、検知素子 21 に向かう水素濃度が予想以上にならず、水素の燃焼熱によって検知素子 21 が予想以上に昇温することはない。

【0141】

《変形例》

30

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明はこれに限定されず、例えば、次のように変更できる。

【0142】

前記した実施形態では、白金等の触媒金属からなる検知素子 21 がコイル状である構成を例示したが（図 4 参照）、検知素子 21 の形状はこれに限定されず、その他に例えば、図 14 に示すように、薄膜状の検知素子 21 A としてもよい。このようにすれば、ハウジング 63 の高さ方向を短かくし、水素センサ 10 A を小型化できる。また、薄膜状とすれば、検知素子 21 A の単位体積当たりの表面積が大きくなるので、水素の接触可能面積が大きくなり、検知素子 21 A が速やかに昇温可能となる。なお、この場合、補償素子 22 A も薄膜状とする。

40

【0143】

前記した実施形態では、電圧発生回路 52 に対して、検知素子 21 と補償素子 22 とが直列に接続された構成を例示したが、図 15 に示すように、並列に接続された構成でもよい。すなわち、図 15 のブリッジ回路 B では、検知素子 21 と第 1 抵抗素子 31 とが直列に接続されることで第 1 辺 20 が構成され、補償素子 22 と第 2 抵抗素子 32 とが直列に接続されることで第 2 辺 30 が構成されている。

【0144】

前記した実施形態では、クリーニング弁 124（弁装置）が、所定の開状態を維持可能であるゲート弁等から構成され、その開弁時間／閉弁時間を制御することによって、検知素子 21 に向かう水素濃度を制御する構成を例示したが、その他に例えば、クリーニング

50

弁 1 2 4（弁装置）が、所望の開度に調整可能であるバタフライ弁等から構成され、その開度の制御することによって、検知素子 2 1 に向かう水素濃度を制御する構成としてもよい。

【符号の説明】

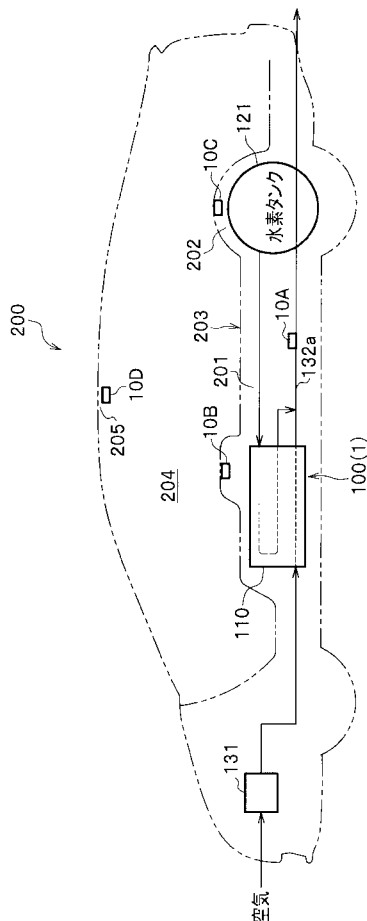
【 0 1 4 5 】

- 1 水素検出システム
- 1 0 A、1 0 B、1 0 C、1 0 D 水素センサ
- 2 1 検知素子
- 5 1 制御回路（加熱手段、通電手段）
- 5 2 電圧発生回路（加熱手段、通電手段）
- 7 0 外部電源（加熱手段、通電手段）
- 1 1 0 燃料電池スタック
- 1 2 1 水素タンク（水素貯蔵手段）
- 1 2 3 パージ弁
- 1 2 4、1 2 5 クリーニング弁（通流調整手段）
- 1 2 4 a、1 2 4 b、1 2 5 a、1 2 5 b 配管（水素案内配管）
- 1 3 1 コンプレッサ（希釈用ガス通流手段）
- 1 3 3 サイレンサ（第 2 希釈部）
- 1 5 0 ECU（制御手段）
- D 1、D 2 第 1 希釈部
- $\Delta t 1$ 第 1 所定時間
- $\Delta t 2$ 第 2 所定時間
- $\Delta t 3$ 第 3 所定時間

