

(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2005-197156

(P2005-197156A)

(43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)

(51) Int.Cl.⁷

H01M 8/04

B60L 11/18

H01M 8/00

F 1

H01M 8/04

B60L 11/18

H01M 8/00

H01M 8/00

テーマコード(参考)

5H027

5H115

A

Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O.L. (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2004-4026 (P2004-4026)

(22) 出願日

平成16年1月9日 (2004.1.9)

(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

100106150

弁理士 高橋 英樹

100082175

弁理士 高田 守

100120499

弁理士 平山 淳

三浦 晋平

(72) 発明者 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) 5H027 AA02 BA13 CC06 DD03 KK31

MM03 MM04

5H115 PA08 PA11 PG04 PI18 TR19

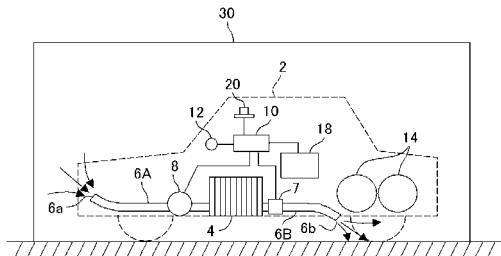
(54) 【発明の名称】燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は移動体に搭載される燃料電池システムに関し、万が一、閉鎖空間内において運転停止中の移動体から水素が漏れた場合でも、漏れた水素を閉鎖空間内に充満させることのないよう処理できるようにする。

【解決手段】 移動体2の運転停止中、移動体2の運転とかかわりなくエア供給手段8を作動させてエアを取り込み、取り込んだエアを燃料電池4のカソードに供給する。これにより、漏れた水素はエアとともにカソードに取り込まれ、カソードの触媒の作用によって酸化されて水に変換される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

移動体に搭載され前記移動体の駆動用電力を発電する燃料電池システムであって、アノードへの水素の供給とカソードへの酸素の供給を受けて起電力を得る燃料電池と、エアを取り込み前記カソードにエアを供給するエア供給手段と、前記移動体の運転停止中に前記移動体の運転とかかわりなく前記エア供給手段を作動させる制御手段と、を備えることを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

水素の漏れを検知するガス漏れ検知手段を備え、
前記制御手段は、前記ガス漏れ検知手段によって水素の漏れが検知された際に前記エア供給手段を作動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】

前記燃料電池とは別の電力供給手段を備え、
前記ガス漏れ検知手段は前記電力供給手段からの電力の供給を受けて作動することを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記ガス漏れ検知手段は間欠的に作動す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】

前記燃料電池を冷却するための冷却剤を前記燃料電池に供給する冷却剤供給手段を備え、
前記制御手段は、前記エア供給手段を作動させる際に前記冷却剤供給手段も作動させることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記エア供給手段により取り込まれたエアが流れる流路内の圧力を調整する調圧弁を備え、

前記制御手段は、前記エア供給手段を作動させる際には前記調圧弁の開度を通常運転時の開度よりも大きくすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、電気自動車等の移動体に搭載される燃料電池システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

電気自動車等の移動体の駆動用電源として、水素を燃料として発電する燃料電池システムが知られている。燃料電池システムでは水素の漏れについての対策が重要であり、かねてより様々な提案がなされていた。例えば、特許文献 1 に記載された従来技術では、燃料電池スタックを収納するケース内に触媒が設けられ、燃料電池スタックから収納ケース内に漏れた水素は触媒によって酸化され水に変換されるようになっている。水素から変換された水は収納ケース内に配置された吸水性高分子シートに吸収され、ファンからの送気によって水蒸気となって収納ケース外に排出される。

【特許文献 1】特開 2002 - 93435 号公報**【特許文献 2】実開平 5 - 17795 号公報****【特許文献 3】特開 2002 - 373685 号公報****【特許文献 4】特開平 8 - 31436 号公報****【特許文献 5】特開平 6 - 241514 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 3 】

しかしながら、燃料電池システムにおいて水素の漏れる可能性のある部位は燃料電池スタックのみではない。例えば、水素容器からの水素の漏れの可能性もあり、水素容器と燃料電池スタックとの間の水素供給管から水素が漏れる可能性もある。したがって、上記従来技術のように単に燃料電池スタックからの水素の漏れについてのみ対策したのでは、燃料電池システムにおける水素漏れ対策としては十分とは言えない。

