

(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2016-4643
(P2016-4643A)

(43) 公開日 平成28年1月12日 (2016.1.12)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

HO 1 M 8/04186 (2016.01)

HO 1 M 8/04 (2016.01)

HO 1 M 8/04

L

N

5 H 1 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-123071 (P2014-123071)	(71) 出願人	000002967
(22) 出願日	平成26年6月16日 (2014.6.16)		ダイハツ工業株式会社
			大阪府池田市ダイハツ町1番1号
		(74) 代理人	100103517
			弁理士 岡本 寛之
		(74) 代理人	100149607
			弁理士 宇田 新一
		(72) 発明者	繁 綾子
			滋賀県蒲生郡竜王町大字山之上3000番
			地 ダイハツ工業株式会社 滋賀テクニカ
			ルセンター内
		F ターム (参考)	5H127 AA08 AB04 AB29 AC04 AC05
			BA01 BA21 BA28 BA31 BA33
			BA57 BA59 BB02 BB12 BB37
			BB39

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 反応生成物の外部への排出を抑制するとともに、排出液から反応生成物を効率よく分離し、発電効率の低下、および、燃料電池の損傷を抑制することができる燃料電池システムを提供すること。

【解決手段】 燃料電池システム2が、電解質層8と、電解質層8を挟んで対向配置されるアノード電極11およびカソード電極16とを備える燃料電池3と、燃料電池3に対して液体燃料を供給する燃料供給ライン30と、燃料電池3に供給された液体燃料の反応生成物および反応生成水を含む排出液を排出する燃料排出ライン31と、燃料電池3に対して空気を供給する空気供給ライン41と、燃料排出ライン31に介在され、排出液から、反応生成物の少なくとも一部を含む水分を分離するための水分分離装置45と、水分分離装置45により分離された水分から、反応生成物を分離するための生成物分離装置55とを備える。

【選択図】 図1

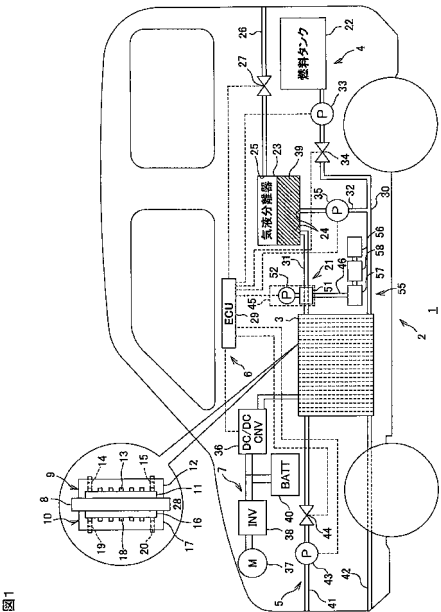


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質層と、前記電解質層を挟んで対向配置される燃料側電極および酸素側電極とを備える燃料電池と、

前記燃料電池に対して液体燃料を供給する燃料供給経路と、

前記燃料電池に供給された液体燃料の反応生成物および反応生成水を含む排出液を排出する燃料排出経路と、

前記燃料電池に対して空気を供給する空気供給経路と、

前記燃料排出経路に介在され、前記排出液から、反応生成物の少なくとも一部を含む水分を分離するための水分離手段と、

前記水分離手段により分離された水分から、反応生成物を分離するための生成物分離手段と

を備えることを特徴とする、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、液体燃料と接触して発電する単位セルを複数備える燃料電池を備える燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液体燃料を使用する燃料電池システムとして、例えば、直接メタノール形燃料電池、直接ジメチルエーテル形燃料電池、ヒドラジン形燃料電池などを備えた燃料電池システムが知られている。

【0003】

液体燃料形燃料電池は、水素ガスを生成するための改質器を必要としないので、システムとしての構造の簡略化が期待されている。

【0004】

液体燃料形燃料電池が備えられる燃料電池システムは、通常、電解質膜、燃料側電極および酸素側電極が圧着されて得られる膜・電極接合体(MEA)を有する単位セルが複数積層されることによって形成されている燃料電池と、燃料電池に液体燃料を供給するための燃料供給手段と、燃料電池に空気を供給するための空気供給手段とを備えている。

【0005】

このようなシステムでは、燃料電池のアノードに液体燃料が供給されるとともに、燃料電池のカソードに空気が供給されることによって、電気化学反応が生じ、起電力が発生する。

【0006】

このような燃料電池システムとして、より具体的には、例えば、電解質層、電解質層の一方側に配置され、液体燃料としてヒドラジンなどが供給されるアノード、および、電解質層の他方側に配置され、空気が供給されるカソードを備える燃料電池と、アノードにヒドラジン類を供給する燃料給排部と、カソードに空気を供給する空気給排部とを備える燃料電池システムが、提案されている(例えば、特許文献1参照。)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-134981号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載の燃料電池システムでは、電気化学反応によって、ヒドラジン(N_2H_4)が消費され、起電力が発生するとともに、 N_2 (反応生成物)と H_2O (反応生成

10

20

30

40

50

水)とが生じる。また、燃料であるヒドラジン(N_2H_4)が副反応を惹起し、反応生成物としてアンモニア(NH_3)が生じ、排出液中に混入される場合がある。

【0009】

このような反応生成物は、燃料電池からの排出液に含有された状態で排出され、気液分離器などによってガスとして分離され、燃料電池システムから排出される。このような場合に、例えば、アンモニアなどがガスとして外部へ排出されると、環境負荷を生じる場合がある。

