

(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2017-103214

(P2017-103214A)

(43) 公開日 平成29年6月8日 (2017. 6. 8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/0662 (2016. 01)	HO 1 M 8/06 S	5 H O 2 6
HO 1 M 8/04 (2016. 01)	HO 1 M 8/04 J	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/10 (2016. 01)	HO 1 M 8/10	

審査請求 有 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-209354 (P2016-209354)	(71) 出願人	511095986
(22) 出願日	平成28年10月26日 (2016. 10. 26)		ジーエム・グローバル・テクノロジー・オペレーションズ・エルエルシー
(31) 優先権主張番号	62/246, 254		アメリカ合衆国ミシガン州48265-3000, デトロイト, ルネッサンス・センター 300
(32) 優先日	平成27年10月26日 (2015. 10. 26)	(74) 代理人	100140109
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小野 新次郎
(31) 優先権主張番号	15/286, 186	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成28年10月5日 (2016. 10. 5)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100101373
			弁理士 竹内 茂雄
		(74) 代理人	100118902
			弁理士 山本 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムのアノード／カソードループにおけるアニオン捕捉剤材料

(57) 【要約】

【課題】アニオン汚染物を除去するための部品を含む燃料電池システムを提供する。

【解決手段】燃料電池システムは、燃料電池スタックと、燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムと、燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムと、燃料ガス供給サブシステムおよび／または酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを含む。

【選択図】 図4

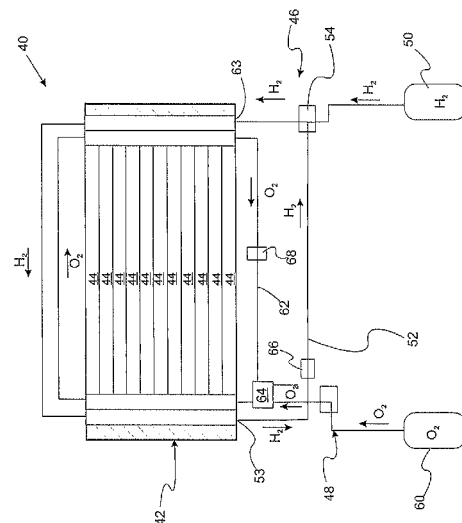


Fig. 4

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アニオン汚染物を除去する燃料電池システムであって、
燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに燃料ガスを提供する燃料ガス供給サブシステムと

、
前記燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに酸素含有ガスを提供する酸素含有ガス供給サブシステムと、

10

前記燃料ガス供給サブシステムおよび／または前記酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを備える、燃料電池システム。

【請求項 2】

前記アニオン捕捉サブシステムがアニオン交換樹脂またはアイオノマーを含む、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが水酸化物形態である、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが四級アンモニウム基を含む、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 5】

前記燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループをさらに備える、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記アニオン捕捉サブシステムがアノード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる、請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記酸素含有ガス供給サブシステムが、水がカソード排出部から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

30

【請求項 8】

アニオン捕捉サブシステムがカソード排出部と前記加湿器との間に位置付けられる、請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記燃料ガスが分子水素である、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記酸素含有ガスが分子酸素である、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 11】

前記アニオン捕捉サブシステムが、前記燃料ガスおよび／または酸素含有ガス中の前記アニオン汚染物の少なくとも 80 重量パーセントを除去する、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 12】

アニオン汚染物を除去する燃料電池システムであって、
燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに燃料ガスを提供し、前記燃料ガス供給サブシステムが、前記燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループを含む、燃料ガス供給サブシステムと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブ

50

システムであって、前記燃料電池アノードに酸素含有ガスを提供し、前記酸素含有ガス供給サブシステムが、水がカソード排出部から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む、酸素含有ガス供給サブシステムと、

アノード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる第1のアニオン捕捉サブシステムと、

カソード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる第2のアニオン捕捉サブシステムとを備える、燃料電池システム。

【請求項13】

前記第1のアニオン捕捉サブシステムおよび前記第2のアニオン捕捉サブシステムがアニオン交換樹脂またはアイオノマーを各々独立して含む、請求項12に記載の燃料電池システム。

10

【請求項14】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが水酸化物形態である、請求項13に記載の燃料電池システム。

【請求項15】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが四級アンモニウム基を含む、請求項13に記載の燃料電池システム。