【 0 0 0 4 】

また、上記従来技術では、水素漏れ対策として収納ケースの他、収納ケース内に設ける触媒、吸水性高分子シート、及びファンを必要とするため、構造が複雑化するとともにコストが高くなってしまう。このため、上記従来技術のような水素漏れ対策を燃料電池スタック以外の他の部位に施すことは現実的ではない。また、水素が漏れる可能性がある部位を二重、三重に覆う、例えば、水素容器を二重容器にする等の対策も考えられるが、水素の漏れが生じる可能性と対策コストとの関係から見ればこれも現実的な対策とは言えない。

10

【 0 0 0 5 】

水素漏れ対策としては、上記従来技術のようにシステム外部への水素の漏れを防止するという観点からの対策のほかに、漏れた水素による水素濃度の上昇を抑制するという観点からの対策も考えられる。つまり、万が一水素がシステム外部に漏れたとしても、水素が漏れた空間における水素濃度を上昇させなければ、結果的にはシステム外部への水素の漏れを防止するのと同様の効果が得られたことになる。この場合、特に重要なのは移動体が閉鎖空間内に置かれているときの対策である。移動体が開放された空間内にあるときには、水素が漏れたとしても直ぐに空気中に拡散するため、空間内の水素濃度が高まることはない。これに対して移動体が車庫のような閉鎖空間内にあるときには、漏れた水素は閉鎖空間内に充満し、空間内の水素濃度は上昇してしまう。

20

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、万が一、閉鎖空間内において運転停止中の移動体から水素が漏れた場合でも、漏れた水素を閉鎖空間内に充満させることのないよう処理できるようにした燃料電池システムを提供することを目的とする。

30

【 課題を解決するための手段 】**【 0 0 0 7 】**

第1の発明は、上記の目的を達成するため、移動体に搭載され前記移動体の駆動用電力を発電する燃料電池システムであって、

アノードへの水素の供給とカソードへの酸素の供給を受けて起電力を得る燃料電池と、エアを取り込み前記カソードにエアを供給するエア供給手段と、

前記移動体の運転停止中に前記移動体の運転とかかわりなく前記エア供給手段を作動させる制御手段と、

を備えることを特徴としている。

40

【 0 0 0 8 】

第2の発明は、第1の発明において、水素の漏れを検知するガス漏れ検知手段を備え、前記制御手段は、前記ガス漏れ検知手段によって水素の漏れが検知された際に前記エア供給手段を作動させることを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

第3の発明は、第2の発明において、前記燃料電池とは別の電力供給手段を備え、前記ガス漏れ検知手段は前記電力供給手段からの電力の供給を受けて作動することを特徴としている。

【 0 0 1 0 】

第4の発明は、第3の発明において、前記ガス漏れ検知手段は間欠的に作動することを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

50

第5の発明は、第1乃至第4の何れか1つの発明において、前記燃料電池を冷却するための冷却剤を前記燃料電池に供給する冷却剤供給手段を備え、

前記制御手段は、前記エア供給手段を作動させる際に前記冷却剤供給手段も作動させることを特徴としている。

【0012】

第6の発明は、第1乃至第5の何れか1つの発明において、前記エア供給手段により取り込まれたエアが流れる流路内の圧力を調整する調圧弁を備え、

前記制御手段は、前記エア供給手段を作動させる際には前記調圧弁の開度を通常運転時の開度よりも大きくすることを特徴としている。

【発明の効果】

10

【0013】

第1の発明によれば、移動体の運転停止中に万が一水素が漏れたとしても、漏れた水素はエアと一緒に取り込まれてカソードの触媒の作用により酸化されて水に変換されるので、水素が漏れた空間における水素濃度の上昇は抑制される。また、第1の発明によれば、エア供給手段を作動させるための制御手順の変更で済み、新たに水素を処理するための構成を設ける必要がないという利点もある。