【0010】

また、例えば、アンモニアは水溶性であるため、ガスとして分離されず、水分に溶存された状態で、排出液中に残存する場合がある。そして、アンモニアなどの反応生成物が排出液中に混入されると、排出液中の液体燃料(未反応の液体燃料)や反応生成水を再利用する場合に、反応効率の低下や、燃料電池の損傷などを惹起する場合がある。

10

【0011】

そこで、本発明の目的は、反応生成物の外部への排出を抑制するとともに、排出液から反応生成物を効率よく分離し、発電効率の低下、および、燃料電池の損傷を抑制することができる燃料電池システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するために、本発明の燃料電池システムは、電解質層と、前記電解質層を挟んで対向配置される燃料側電極および酸素側電極とを備える燃料電池と、前記燃料電池に対して液体燃料を供給する燃料供給経路と、前記燃料電池に供給された液体燃料の反応生成物および反応生成水を含む排出液を排出する燃料排出経路と、前記燃料電池に対して空気を供給する空気供給経路と、前記燃料排出経路に介在され、前記排出液から、反応生成物の少なくとも一部を含む水分を分離するための水分離手段と、前記水分離手段により分離された水分から、反応生成物を分離するための生成物分離手段とを備えることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0013】

本発明の燃料電池システムによれば、水分離手段により水分が分離され、その分離された水分から反応生成物が生成物分離手段において分離されるため、反応生成物が外部へ排出されることを抑制することができる。

30

【0014】

また、本発明の燃料電池システムによれば、排出液から反応生成物が分離されるため、排出液中の液体燃料や反応生成水が再利用される場合にも、反応効率の低下や、燃料電池の損傷などを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る燃料電池システムを搭載した電動車両の概略構成図である。

【図2】図2は、図1に示す燃料電池システムに搭載される水分離装置を示す概略構成図である。

40

【図3】図3は、図2に示す膜ユニットの径方向に沿う概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

1. 燃料電池システムの全体構成

図1において、電動車両1は、燃料電池およびバッテリーを選択的に動力源とするハイブリッド車両であって、燃料電池システム2を搭載している。

【0017】

燃料電池システム2は、燃料電池3と、燃料給排部4と、空気給排部5と、水回収部21と、制御部6と、動力部7とを備えている。

50

(1) 燃料電池

燃料電池 3 は、液体燃料が直接供給および排出される、例えば、アニオン交換型燃料電池またはカチオン交換型燃料電池であって、電動車両 1 の中央下側に配置されている。

【 0 0 1 8 】

燃料電池 3 に供給され、また、燃料電池 3 から排出される液体燃料としては、例えば、ヒドラジン（例えば、無水ヒドラジンや、ヒドラジン 1 水和物などの水加ヒドラジンなどを含む）が用いられる。

【 0 0 1 9 】

なお、以下において、燃料電池 3 に供給される液体燃料を供給液、一方、燃料電池 3 から排出される液体燃料を排出液として、それぞれ区別する。

【 0 0 2 0 】

なお、排出液は、未反応の液体燃料の他、燃料電池 3 における液体燃料の反応生成物および反応生成水を含んでいる。反応生成物は、用いられる液体燃料の種類により異なる。例えば、液体燃料としてヒドラジンが用いられる場合には、窒素（ N_2 ）やアンモニア（ NH_3 ）などが反応生成物として排出液に含有される。

【 0 0 2 1 】

燃料電池 3 は、電解質層 8 と、電解質層 8 の一方側に配置されたアノード 9 と、電解質層 8 の他方側に配置されたカソード 10 とを有する単位セル 28（燃料電池セル）が、セパレータ（図示せず）を介して複数積層されたスタック構造に形成されている。つまり、電解質層 8 を介してアノード 9 およびカソード 10 が対向配置されてなる単位セル 28 が複数積層されている。なお、図 1 では、積層される複数の単位セル 28 のうち、電動車両 1 の前後方向途中に配置される単位セル 28 だけを拡大して表わし、その他の単位セル 28 については簡略化して記載している。

【 0 0 2 2 】

電解質層 8 は、例えば、アニオン成分またはカチオン成分が移動可能な層であり、アニオン交換膜またはカチオン交換膜を用いて形成されている。

【 0 0 2 3 】

アノード 9 は、燃料側電極としてのアノード電極 11 と、アノード電極 11 に液体燃料（供給液）を供給するための燃料供給部材 12 とを有している。

【 0 0 2 4 】

アノード電極 11 は、電解質層 8 の一方面に形成されている。アノード電極 11 の電極材料としては、例えば、触媒が担持された多孔質担体（触媒担持多孔質担体）などが挙げられる。

【 0 0 2 5 】

燃料供給部材 12 は、セパレータとしても兼用され、ガス不透過性の導電性部材からなる。燃料供給部材 12 には、その表面から凹む葛折状の溝が形成されている。そして、燃料供給部材 12 は、溝の形成された表面がアノード電極 11 に対向接触されている。これにより、アノード電極 11 の一方面と燃料供給部材 12 の他方面（溝の形成された表面）との間には、アノード電極 11 全体に液体燃料（供給液）を接触させるための燃料供給路 13 が形成される。