【請求項16】

前記燃料ガスが分子水素である、請求項13に記載の燃料電池システム。

【請求項17】

前記酸素含有ガスが分子酸素である、請求項13に記載の燃料電池システム。

20

【請求項18】

前記第1のアニオン捕捉サブシステムおよび前記第2のアニオン捕捉サブシステムが、前記燃料ガスおよび／または酸素含有ガス中の前記アニオン汚染物の少なくとも80重量パーセントを各々独立して除去する、請求項13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】

関連出願の相互参照

[0001]本出願は、2015年10月26日出願の米国仮出願第62／246,254号の利益を請求し、その本開示がここで引用によってその全体として本明細書に援用される。

30

【0002】

[0002]少なくとも1つの実施形態において、本発明は、アニオン汚染に起因する燃料電池における回復電圧損失のための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

[0003]燃料電池は多くの用途で電源として使用される。特に、燃料電池は内燃機関に代わって自動車で使用するために提案される。一般に使用される燃料電池設計は、固体高分子電解質（「SPE」）膜またはプロトン交換膜（「PEM」）を使用して、アノードとカソードとの間のイオン輸送を提供する。

40

【0004】

[0004]プロトン交換膜型燃料電池において、水素が燃料としてアノードに供給され、そして酸素が酸化剤としてカソードに供給される。酸素は純粋形（ O_2 ）かまたは空気（ O_2 と N_2 の混合物）のいずれかであることができる。PEM燃料電池は、固体高分子膜が一方の面にアノード触媒および反対側の面にカソード触媒を有する膜電極接合体（「MEA」）を典型的に有する。典型的なPEM燃料電池のアノードおよびカソード層は、黒鉛織布、黒鉛化シートまたはカーボン紙などの多孔質導電材料で形成されて、燃料および酸化剤が、それぞれ燃料および酸化剤供給電極に面する膜の表面にわたって分散することを可能にする。各電極は、炭素粒子に担持される微細触媒粒子（たとえば、白金粒子）を有

50

して、アノードで水素の酸化およびカソードで酸素の還元を促進する。プロトンはアノードからイオン伝導性高分子膜を通してカソードに流動し、そこでそれらは酸素と結合して水を形成し、セルから排出される。MEAは一对の多孔質ガス拡散層（「GDL」）間にはさみ込まれ、それらは次いで一对の非多孔質導電要素または板間にはさみ込まれる。板はアノードおよびカソードのための集電体として機能し、かつそれぞれのアノードおよびカソード触媒の表面にわたって燃料電池のガス状反応物を分布させるための、そこに形成される適切な流路および開口を含む。効率的に電気を生成するために、PEM燃料電池の高分子電解質膜は、薄く、化学的に安定で、プロトン透過性で、非導電性で、かつガス不透過性でなければならない。典型的な用途において、燃料電池は、高レベルの電力を提供するために多くの個々の燃料電池スタックのアレイで設けられる。

10

【0005】

[0005]先行技術の燃料電池システムはかなり十分に機能するとはいえ、ペルフルオロスルホン酸（PFSA）型のPEM膜の化学劣化により硫酸塩が放出される可能性があることが知られている。加えて、空気からの SO_2 が水に溶解され、そして亜硫酸塩と硫酸塩に変化される可能性がある。セル電圧損失に対して強い相関を示した硫酸塩は、回復サイクルの間に生成水へ放出される。それらの硫酸塩はアノード／カソードループにおけるアニオン交換材料に結合されることになり、したがってセルに戻って再循環されて急速な電圧損失を引き起こすことはないだろう。現在、運転時回復手順が、可逆劣化損失の問題を解決する唯一の有効な方法である。しかしながら、電極汚染を引き起こす硫酸塩および他のアニオンは、回復サイクルの間に完全にはシステムから外へ除去されないことがある。

20

【0006】

[0006]したがって、アニオン汚染物からの燃料電池電圧損失を防止するための改善された方法およびシステムの必要がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