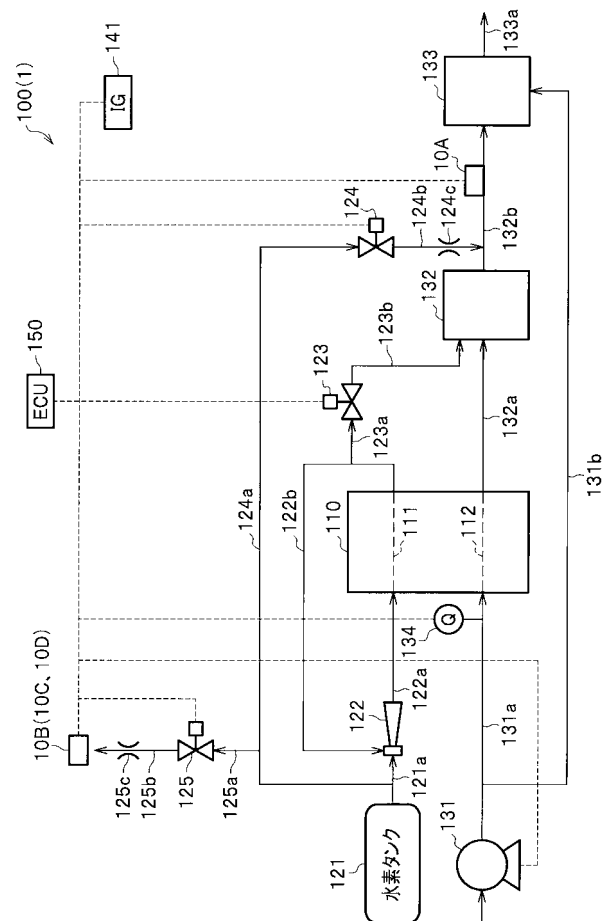
10

20

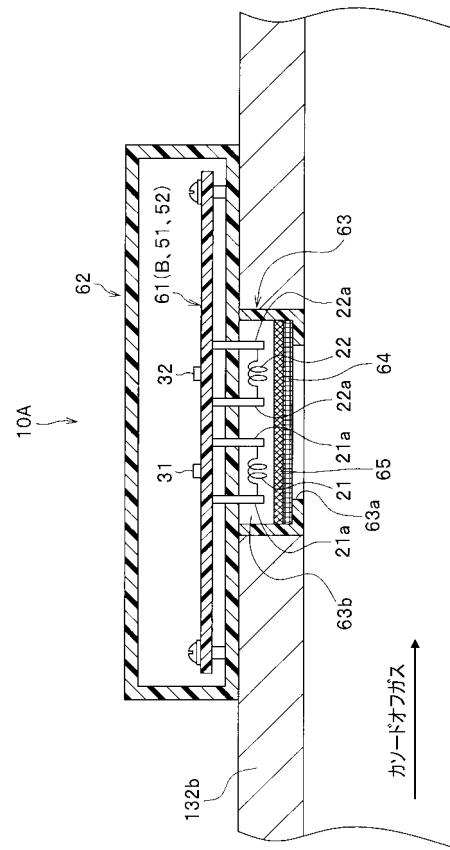
【 図 1 】



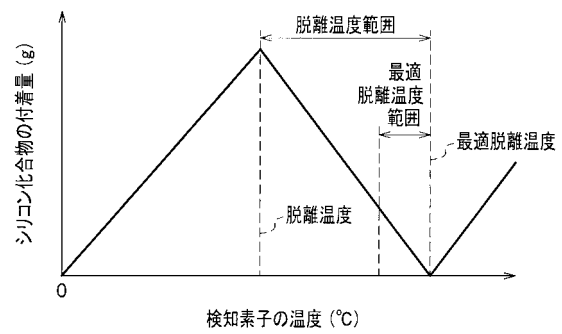
【 図 2 】



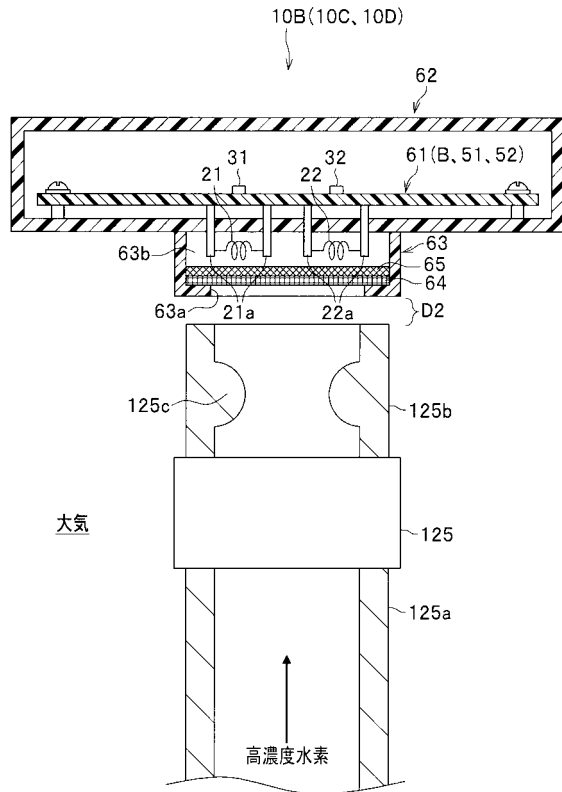
【図 4】



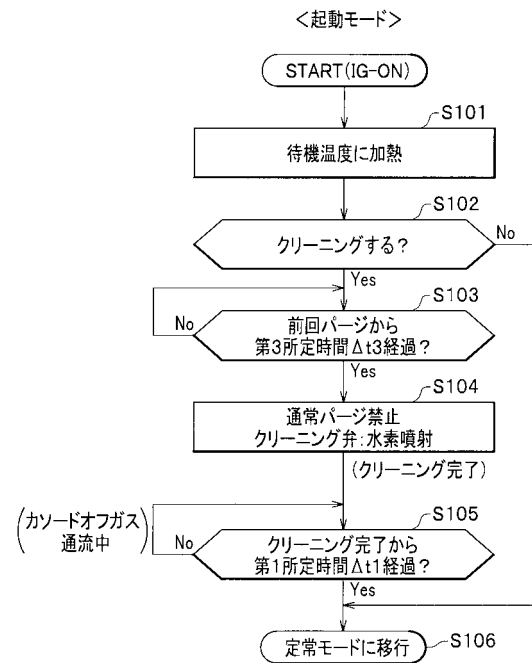