【 0 0 2 6 】

燃料供給路 13 には、液体燃料（供給液）をアノード 9 内に流入させるための燃料供給口 15 が一端側（下側）に形成され、液体燃料（排出液）をアノード 9 から排出するための燃料排出口 14 が他端側（上側）に形成されている。

【 0 0 2 7 】

カソード 10 は、酸素側電極としてのカソード電極 16 と、カソード電極 16 に空気（酸素）を供給するための空気供給部材 17 とを有している。

【 0 0 2 8 】

カソード電極 16 は、電解質層 8 の他方面に形成されている。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

カソード電極 16 の電極材料としては、例えば、アノード電極 11 の電極材料として例示した、触媒担持多孔質担体などが挙げられる。

【0030】

空気供給部材 17 は、セパレータとしても兼用され、ガス不透過性の導電性部材からなる。空気供給部材 17 には、その表面から凹む葛折状の溝が形成されている。そして、空気供給部材 17 は、溝の形成された表面がカソード電極 16 に対向接触されている。これにより、カソード電極 16 の他方面と空気供給部材 17 の一方面（溝の形成された表面）との間には、カソード電極 16 全体に空気を接触させるための空気流路としての空気供給路 18 が形成される。

【0031】

空気供給路 18 には、空気をカソード 10 内に流入させるための空気供給口 19 が他端側（上側）に形成され、空気をカソード 10 から排出するための空気排出口 20 が一端側（下側）に形成されている。

【0032】

また、このような燃料電池 3 において、複数の単位セル 28 をそれぞれ区分する 1 つのセパレータは、上記燃料供給部材 12 および上記空気供給部材 17 を兼ね備える。換言すると、セパレータは、その一方側面において、燃料供給部材 12 として作用するとともに、他方側面において、空気供給部材 17 として作用する。

（2）燃料給排部

燃料給排部 4 は、液体燃料を貯蔵するための燃料タンク 22 と、燃料タンク 22 から燃料電池 3（具体的には、アノード 9 の燃料供給路 13）へ供給液を供給する燃料供給経路としての燃料供給ライン 30 と、燃料電池 3（具体的には、アノード 9 の燃料供給路 13）から排出液を排出する燃料排出経路としての燃料排出ライン 31 と、燃料排出ライン 31 から燃料供給ライン 30 へ排出液を輸送する還流ライン 32 とを備えている。

【0033】

なお、燃料供給ライン 30 と燃料排出ライン 31 との間には、燃料電池 3 が介在されており、また、燃料排出ライン 31 と還流ライン 32 との間には、気液分離器 23（後述）が介在されている。

【0034】

燃料タンク 22 は、燃料電池 3 よりも後方、電動車両 1 の後側に配置されている。燃料タンク 22 には、液体燃料として、例えば、上記したヒドラジンが貯蔵されている。

【0035】

燃料供給ライン 30 は、その上流側端部が、シール材（ガスケットなど）を介して、燃料タンク 22 に接続されるとともに、下流側端部が、シール材（ガスケットなど）を介して燃料電池 3（具体的には、アノード 9 の燃料供給路 13）に接続されている。

【0036】

また、燃料供給ライン 30 の流れ方向途中には、燃料供給ポンプ 33 および燃料供給弁 34 が設けられている。

【0037】

燃料供給ポンプ 33 としては、例えば、ロータリーポンプ、ギヤポンプなどの回転式ポンプ、ピストンポンプ、ダイヤフラムポンプなどの往復式ポンプなど、公知の送液ポンプが用いられる。燃料供給ポンプ 33 は、コントロールユニット 29（後述）に電氣的に接続されている（図 1 の破線参照）。これにより、コントロールユニット 29（後述）からの制御信号が、燃料供給ポンプ 33 に入力され、コントロールユニット 29（後述）が、燃料供給ポンプ 33 の駆動および停止を制御する。

【0038】

また、燃料供給弁 34 は、燃料供給ライン 30 を開閉するための弁であって、例えば、電磁弁など、公知の開閉弁が用いられる。また、燃料供給弁 34 は、コントロールユニット 29（後述）に電氣的に接続されている（図 1 の破線参照）。これにより、コントロールユニット 29（後述）からの制御信号が、燃料供給弁 34 に入力され、コントロールユ

10

20

30

40

50

ニット 29 (後述) が、燃料供給弁 34 の開閉を制御する。

【0039】

このような燃料供給ライン 30 により、燃料タンク 22 から、液体燃料 (供給液) が燃料電池 3 へ供給される。

【0040】

燃料排出ライン 31 は、その上流側端部が、シール材 (ガスケットなど) を介して、燃料電池 3 (具体的には、アノード 9 の燃料供給路 13) に接続されるとともに、下流側端部が、シール材 (ガスケットなど) を介して、気液分離器 23 に接続されている。

【0041】

このような燃料排出ライン 31 により、排出液が燃料電池 3 から排出され、気液分離器 23 に輸送される。

【0042】

気液分離器 23 は、例えば、中空の容器からなり、その下部には、気液分離器 23 の内外を流通させる底部流通口 24 が 2 つ形成されている。

【0043】

また、気液分離器 23 の上部には、気液分離器 23 の内外を流通させる上部流通口 25 が 1 つ形成されている。

【0044】

気液分離器 23 は、燃料電池 3 よりも電動車両 1 の前後方向後方、かつ、電動車両 1 の上下方向上方において、2 つの底部流通口 24 が、それぞれ、シール材 (ガスケットなど) を介して、燃料排出ライン 31 および還流ライン 32 (後述) に接続されている。