[0007]本発明は、少なくとも1つの実施形態において、アニオン汚染物を除去するための部品を含む燃料電池システムを提供することによって先行技術の1つまたは複数の問題を解決する。燃料電池システムは、燃料電池スタックと、燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムと、燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムと、燃料ガス供給サブシステムおよび／または酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを含む。燃料ガス供給サブシステムが燃料電池アノードに燃料を提供する一方、酸素含有ガス供給サブシステムは燃料電池アノードに酸素含有ガスを提供する。燃料電池スタックにおける燃料電池は膜劣化を介して硫酸塩を放出し、それはアノード／カソードループへ放出される可能性があり、かつセルに戻って再循環されてそれによってさらなる電圧損失を引き起こすことがある。有利には、アニオン捕捉サブシステムは、アノードまたはカソード再循環ループから硫酸塩および他の汚染物（たとえば塩化物）を除去する。

30

【0008】

[0008]別の実施形態において、アニオン汚染物を除去する燃料電池システムが提供される。燃料電池システムは、燃料電池スタックと、燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムと、燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムと、燃料ガス供給サブシステムと流体連通している第1のアニオン捕捉サブシステムと、酸素含有ガス供給サブシステムと流体連通している第2のアニオン捕捉サブシステムとを含む。燃料ガス供給サブシステムは燃料電池アノードに燃料を提供する。燃料ガス供給サブシステムはまた、燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループを含む。同様に、酸素含有ガス供給サブシステムは燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供する。酸素含有ガス供給サブシステムはまた、水が出口から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む。第1のアニオン捕捉サブシステムがアノ

40

50

ード排出部と燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる一方、第2のアニオン捕捉サブシステムはカソード排出部と燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】[0009]アノードおよび／またはカソード触媒層へ炭素担持触媒を組み込む燃料電池の概略横断面である。

【図2】[0010]回復可能な電圧損失と燃料電池カソード排出水中の硫酸塩濃度の相関を図示するプロットである。

【図3】[0011]セル電圧損失とBOP材料浸出指数の相関のプロットを提供する。

【図4】[0012]アニオン汚染物を除去する燃料電池システムの概略図を提供する。

10

【発明を実施するための形態】

【0010】

[0013]ここで、発明者が目下知っている本発明を実施する最良の形態を構成する本発明の目下好適な構成、実施形態および方法に詳細に参照がなされることになる。図は必ずしも一定の比率であるわけではない。しかしながら、開示される実施形態は単に、様々なかつ代替の形態で具体化されてもよい本発明の例示であることが理解されるべきである。したがって、本明細書に開示される具体的な詳細は、限定的とではなく、単に本発明の任意の態様のための代表的な基礎と、かつ／または当業者に本発明を様々な利用することを教示するための代表的な基礎と解釈されるべきである。

【0011】

20

[0014]例において、または別途明示される場合を除いて、物量または反応および／もしくはは使用の条件を示す本記載におけるすべての数量は、本発明の最も広い範囲を記載する際に単語「約」によって修飾されると理解されるべきである。規定される数値限度内での実施が一般に好適である。また、そうでない旨明示されない限り、パーセント、「の部」および比值は重量によっており、本発明に関連した所与の目的で適切または好適であるとの材料の群または種類の記載は、その群または種類の部材の任意の2つ以上の混合が等しく適切または好適であることを意味しており、化学用語での構成成分の記載は、その記載に明記される任意の化合物への追加の時点での構成成分を指すものであり、一旦混合されれば混合物の構成成分間の化学相互作用を必ずしも除外するわけではなく、頭字語または他の略語の最初の定義は、同じ略語の本明細書におけるすべてのその後の使用に適用され、かつ最初に定義した略語の通常の文法的変化に準用しており、さらに、そうでない旨明示されない限り、性質の測定値は、同じ性質に対してその前または後で言及されるのと同じ技法によって求められる。

30

【0012】

[0015]具体的な部品および／または条件がもちろん異なってもよいので、本発明は後述される具体的な実施形態および方法に限定されないことも理解されるべきである。さらにまた、本明細書で使用される術語は、本発明の特定の実施形態を記載する目的でのみ使用され、かついかなる形であれ限定的であるとは意図されない。

【0013】

[0016]用語「備えている」は、「含んでいる」、「有している」、「含有している」または「を特徴とする」と同義である。これらの用語は包括的かつオープンエンドであり、かつ追加の、列挙されていない要素または方法ステップを除外しない。

40

【0014】

[0017]句「から成っている」は、請求項に明記されていないいかなる要素、ステップまたは成分も除外する。この句が請求項の前文直後でなく、本体の節に現れるとき、それはその節に記載される要素のみを限定し、他の要素は請求項全体からは除外されない。