【0014】

第2の発明によれば、水素の漏れが検知されたとき、すなわち、必要なときにしかエア供給手段は作動しないので、省エネルギー化が可能になる。

【0015】

20

第3の発明によれば、電力を得るために燃料電池システム全体を作動させる必要がなく、燃料電池システムの作動に伴う余分なエネルギー消費を抑えることができ、省エネルギー化が可能になる。

【0016】

第4の発明によれば、ガス漏れ検知手段を常時作動させる場合に比較して電力供給手段の電力消費を抑えることができ、省エネルギー化が可能になる。

【0017】

第5の発明によれば、燃料電池に冷却剤が供給されることで、カソードでの発熱反応による触媒の温度上昇が抑えられ、温度上昇に伴う触媒の劣化が防止される。

【0018】

30

第6の発明によれば、エア流路内の圧力は通常運転時よりも低くなるので、エア流路にエアを送り込むエア供給手段の仕事量を低減することができ、省エネルギー化が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

実施の形態1.

以下、図1を参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

図1は、本発明の実施の形態1としての燃料電池システムの概略構成図である。本燃料電池システムは、電気自動車2に搭載される車両用燃料電池システムとして構成されている。電気自動車2は図示しないモータを原動機として搭載しており、モータの駆動用電源として燃料電池スタック4が搭載されている。

40

【0020】

燃料電池スタック4は、燃料電池の単セルが複数枚積層されて構成されている。単セルは、図示は省略するが、プロトン伝導性の電解質膜の両側を触媒電極であるアノード及びカソードで挟まれ、さらにその両側を導電性のセパレータによって挟まれて構成されている。各単セルにおいて、アノードとセパレータとの間には水素を含む燃料ガスが流通するアノードガス流路が形成され、カソードとセパレータとの間には酸素を含む酸化ガスが流通するカソードガス流路が形成されている。また、隣接するセルのセパレータ間には、冷却剤としての冷却水が流通する冷却水流路が形成されている。

【0021】

50

燃料電池スタック4への燃料ガスの供給は、電気自動車2に搭載されている水素容器14から行われる。水素容器14には水素が圧縮された状態で収容されている。水素容器14は燃料電池スタック4のアノードガス流路に接続され、燃料電池スタック4の発電負荷に応じた流量の水素が水素容器14から供給されるようになっている。

【0022】

燃料電池スタック4への酸化ガスの供給は、エア供給管6Aを介して行われる。エア供給管6Aは燃料電池スタック4のカソードガス流路の入側に接続され、エア供給管6Aの途中にはエアポンプ8が配置されている。エアポンプ8の作動によってエア供給管6Aの開口部6aからエアが取り込まれ、取り込まれたエアが酸化ガスとしてカソード流路に供給される。なお、燃料電池スタック4のカソードガス流路の出側にはエア排出管6Bが接続され、燃料電池スタック4内を流通したエアは、エア排出管6Bの開口部6bから大気中に放出されるようになっている。エア排出管6Bには調圧弁7が配置されており、調圧弁7の開度を制御することで上流のカソードガス流路内を流れるエアの圧力を調整できるようになっている。なお、調圧弁7は燃料電池スタック4の上流側、つまりエア供給管6Aに配置することも可能であるが、上流に配置するに場合にはエアの圧力を高めるための仕事量がエアポンプ8に要求されるため、好ましくは図示するように燃料電池スタック4の下流側に配置する。

【0023】

燃料電池スタック4は、上記のようにアノードに水素が供給されカソードにエアが供給されることで、両触媒電極で電気化学反応が起こり、起電力が発生する仕組みになっている。また、その際、図示しない冷却水ポンプから燃料電池スタック4の冷却水流路に冷却水が供給されることで、反応熱による温度上昇が抑制され、燃料電池スタック4の温度は所望の作動温度に保たれるようになっている。

【0024】

また、電気自動車2には、燃料電池システム全体を統合制御する制御装置としてECU(Electronic Control Unit)10が搭載されている。本燃料電池システムでは、このECU10による燃料電池システムの制御、特に、エアポンプ8の制御に特徴がある。以下、詳細に説明する。