【图 6】



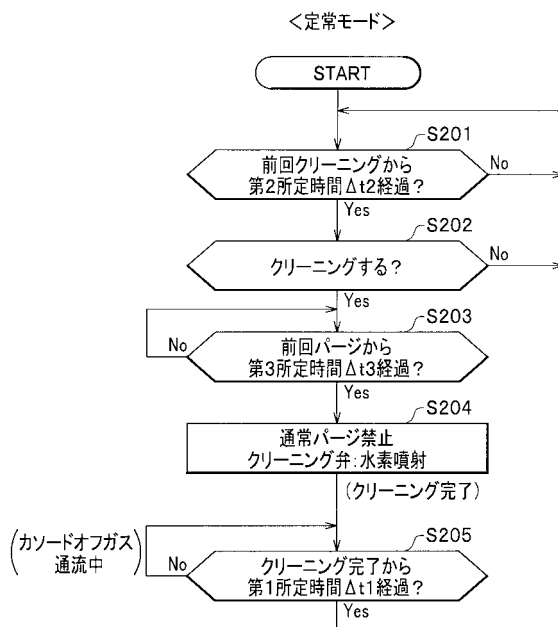
【図 8】



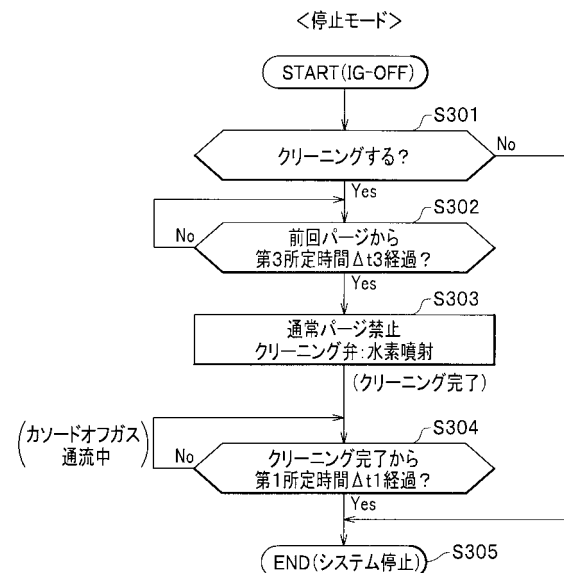
【図 9】



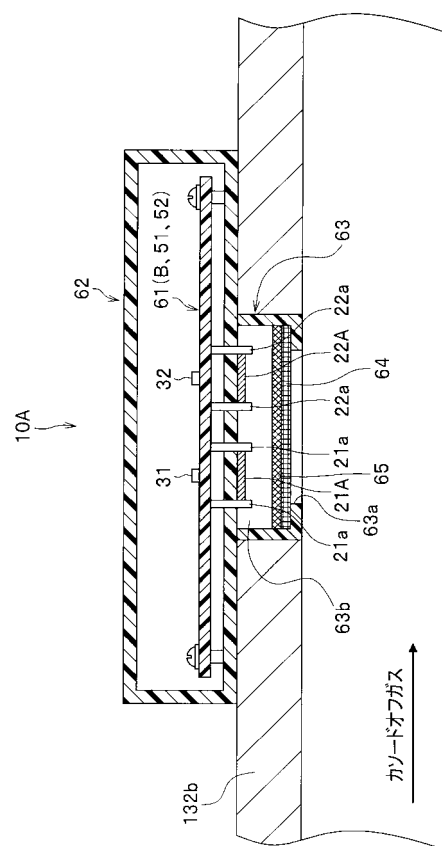
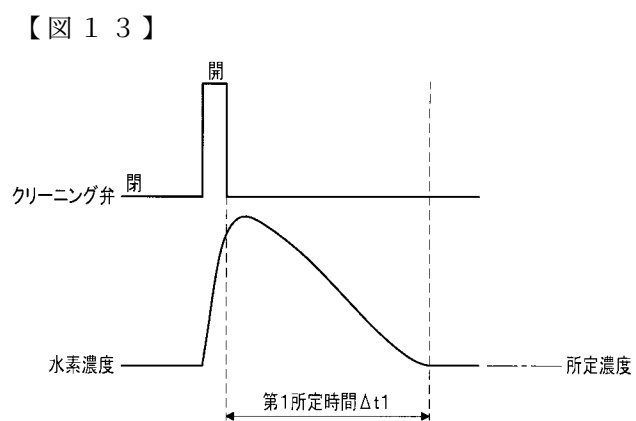
【図 10】