【0015】

[0018]句「本質的に～から成っている」は、請求項の範囲を明記される材料またはステップに加え、請求される主題の基本的かつ新規な特性に実質的に影響しないものに限定する。

50

【0016】

[0019]用語「備えている」、「から成っている」および「本質的に～から成っている」に関して、これらの3つの用語の1つが本明細書で使用される場合、本開示かつ請求される主題は、その他の2つの用語のいずれの使用も含むことができる。

【0017】

[0020]本明細書および添付の特許請求の範囲で使用される場合、単数形「ある1つの」および「その」は、文脈が別途明示しない限り、複数の指示物を含むことも留意されなければならない。たとえば、単数での部品への言及は、複数の部品を含むものと意図される。

【0018】

[0021]略語

[0022]「RT」は室温を意味する。

[0023]本出願の全体を通じて、公報が参照される場合、これらの公報の開示がそれらの全体としてここで引用によって本出願に援用され、本発明が属する現状技術をより完全に記載する。

【0019】

[0024]図1は、アニオン汚染物が除去される燃料電池システムに組み込まれることができる燃料電池の横断面図を提供する。PEM燃料電池10は、カソード電気触媒層14とアノード電気触媒層16との間に設置される高分子イオン伝導膜12を含む。燃料電池10は、ガス流路24および26を含む導電流場板20、22も含む。流場板20、22は双極板（例示される）か、または単極板（すなわち、端板）かである。改良において、流場板20、22は、金または白金などの貴金属で任意選択で被覆される金属板（たとえば、ステンレス鋼）から形成される。別の改良において、流場板20、22は、やはり貴金属で任意選択で被覆される伝導性高分子から形成される。ガス拡散層32および34がまた、流場板と触媒層との間に介在される。動作の間、水素が燃料としてアノード触媒層16に供給され、そして酸素が酸化剤としてカソード触媒層14に供給され、それによってそこでの電気化学工程の結果として電気を生成する。しかしながら、燃料電池動作の1つの複雑化は、硫酸塩を放出することがある高分子イオン伝導膜の劣化である。加えて、空気からの SO_2 が水に溶解され、そして亜硫酸塩と硫酸塩に変化される可能性がある。例として、表1は、最初の時間での燃料電池電圧（V1）および空気中のppbレベルの SO_2 への曝露後の後の時間での燃料電池電圧（V2）を図示する。この表は、 0.2 A/cm^2 で動作されているセルに対する周囲空気からの SO_2 の影響を図示する。

【0020】

【表1】

濃度 [ppb]	V1 [mV]	V2 [mV]	ΔV [mV]
0	800	789	11
50	792	773	19
200	790	765	25

【0021】

図2は、回復可能な電圧損失と燃料電池カソード排出水中の硫酸塩濃度の相関を図示するプロットを提供する。同様に、図3は、セル電圧損失とBOP材料浸出指数の相関のプロットを提供する。燃料電池性能に対する硫酸塩の有害な影響は明確には否定できない。

【0022】

[0025]図4を参照して、アニオン汚染物を除去する燃料電池システムの概略図が提供される。燃料電池システム40は、1つまたは複数の個々の燃料電池44を含む燃料電池スタック42を含む。改良において、燃料電池44は、図1に描かれる全般的な設計およびその関連した記載によるものである。1つの改良において、燃料電池スタック42は5か

10

20

30

40

50

ら 400 の燃料電池を含む。燃料電池システム 40 は、燃料電池スタック 42 における燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステム 46、および燃料電池スタック 42 における燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステム 48 も含む。

【0023】

[0026]さらに図 4 を参照すると、燃料ガス供給サブシステム 46 は、燃料電池スタック 42 に、特に燃料電池アノードに燃料含有ガスを提供する燃料源 50 を含む。典型的に、燃料は分子水素を含む。燃料は燃料電池スタックに入り、そして燃料電池アノード、特に燃料電池のアノード触媒層に接触する。いくつかの変形において、燃料ガス供給サブシステム 46 は、燃料がアノード排出部 53 から再循環されて燃料再結合ステーション 54 で新しい燃料と統合されるアノードループ 52 を含む。この状況において、アノードループ 52 は、再結合ステーション 54 から燃料電池スタックを通して、そして燃料再結合ステーション 54 に戻る全流動経路を含む。