【0025】

ECU10はバッテリ18からの電力の供給を受けて動作する。このため、燃料電池スタック4が発電していない燃料電池システムの停止時にも機能することができる。電気自動車2の運転停止に伴い、例えば、車室内の運転スイッチ20がオフされることで、エアポンプ8等の動作が停止し燃料電池スタック4の発電は停止する。従来の燃料電池システムであれば、再び運転スイッチ20がオンにされるまで燃料電池システムは機能を停止したままであり、エアポンプ8も作動しない。しかし、本燃料電池システムでは、以下に説明する一定の条件が成立した場合には、まず、ECU10が起動し、次に、ECU10はバッテリ18からエアポンプ8に電力を供給してエアポンプ8を作動させるようになっている。

【0026】

ECU10には水素センサ12が接続されている。水素センサ12は周囲の水素濃度を検出し、水素濃度に応じた信号を出力するガスセンサであるが、本実施形態では、ECU10を起動させる起動手段としても機能している。具体的には、運転スイッチ20がオフされると、バッテリ18からECU10への通電が停止されECU10はオフされるが、水素センサ12は運転スイッチ20のオフ後もバッテリ18からの電力供給によって動作している。ただし、水素センサ12は常時動作するのではなく、バッテリ18の電力消費を抑えるために所定の周期で間欠的に動作するように設定されている。水素センサ12は、検出した水素濃度が所定濃度(第1所定濃度)を上回ったときに、ECU10にトリガ信号を出力するようになっている。水素センサ12はECU10の起動スイッチに接続されており、水素センサ12からトリガ信号が入力されることで起動スイッチがオンになり、バッテリ18からの通電によってECU10は起動する。

【0027】

水素濃度の上昇は、図1に示すように電気自動車2が車庫30のような閉鎖空間に置かれている状況において、燃料電池システムの何れかの部位から水素が漏れた場合に起こり得る。したがって、水素センサ12からECU10へのトリガ信号の入力は、燃料電池システムからの水素漏れが検知されたことを意味する。車庫30のような閉鎖空間で水素が漏れると空間全体に水素が充満することになり好ましくない。

【0028】

そこで、ECU10は、水素センサ12からのトリガ信号の入力による起動後、バッテリ18からエアポンプ8に電力を供給し、エアポンプ8を作動させる。ただし、作動させるのはエアポンプ8のみであり、燃料電池システム全体は作動させない。また、調圧弁7はシステムの通常運転時にはその運転状態に応じた開度に制御されるが、システムの停止時には全開状態にされている。このため、ここでは調圧弁7は全開状態になっており、エアポンプ8は少ない仕事量でエアを取り込み燃料電池スタック4に供給することができる。

10

【0029】

エアポンプ8が作動することで開口部6aからエア供給管6Aに車庫30内のエアが取り込まれるが、同時に車庫30内のエア中に拡散している水素もエア供給管6Aに取り込まれる。エア供給管6Aに取り込まれた水素は、エアとともに燃料電池スタック4のカソードに供給される。カソードには白金等の触媒が担持させられているため、カソードガス流路を流通している間にエア中の水素は酸素と反応して酸化され、水に変換される。生成された水はエアの圧力によって排出管6Bに流れ、その開口部6bから外部へ排出される。

20

【0030】

車庫30内のエアとともにエア供給管6Aに取り込まれた水素がカソードで酸化されて水に変換されることで、エアポンプ8の作動後、車庫30内の水素濃度は次第に低下していく。水素濃度の低下は水素センサ12によって検出され、やがて水素濃度が所定濃度(第2所定濃度:第2所定濃度<第1所定濃度)を下回った時点でECU10はエアポンプ8を停止させる。エアポンプ8の流量が $4\text{ m}^3/\text{min}$ 程度である場合、一般的な小型の車庫30(40 m^3 程度の容積)であれば、10分程度で車庫30内のエア全体を処理することができる。

30

【0031】

エアポンプ8の停止後も水素の漏れが続いている場合には、車庫30内の水素濃度は再び上昇していくが、その時には再び上記の制御手順によってエアポンプ8が作動させられ、漏れ水素の処理が行われる。なお、電気自動車2が運転中であり燃料電池スタック4の発電が行われている状況では、エアポンプ8が作動してカソードに車庫30内のエアが取り込まれているので、上記の制御を行わずとも車庫30内の漏れ水素の処理はおのずと行われている。したがって、上記の制御が必要になるのは、あくまでも車庫30のような閉鎖空間内に電気自動車2が運転停止状態で置かれている状況である。