【0045】

上部流通口 25 には、気液分離器 23 で分離されたガス (気体) を排出するためのガス排出管 26 が接続されている。ガス排出管 26 は、シール材 (ガスケット) を介して上部流通口 25 に接続されている。また、ガス排出管 26 の途中には、ガス排出弁 27 が設けられており、下流側端部が大気中に開放されている。

【0046】

ガス排出弁 27 は、ガス排出管 26 を開放して気液分離器 23 内の圧力を開放するための弁であって、例えば、電磁弁など、公知の開閉弁が用いられる。ガス排出弁 27 は、コントロールユニット 29 (後述) に電氣的に接続されている (図 1 の破線参照)。これにより、コントロールユニット 29 (後述) からの制御信号がガス排出弁 27 に入力され、コントロールユニット 29 (後述) が、ガス排出弁 27 の開閉を制御する。

【0047】

還流ライン 32 は、その上流側端部が、シール材 (ガスケットなど) を介して、気液分離器 23 に接続されるとともに、下流側端部が、シール材 (ガスケットなど) を介して、燃料供給ライン 30 の流れ方向途中、詳しくは、燃料供給ポンプ 33 および燃料供給弁 34 よりも下流側に接続されている。

【0048】

また、還流ライン 32 の流れ方向途中には、燃料還流ポンプ 35 が介在されている。

【0049】

燃料還流ポンプ 35 としては、例えば、ロータリーポンプ、ギヤポンプなどの回転式ポンプ、ピストンポンプ、ダイヤフラムポンプなどの往復式ポンプなど、公知の送液ポンプが用いられる。燃料還流ポンプ 35 は、コントロールユニット 29 (後述) に電氣的に接続されている (図 1 の破線参照)。これにより、コントロールユニット 29 (後述) からの制御信号が、燃料還流ポンプ 35 に入力され、コントロールユニット 29 (後述) が、燃料還流ポンプ 35 の駆動および停止を制御する。

【0050】

これにより、燃料排出ライン 31 内を輸送される排出液が、気液分離器 23 および還流ライン 32 を介して、燃料供給ライン 30 に輸送される。そして、燃料タンク 22 から輸送された液体燃料 (1 次供給液) と混合され、濃度調整された後、供給液 (2 次供給液)

10

20

30

40

50

として、燃料電池 3 に戻ることにより、アノード 9 を循環するクローズドライン（閉流路）が形成される。

（３）空気給排部

空気給排部 5 は、燃料電池 3（カソード 10）に対して空気を供給する空気供給経路としての空気供給ライン 4 1 と、カソード 10 から排出される空気を外部に排出するための空気排出ライン 4 2 とを備えている。

【００５１】

空気供給ライン 4 1 は、その一端側（上流側）が大気中に開放され、他端側（下流側）が空気供給口 1 9 に接続されている。空気供給ライン 4 1 の途中には、空気供給ポンプ 4 3 が介在されており、また、その下流側には、空気供給弁 4 4 が設けられている。

10

【００５２】

また、空気供給ポンプ 4 3 は、コントロールユニット 2 9（後述）に電氣的に接続されており、コントロールユニット 2 9（後述）からの制御信号が、空気供給ポンプ 4 3 に入力され、コントロールユニット 2 9（後述）が、空気供給ポンプ 4 3 の駆動および停止を制御する。

【００５３】

空気供給弁 4 4 は、空気供給ライン 4 1 を開閉するための弁であって、例えば、電磁弁など、公知の開閉弁が用いられる。

【００５４】

また、空気供給弁 4 4 は、それぞれ、コントロールユニット 2 9（後述）に電氣的に接続されており、コントロールユニット 2 9（後述）からの制御信号が、空気供給弁 4 4 に入力され、コントロールユニット 2 9（後述）が、空気供給弁 4 4 の開閉を制御する。

20

【００５５】

空気排出ライン 4 2 は、その一端側（上流側）が空気排出口 2 0 に接続され、他端側（下流側）がドレンとされる。

（４）水回収部

水回収部 2 1 は、燃料電池 3 において液体燃料の電気化学反応（後述）によって生じる水を回収するために設備されている。

【００５６】

具体的には、水回収部 2 1 は、反応生成物の少なくとも一部を含む水分を排出液から分離するための水分離手段としての水分離装置 4 5 と、水分離手段により分離された水分から反応生成物を分離するための生成物分離手段としての生成物分離装置 5 5 とを備えている。

30

【００５７】

水分離装置 4 5 は、燃料電池 3 から排出される排出液から、排出液に含まれる水分（反応生成物を含む）を分離するための装置であって、燃料電池 3 の液体燃料出口（燃料排出口 1 4）の近傍において、燃料排出ライン 3 1 に介在されている。

【００５８】

このような水分離装置 4 5 は、図 2 に示されるように、膜ユニット 5 3 と、膜ユニット 5 3 を収容する収容部 5 1 と、収容部 5 1 を掃気するための掃気ポンプ 5 2 とを備えている。

40

【００５９】

膜ユニット 5 3 は、図 3 に示されるように、ハニカムセラミック担体 6 0 と、ハニカムセラミック担体 6 0 に担持される水分離膜 4 7 とを備えている。