10

【0024】

[0027]さらに図 4 を参照すると、酸素含有ガス供給サブシステム 48 は、燃料電池スタック 42 に酸素含有ガスを提供する酸素含有ガス源 60 を含む。典型的に、酸素含有ガスは分子酸素（たとえば、空気）を含む。酸素含有ガスは燃料電池スタックに入り、そして燃料電池カソード、特に燃料電池のカソード触媒層に接触する。いくつかの変形において、酸素含有ガス供給サブシステム 48 は、水が燃料電池カソードのカソード排出部 63 から加湿器 64 を介する引込み乾性カソード酸素含有供給ガス（たとえば、空気）に転送されるカソードループ 62 を含む。この状況において、カソードループ 62 は、加湿器 64 から燃料電池スタックを通して、そして加湿器 64 に戻る全流動経路を含む。

20

【0025】

[0028]さらに図 4 を参照すると、燃料電池システム 40 は、燃料ガス供給サブシステム 46 および／または酸素含有ガス供給サブシステム 48 と連通しているアニオン捕捉サブシステム 66 および／または 68 を含む。いくつかの変形において、燃料電池システム 40 は、アニオン捕捉サブシステム 66 および／または 68 の一方または両方を含む。アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、アノードまたはカソード再循環ループから硫酸塩および任意選択で他の汚染物を除去する。アニオン捕捉サブシステム 66 は、アノード排出部 53 と再結合ステーション 54 との間でアノード再循環ループ 52 に位置付けられる。同様に、アニオン捕捉サブシステム 68 は、カソード排出部 63 と加湿器 64 との間でカソードループ 62 に位置付けられる。加湿器 64 は、乾性引込み酸素含有ガスを加湿するために、そのガスに燃料電池の湿性出力カソードガスに形成される水を転送する。したがって、加湿器は、アニオン汚染物が燃料電池スタックのカソード出口から通じてカソード入口に戻るための経路を提供する。改良において、アニオン捕捉サブシステム 66 は、カソード出口と加湿器 64 との間に位置付けられ、それによって酸素含有ガスに戻って通じるアニオン汚染物の量を低減させる。改良において、アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の少なくとも 80 重量パーセントを各々独立して除去する。別の改良において、アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の少なくとも 90 重量パーセントを各々独立して除去する。さらに別の改良において、アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の 80～100 重量パーセントを各々独立して除去する。さらに別の改良において、アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の 90～98 重量パーセントを各々独立して除去する。これらの重量百分率に関して、重量パーセントは、捕捉サブシステムへ流動するガスの重量である。

30

40

【0026】

[0029]変形において、アニオン捕捉サブシステム 66 および 68 は、水酸化物（ OH^- ）形態でアニオン交換樹脂またはアイオノマー（共通の官能基：四級アンモニウム）を含む。樹脂は使用前にいかなる汚染も除去するために洗浄されることができることが認識さ

50

れるべきである。その上、樹脂は稼働中に再生または交換されることができる。

【0027】

[0030]表2および3は、水酸化物形態のAmberlyst（登録商標）A26であった試験アニオン交換樹脂に対する平衡状態での測定されたアニオン除去百分率を提供する。

【0028】

【表2】

	フッ化物 (mg/L)	硫酸塩 (mg/L)	フッ化物の除去 パーセント (%)	硫酸塩の除去 パーセント (%)
初期F/ SO ₄ 溶液	273.3	7.6		
RT 攪拌	199.4	0.0	27.1%	100.0%
RT 攪拌無	196.3	0.1	28.2%	98.9%
55°C 攪拌無	182.0	0.0	33.4%	100.0%
80°C 攪拌無	204.3	0.0	25.2%	100.0%

【0029】

【表3】

	フッ化物 (mg/L)	硫酸塩 (mg/L)	フッ化物の除去 パーセント (%)	硫酸塩の除去 パーセント (%)	分離係数 (α SO ₄ /F)
初期F/SO ₄ 溶液 # 1	1088.1	40.0			
RT	1077.9	24.6	0.94%	38.32%	65.7
55°C	1081.0	26.3	0.65%	34.12%	78.9
80°C	1079.1	25.0	0.83%	37.33%	71.4
初期F/SO ₄ 溶液 # 2	2278.3	81.9			
RT	2267.3	66.7	0.48%	18.51%	46.8
55°C	2264.4	67.2	0.61%	17.88%	35.5
80°C	2268.0	65.5	0.45%	20.07%	55.3