30

【0032】

本燃料電池システムによれば、万が一、車庫30のような閉鎖空間内において運転停止中の電気自動車2から水素が漏れたとしても、漏れた水素は車庫30内のエアと一緒にエアポンプ8によって取り込まれ、カソードの触媒の作用により酸化されて水に変換されるので、車庫30内の水素濃度の上昇は抑制される。また、その効果は水素がシステム内のどの部位から漏れたかにかかわらず得られるものである。さらに、本燃料電池システムは、水素センサ12の設置とECU10の制御プログラムの変更で実現することができ、新たに水素を処理するための構成を設ける必要がないという利点もある。

40

【0033】

実施の形態2.

次に、図2を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

上述の実施の形態1では、水素が漏れる閉鎖空間として電気自動車2の置かれている車

50

庫 30 を想定しているが、本発明は燃料電池スタック 4 からその収納ケース内に漏れた水素の処理にも適用可能である。図 2 は、本発明の実施の形態 2 としての燃料電池システムの概略構成図である。図 2 中、実施の形態 1 と同一の部位については同一の符号を付している。

【 0 0 3 4 】

図 2 に示すように、燃料電池スタック 4 は収納ケース 24 内に設置されている。収納ケース 24 の最上部には換気用の換気孔 26 が形成され、換気孔 26 は水は透過しないが気などの気体は透過する気体透過膜 28 により密封されている。収納ケース 24 にはエア供給管 16 が接続され、エア供給枝管 16 の開口部 16a が収納ケース 24 内に配置されている。エア供給枝管 16 は、エアポンプ 8 の上流側にて切換弁 22 を介してエア供給管 6A に接続されている。また、収納ケース 24 内には水素センサ 32 が配置されている。

【 0 0 3 5 】

エアポンプ 8 の作動 / 停止制御と切換弁 22 の切換制御は、ECU 10 にて行われる。ECU 10 は水素センサ 32 からの出力信号に基づいてこれらの制御を行う。具体的には、燃料電池システムの停止中、水素センサ 32 によって水素濃度の上昇が検出されたときには、まず、ECU 10 が起動し、切換弁 22 を作動させてエアポンプ 8 にエア供給管 16 を接続するとともに、実施の形態 1 と同様、バッテリ 18 からエアポンプ 8 に電力を供給してエアポンプ 8 を作動させる。エアポンプ 8 が作動することで開口部 16a からエア供給管 16 に収納ケース 24 内のエアが取り込まれる。なお、収納ケース 24 には気体分離膜 28 が設けられているので、収納ケース 24 内外の差圧に応じてエアが気体分離膜 28 を透過することで、収納ケース 24 内の空気量が減少した分、収納ケース 24 外から収納ケース 24 内にエアが補充される。

【 0 0 3 6 】

水素センサ 32 は収納ケース 24 内に配置されているので、水素センサ 32 の出力値の上昇は収納ケース 24 内における水素濃度が上昇したこと、すなわち、燃料電池スタック 4 から水素が漏れていることを意味する。燃料電池スタック 4 から漏れた水素は収納ケース 24 内のエア中に拡散するが、エア供給管 16 に収納ケース 24 内のエアが取り込まれることで、同時に収納ケース 24 内のエア中に拡散している水素もエア供給管 16 に取り込まれる。エア供給管 16 に取り込まれた水素は、エアとともに燃料電池スタック 4 のカソードに供給され、触媒の作用によって酸化されて水に変換される。