【００６０】

ハニカムセラミック担体 6 0 は、例えば、アルミナなどのセラミックからなる略円筒部材であって、その径方向内側には、略六角形の貫通孔（パス）5 4 が、複数形成されている。

【００６１】

各貫通孔（パス）5 4 は、ハニカムセラミック担体 6 0 の軸線方向を貫通する流体通路

50

として形成されており、その周壁面は、水分離膜 47 により被覆されている。

【0062】

水分離膜 47 は、排出液中に含まれる液体燃料の反応生成物や、未反応の液体燃料などを遮断する一方、反応生成水（水分）を透過させる膜であって、特に制限されないが、例えば、孔径が 1 nm 以下の炭素膜などが挙げられる。水分離膜 47 の孔径は、例えば、1 nm 以下、好ましくは、0.5 nm 以下であり、通常、0.3 nm 以上である。

【0063】

そして、このような膜ユニット 53 は、その長手方向が排出液の流れ方向に沿うように燃料排出ライン 31 に介在されている（図 2 参照）。これにより、膜ユニット 53 の貫通孔 54（水分離膜 47 により被覆された貫通孔 54）内に、排出液が通過可能とされ、水分離膜 47 の厚み方向一方側（貫通孔 54 の内側）に、排出液が接触可能とされている。また、水分離膜 47 の厚み方向他方側（貫通孔 54 の外側）には、ハニカムセラミック担体 60 が接触される。

10

【0064】

図 2 において、収容部 51 は、特に制限されず、公知の密閉容器からなる。

【0065】

掃気ポンプ 52 は、例えば、公知のエアコンプレッサーであって、コントロールユニット 29（後述）に電氣的に接続されている（図 1 の破線参照）。これにより、コントロールユニット 29（後述）からの制御信号が、掃気ポンプ 52 に入力され、コントロールユニット 29（後述）が、掃気ポンプ 52 の駆動および停止を制御する。

20

【0066】

そして、詳しくは後述するが、このような掃気ポンプ 52 によって膜ユニット 53 の径方向外側に空気を通過させることにより、排出液に含有される水分を水蒸気化して、膜ユニット 53 の径方向内側から外側に（水分離膜 47 の厚み方向一方側から他方側に）水蒸気を透過させ、膜ユニット 53 内を通過する排出液から水分を分離することができる（浸透気化法）。また、詳しくは後述するが、このようにして分離された水分には、反応生成物の少なくとも一部が溶存されている。

【0067】

生成物分離装置 55 は、水分離装置 45 により分離された水分から、反応生成物を分離するために設けられており、図 1 に示されるように、水分離ライン 46 および水貯留タンク 56 を備えている。

30

【0068】

水分離ライン 46 は、その上流側端部が、シール材（ガスケットなど）を介して、水分離装置 45（収容部 51）に接続されるとともに、下流側端部が、シール材（ガスケットなど）を介して水貯留タンク 56 に接続されている。

【0069】

水貯留タンク 56 は、公知の容器からなり、水分離装置 45 により分離された水分を貯留するために設けられている。

【0070】

また、水分離ライン 46 の流れ方向途中には、凝縮器 57 が介在されており、また、その下流側には、吸着装置 58 が設けられている。

40

【0071】

凝縮器 57 は、公知の容器からなり、排出液から水蒸気として分離された水分を、凝縮し、液体化するために設けられている。

【0072】

凝縮器 57 内は、常温常圧環境とされている。これにより、水分離装置 45 において水蒸気化された水分を、凝縮器 57 内において凝縮させることができる。

【0073】

また、図示しないが、凝縮器 57 には、掃気ポンプ 52 により掃気された空気を排出するための排出ラインが接続されている。これにより、掃気ポンプ 52 からの空気が排出さ

50

れる。

【 0 0 7 4 】

吸着装置 5 8 は、凝縮器 5 7 において凝縮された水分から、反応生成物を吸着除去するために設けられており、吸着材を備える容器として形成されている。

【 0 0 7 5 】

吸着材は、水分に含まれる反応生成物の種類に応じて適宜選択されるが、例えば、ゼオライト、陰イオン交換樹脂などのイオン交換器などが挙げられる。

(5) 制御部

制御部 6 は、コントロールユニット 2 9 を備えている。

【 0 0 7 6 】

コントロールユニット 2 9 は、電動車両 1 における電氣的な制御を実行するユニット (例えば、E C U : E l e c t r o n i c C o n t r o l U n i t) であり、C P U 、R O M および R A M などを用意するマイクロコンピュータから構成されている。

【 0 0 7 7 】

制御部 6 では、詳しくは後述するが、例えば、燃料供給ポンプ 3 3、燃料還流ポンプ 3 5、掃気ポンプ 5 2 などの駆動および停止や、燃料供給弁 3 4 やガス排出弁 2 7、空気供給弁 4 4 などの開閉などを、適宜制御する。

(6) 動力部

動力部 7 は、燃料電池 3 から出力される電氣エネルギーを電動車両 1 の駆動力として機械エネルギーに変換するためのモータ 3 7 と、モータ 3 7 に電氣的に接続されるインバータ 3 8 と、モータ 3 7 による回生エネルギーを蓄電するための動力用バッテリー 4 0 と、D C / D C コンバータ 3 6 とを用意している。