【0030】

溶液中のアニオンの過当競争があると、アニオン交換樹脂が硫酸塩に対する高い選択性を有することが観察される。その上、3日にわたる異なる温度条件下でアニオン除去能力に有意差は観察されなかった。

【0031】

[0031]例示的な実施形態が上記記載されるが、これらの実施形態が本発明のすべての可能な形態を記載するとは意図されない。むしろ、本明細書で使用される文言は限定よりむしろ説明の文言であり、そして本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく様々な変更がなされてもよいことが理解される。追加的に、様々な実装実施形態の特徴が組み合わされて本発明のさらなる実施形態を形成してもよい。

【符号の説明】

【0032】

10	PEM燃料電池	
12	高分子イオン伝導膜	10
14	カソード電気触媒層	
16	アノード電気触媒層	
20	導電流場板	
22	導電流場板	
24	ガス流路	
26	ガス流路	
32	ガス拡散層	
34	ガス拡散層	
40	燃料電池システム	
42	燃料電池スタック	20
44	燃料電池	
46	燃料ガス供給サブシステム	
48	酸素含有ガス供給サブシステム	
50	燃料源	
52	アノードループ、アノード再循環ループ	
53	アノード排出部	
54	燃料再結合ステーション	
60	酸素含有ガス源	
62	カソードループ	
63	カソード排出部	30
64	加湿器	
66	アニオン捕捉サブシステム	
68	アニオン捕捉サブシステム	

【図 1】

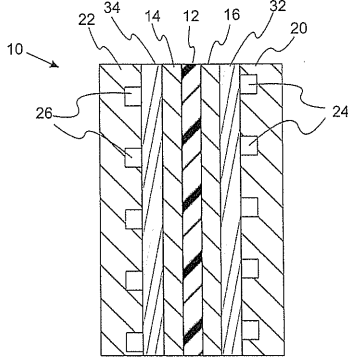
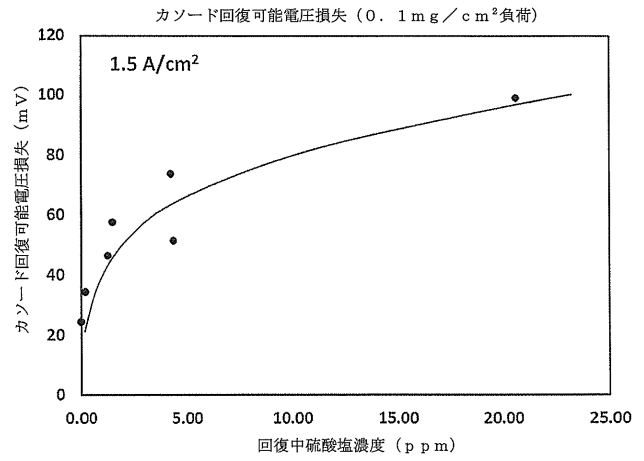
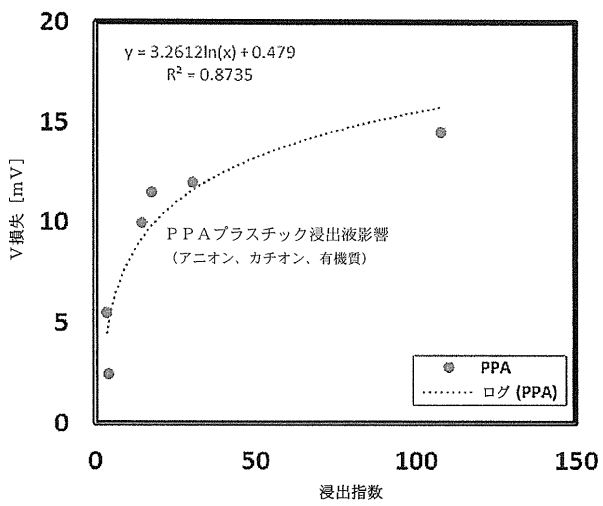