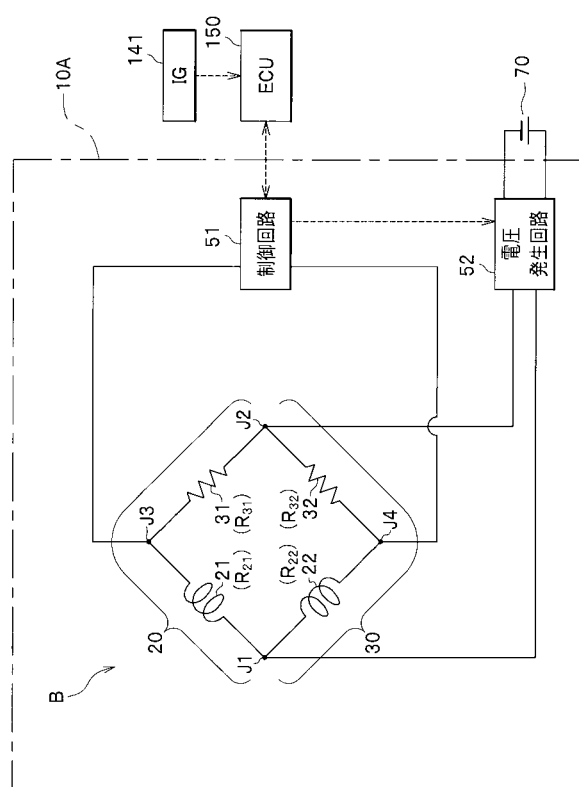
【図 11】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 岡島 一博

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 2G060 AA02 AB03 AE19 BA03 BB02

5H026 AA06

5H027 BA20 KK31 MM01