【 0 0 7 8 】

モータ 3 7 は、燃料電池 3 よりも前方、電動車両 1 の前側に配置されている。モータ 3 7 としては、例えば、三相誘導電動機、三相同期電動機など、公知の三相電動機が挙げられる。

【 0 0 7 9 】

インバータ 3 8 は、モータ 3 7 と燃料電池 3 との間に配置されている。インバータ 3 8 は、燃料電池 3 で発電された直流電力を交流電力に変換する装置であって、例えば、公知のインバータ回路が組み込まれた電力変換装置が挙げられる。また、インバータ 3 8 は、配線により、燃料電池 3 およびモータ 3 7 にそれぞれ電氣的に接続されている。

【 0 0 8 0 】

動力用バッテリー 4 0 としては、例えば、ニッケル水素電池や、リチウムイオン電池など、公知の二次電池が挙げられる。また、動力用バッテリー 4 0 は、インバータ 3 8 と燃料電池 3 との間の配線に接続され、これにより、燃料電池 3 からの電力を蓄電可能、かつ、モータ 3 7 に電力を供給可能とされている。

【 0 0 8 1 】

D C / D C コンバータ 3 6 は、動力用バッテリー 4 0 と燃料電池 3 との間に配置されている。D C / D C コンバータ 3 6 は、燃料電池 3 の出力電圧を昇降圧する機能を有し、燃料電池 3 の電力および動力用バッテリー 4 0 の入出力電力を調整する機能を有している。

【 0 0 8 2 】

そして、D C / D C コンバータ 3 6 は、コントロールユニット 2 9 と電氣的に接続されており (図 1 の破線参照)、これにより、コントロールユニット 2 9 から出力される出力制御信号の入力に応じて、燃料電池 3 の出力 (出力電圧) を制御する。

【 0 0 8 3 】

また、D C / D C コンバータ 3 6 は、配線により、燃料電池 3 および動力用バッテリー 4 0 にそれぞれ電氣的に接続されているとともに、配線の分岐により、インバータ 3 8 に電氣的に接続されている。

【 0 0 8 4 】

これにより、D C / D C コンバータ 3 6 からモータ 3 7 への電力は、インバータ 3 8 に

10

20

30

40

50

において直流電力から三相交流電力に変換され、三相交流電力としてモータ 37 に供給される。

2. 燃料電池システムによる発電

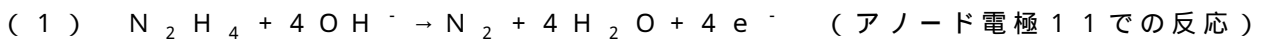
上記した燃料電池システム 2 では、コントロールユニット 29 の制御により、燃料供給弁 34 が開かれ、燃料供給ポンプ 33 および燃料還流ポンプ 35 が駆動されることにより、液体燃料が、燃料供給ライン 31 を介してアノード 9 に供給される。一方、空気供給弁 44 が開かれ、空気供給ポンプ 43 が駆動されることにより、空気が空気供給ライン 41 を介してカソード 10 に供給される。なお、燃料供給弁 34 は、液体燃料が所定量供給された後に閉じられる。

【0085】

アノード 9 では、液体燃料が、アノード電極 11 と接触しながら燃料供給路 13 を通過する。一方、カソード 10 では、空気が、カソード電極 16 と接触しながら空気供給路 18 を通過する。

【0086】

そして、各電極（アノード電極 11 およびカソード電極 16）において電気化学反応が生じ、起電力が発生する。例えば、液体燃料がヒドラジンである場合には、下記式（1）～（3）の通りとなる。



このようなアノード電極 11 およびカソード電極 16 での電気化学的反応が連続的に生じることによって、燃料電池 3 全体として、上記式（3）で表わされる反応が生じて、燃料電池 3 に起電力が発生する。

【0087】

そして、発生した起電力が、配線を介して、DC/DC コンバータ 36 に送電され、動力部 7 では、インバータ 38 およびモータ 37、および/または、動力用バッテリー 40 に送電される。そして、モータ 37 では、インバータ 38 により三相交流電力に変換された電気エネルギーが電動車両 1 の車輪を駆動させる機械エネルギーに変換される。一方、動力用バッテリー 40 では、その電力が充電される。

【0088】

また、燃料給排部 4 では、燃料還流ポンプ 35 および燃料供給ポンプ 33 の駆動力により、アノード 9 から排出される使用後および未反応の液体燃料（排出液）が、燃料排出ライン 31 を通過して上流側の底部流通口 24 から気液分離器 23 に流入する。気液分離器 23 では、水位が上部流通口 25 よりも下方位置に保持される液体燃料の液溜まり 39 が、気液分離器 23 の中空部分に生じるとともに、液溜まり 39 に含まれるガス（気体）が液溜まり 39 の上方空間へ分離される。その一方で、液溜まり 39 の一部が、下流側の底部流通口 24 から還流ライン 32 に流出する。

【0089】

還流ライン 32 に流出する液体燃料は、燃料供給ライン 30 の流れ方向途中部分において、燃料タンク 22 から供給される液体燃料と混合された後、再び燃料供給口 15 から燃料供給路 13 に流入する。