【 0 0 3 7 】

このように本燃料電池システムによれば、万が一燃料電池スタック 4 から水素が漏れたとしても、漏れた水素は収納ケース 24 内のエアと一緒にエアポンプ 8 によって取り込まれ、カソードの触媒の作用により酸化されて水に変換されるので、収納ケース 24 内の水素濃度の上昇は抑制される。その結果、収納ケース 24 内外での水素分圧の差圧の拡大を抑制して、気体分離膜 28 を介しての収納ケース 24 内から外部への水素の漏れを抑えることができる。燃料電池システムにおいて水素が漏れる可能性が比較的高いのは燃料電池スタック 4 であるが、本燃料電池システムの構成を探ることで外部に水素が漏れる可能性を低減することができる。さらに、実施の形態 1 の構成と併用することで、車庫 30 のような閉鎖空間内での水素濃度の上昇をより効果的に抑制することが可能になる

【 0 0 3 8 】

その他。

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、次のように変形して実施してもよい。

【 0 0 3 9 】

上述実施の形態では、水素濃度の上昇が検出されたときにエアポンプ 8 のみを作動させているが、エアポンプ 8 とともに冷却水ポンプも作動させるようにしてもよい。冷却水ポンプの駆動用電力はバッテリ 18 から供給する。冷却水ポンプを作動させることで燃料電池スタック 4 の冷却水流路に冷却水が供給されるので、カソードでの発熱反応による触媒

10

20

30

40

50

の温度上昇が抑えられ、温度上昇に伴う触媒の劣化が防止される。

【0040】

また、水素濃度の上昇が検出されたときに燃料電池システム全体を作動させるようにしてもよい。つまり、エアポンプ8や冷却水ポンプを作動させるとともに水素容器14からの水素供給も行い、燃料電池スタック4を機能させて発電を行う。そして、発電で得られた電力をエアポンプ8や冷却水ポンプに供給する。これによれば、バッテリ18の充電量の低下を防止することができる。また、バッテリ18の充電量を検出して、バッテリ18の充電量が所定値以上のときにはバッテリ18から電力供給を行い、バッテリ18の充電量が所定値以下になったときに燃料電池システム全体を作動させるようにしてもよい。ただし、燃料電池システム全体を作動させる場合には、調圧弁7の開度は通常運転時の開度よりも大きい開度、望ましくは全開状態にする。調圧弁7の開度を通常運転時の開度よりも大きくすることで、エアポンプ8の仕事量を軽減して省エネルギー化を図ることができる。

【0041】

また、上述の実施の形態では、水素の漏れを水素濃度センサによって検知しているが、その他の手段によっても水素の漏れを検知することができる。例えば、水素容器からの水素漏れの可能性が比較的高いならば、圧力センサにより水素容器内の圧力を測定することで、水素容器内の圧力の低下から水素容器内のガス量の低下、すなわち水素の漏れを検知することができる。この場合、温度センサにより水素容器内のガス温度も測定し、ガス温度によって水素容器内のガス量を補正すれば、より正確に水素の漏れを検知することができる。

【0042】

さらに、上述の実施の形態では、水素濃度を検出して水素濃度が上昇したときにエアポンプ8を作動させているが、電気自動車2の運転停止中、水素濃度の上昇にかかわらずエアポンプ8を作動させるようにしてもよい。例えば、運転スイッチ20のオフ後、所定の周期で所定時間エアポンプ8を作動させるようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施の形態1としての燃料電池システムの概略構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態2としての燃料電池システムの要部の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

【0044】

2 電気自動車

4 燃料電池スタック

6A エア供給管

6B エア排出管

7 調圧弁

8 エアポンプ

10 ECU

12 水素センサ

14 水素容器

16 エア供給管

18 バッテリ

20 運転スイッチ

22 切換弁

24 収納ケース

28 気体分離膜

30 車庫

32 水素センサ

10

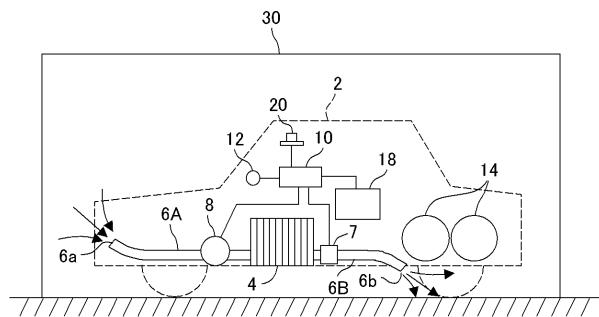
20

30

40

50

【図1】



【図2】