【0090】

このようにして、液体燃料が、クローズドライン（還流ライン 32、燃料供給ライン 30、燃料排出ライン 30、気液分離器 23 および燃料供給路 13）を循環する。なお、気液分離器 23 で分離された気体は、ガス排出弁 27 が開かれることにより、ガス排出管 26 を介して外部へ排出される。

3. 反応生成物の分離

上記した燃料電池システム 2 において、燃料電池 3 から排出される排出液は、未反応の液体燃料の他、燃料電池 3 における液体燃料の反応生成物および反応生成水を含んでいる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

反応生成物は、用いられる液体燃料の種類により異なるが、液体燃料としてヒドラジンが用いられる場合には、上記（１）～（３）で示したように、反応生成物として窒素（ N_2 ）が生じる。

【 0 0 9 2 】

また、液体燃料の種類によっては、上記式（１）～（３）で示されない副反応（例えば、液体燃料の分解反応など）が生じ、例えば、液体燃料としてヒドラジンが用いられる場合には、ヒドラジンが分解され、反応生成物としてアンモニア（ NH_3 ）が生じる場合がある。

【 0 0 9 3 】

このような反応生成物は、燃料電池３から排出液に含有された状態で排出され、上記したように気液分離器２３においてガスとして分離され、燃料電池システムから排出される。このような場合、例えば、アンモニアなどがガスとして排出されると、環境負荷を生じる場合がある。

【 0 0 9 4 】

また、例えば、アンモニアなどの水溶性の反応生成物は、ガスとして分離されず、水分に溶存された状態で、排出液中に残存する場合がある。そして、アンモニアなどの反応生成物が排出液中に混入されると、排出液中の液体燃料（未反応の液体燃料）や反応生成水を再利用する場合に、反応効率の低下や、燃料電池の損傷などを惹起する場合がある。

【 0 0 9 5 】

そこで、この燃料電池システム２では、まず、燃料電池３から排出される排出液から、反応生成物（アンモニアなど）を水分とともに除去する。

【 0 0 9 6 】

具体的には、この燃料電池システム２では、燃料電池３から燃料排出ライン３１に排出された排出液は、気液分離器２３に供給される前に、水分離装置４５に供給される。

【 0 0 9 7 】

水分離装置４５では、図２に示されるように、排出液が、膜ユニット５３の貫通孔５４に供給されるとともに、その膜ユニット５３の外側（収容部５１内）が、掃気ポンプ５２の駆動により掃気される。

【 0 0 9 8 】

このとき、図３に示されるように、各貫通孔５４の内面には、水分離膜４７が配置されている。また、厚み方向他方側（貫通孔５４外側）面には、ハニカムセラミック担体６０が接触されている。

【 0 0 9 9 】

そのため、排出液が貫通孔５４内を通過すると、水分離膜４７の厚み方向一方側（貫通孔５４内側）面には、排出液が接触される。また、膜ユニット５３の径方向外側（収容部５１内）が掃気ポンプ５２の駆動により掃気され、水蒸気圧が低下すると、排出液に含有される水分が水蒸気化され、その水蒸気が、膜ユニット５３の径方向内側から外側に透過される（図３矢印参照）。

【 0 1 0 0 】

より具体的には、掃気ポンプ５２の駆動により膜ユニット５３の外側（収容部５１）が掃気され、水蒸気圧が低下すると、膜ユニット５３の径方向内側における貫通孔５４ａでは、その貫通孔５４ａ内を流通する排出液から、水が水蒸気として分離され、水分離膜４７およびハニカムセラミック担体６０、さらに、隣接する貫通孔５４ｂの水分離膜４７を順次通過して、より径方向外側に隣接する貫通孔５４ｂ内に移動する。

【 0 1 0 1 】

また、貫通孔５４ｂでは、その貫通孔５４ｂ内を流通する排出液から、水が水蒸気として分離され、貫通孔５４ａから導入する水蒸気とともに、水分離膜４７およびハニカムセラミック担体６０、さらに、隣接する貫通孔５４ｃの水分離膜４７を順次通過して、より径方向外側に隣接する貫通孔５４ｃ内に移動する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 2 】

さらに、貫通孔 5 4 c では、その貫通孔 5 4 c 内を流通する排出液から、水が水蒸気として分離され、貫通孔 5 4 b から導入する水蒸気とともに、水分離膜 4 7 およびハニカムセラミック担体 6 0、さらに、隣接する貫通孔 5 4 d の水分離膜 4 7 を順次通過して、より径方向外側に隣接する貫通孔 5 4 d 内に移動する。

【 0 1 0 3 】

そして、膜ユニット 5 3 の最も径方向外側における貫通孔 5 4 d では、その内側を流通する排出液から、水が水蒸気として分離され、貫通孔 5 4 c から導入する水蒸気とともに、水分離膜 4 7 およびハニカムセラミック担体 6 0 を順次通過して、膜ユニット 5 3 の外側に移動する。

10

【 0 1 0 4 】

これにより、膜ユニット 5 3 の内側から外側に水分が移動し、排出液から水分が水蒸気として分離される（浸透気化法）。

【 0 1 0 5 】

このようにして水分が分離された排出液（すなわち、高濃度の液体燃料）は、図 1 に示すように、燃料排出ライン 3 1 を介して気液分離器 2 3 に供給され、上記したように、還流ライン 3 2 および燃料供給ライン 3 0 を介して、再び燃料電池 3 に供給される。

【 0 1 0 6 】

一方、分離された水分には、反応生成物（アンモニアなど）が溶存されている。そして、この燃料電池システム 2 では、分離された水分が、生成物分離装置 5 5 に供給される。

20

【 0 1 0 7 】

より具体的には、上記の方法により水蒸気として分離された水分は、まず、水分離ライン 4 6 を介して凝縮器 5 7 に供給され、凝縮されることにより、液体となる。次いで、得られた凝縮水が、吸着装置 5 8 に供給され、吸着材（ゼオライトなど）と接触される。これにより、凝縮水中に含まれる反応生成物（アンモニアなど）が、吸着除去される。その後、反応生成物（アンモニアなど）が除去された水分は、水貯留タンク 5 6 に貯留される。

【 0 1 0 8 】

なお、貯留された水は、例えば、液体燃料の希釈や、燃料電池 3 に供給される空気に加湿など、種々の用途において用いることができる。

30

4．作用効果

このような燃料電池システム 2 では、水分離装置 4 5 により水分が分離され、その分離された水分から反応生成物が生成物分離装置 5 5 において分離されるため、反応生成物が外部へ排出されることを抑制することができる。

【 0 1 0 9 】

また、このような燃料電池システム 2 では、排出液から反応生成物が分離されるため、排出液中の液体燃料や反応生成水が再利用される場合にも、反応効率の低下や、燃料電池の損傷などを抑制することができる。

【 0 1 1 0 】

なお、上記した実施形態では、水分離装置 4 5 として、水分離膜 4 7 および掃気ポンプ 5 2 を設けたが、例えば、減圧下で水分離膜 4 7 によって排出液から水を分離することもでき、また、例えば、公知の逆浸透膜などを水分離装置 4 5 として用い、排出液から水を分離することもできる。

40

【 0 1 1 1 】

また、上記した実施形態では、水分離膜 4 7 を略六角形状の貫通孔 5 4 を有するハニカムセラミック担体 6 0 に担持させることにより膜ユニット 5 3 を形成したが、貫通孔 5 4 の形状は、上記に限定されず、例えば、三角形、四角形、八角形などの多角形状であってもよく、また、円形状、楕円形状であってもよい。

【 0 1 1 2 】

また、ハニカムセラミック担体 6 0 を用いることなく、水分離膜 4 7 からなる中空系を

50

複数束ねることにより、膜ユニット 53 を形成することもでき、さらには、水分離膜 47 からなるチューブを膜ユニット 53 としてそのまま用いてもよい。

【符号の説明】

【0113】

- 1 電動車両
- 2 燃料電池システム
- 3 燃料電池
- 8 電解質層
- 11 アノード電極
- 16 カソード電極
- 30 燃料供給ライン
- 31 燃料排出ライン
- 41 空気供給ライン
- 45 水分離装置
- 46 水分離ライン

10

【図 1】

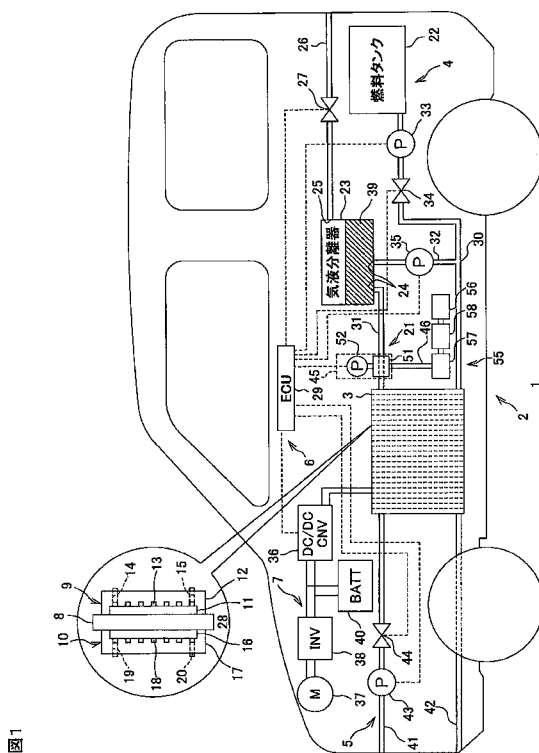


図1

【図 2】

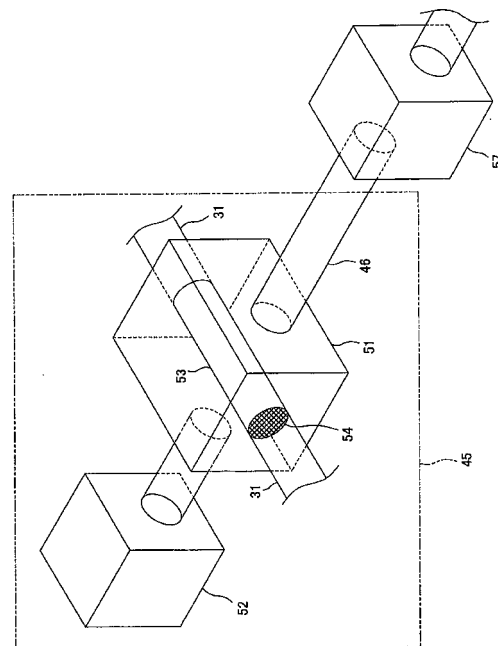


図2

【図 3】

図3