Fig. 1

【図 2】



【図 3】



【図 4】

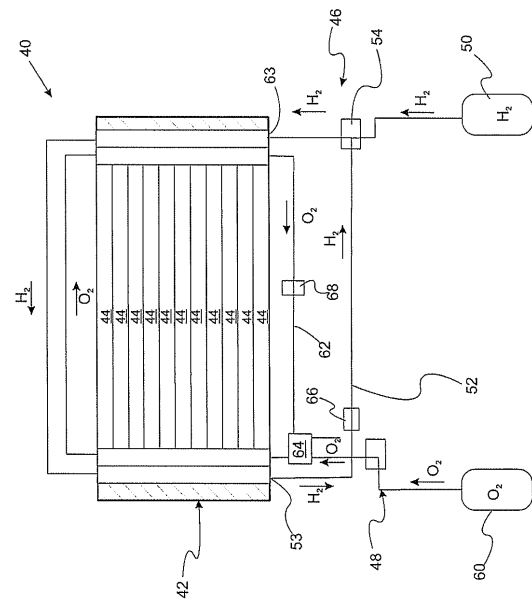


Fig. 4

【手続補正書】

【提出日】平成29年2月27日(2017.2.27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001]本出願は、2015年10月26日出願の米国仮出願第62／246，254号の利益を請求し、その本開示がここで引用によってその全体として本明細書に援用される。

【0002】

[0002]少なくとも1つの実施形態において、本発明は、アニオン汚染に起因する燃料電池における回復電圧損失のための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

[0003]燃料電池は多くの用途で電源として使用される。特に、燃料電池は内燃機関に代わって自動車で使用するために提案される。一般に使用される燃料電池設計は、固体高分子電解質（「SPE」）膜またはプロトン交換膜（「PEM」）を使用して、アノードとカソードとの間のイオン輸送を提供する。

【0004】

[0004]プロトン交換膜型燃料電池において、水素が燃料としてアノードに供給され、そして酸素が酸化剤としてカソードに供給される。酸素は純粋形（ O_2 ）かまたは空気（ O_2 と N_2 の混合物）のいずれかであることができる。PEM燃料電池は、固体高分子膜が一方の面にアノード触媒および反対側の面にカソード触媒を有する膜電極接合体（「MEA」）を典型的に有する。典型的なPEM燃料電池のアノードおよびカソード層は、黒鉛織布、黒鉛化シートまたはカーボン紙などの多孔質導電材料で形成されて、燃料および酸化剤が、それぞれ燃料および酸化剤供給電極に面する膜の表面にわたって分散することを可能にする。各電極は、炭素粒子に担持される微細触媒粒子（たとえば、白金粒子）を有して、アノードで水素の酸化およびカソードで酸素の還元を促進する。プロトンはアノードからイオン伝導性高分子膜を通してカソードに流動し、そこでそれらは酸素と結合して水を形成し、セルから排出される。MEAは一对の多孔質ガス拡散層（「GDL」）間にはさみ込まれ、それらは次いで一对の非多孔質導電要素または板間にはさみ込まれる。板はアノードおよびカソードのための集電体として機能し、かつそれぞれのアノードおよびカソード触媒の表面にわたって燃料電池のガス状反応物を分布させるための、そこに形成される適切な流路および開口を含む。効率的に電気を生成するために、PEM燃料電池の高分子電解質膜は、薄く、化学的に安定で、プロトン透過性で、非導電性で、かつガス不透過性でなければならない。典型的な用途において、燃料電池は、高レベルの電力を提供するために多くの個々の燃料電池スタックのアレイで設けられる。

【0005】

[0005]先行技術の燃料電池システムはかなり十分に機能するとはいえ、ペルフルオロスルホン酸（PFSA）型のPEM膜の化学劣化により硫酸塩が放出される可能性があることが知られている。加えて、空気からの SO_2 が水に溶解され、そして亜硫酸塩と硫酸塩に変化される可能性がある。セル電圧損失に対して強い相関を示した硫酸塩は、回復サイクルの間に生成水へ放出される。それらの硫酸塩はアノード／カソードループにおけるアニオン交換材料に結合されることになり、したがってセルに戻って再循環されて急速な電圧損失を引き起こすことはないだろう。現在、運転時回復手順が、可逆劣化損失の問題を

解決する唯一の有効な方法である。しかしながら、電極汚染を引き起こす硫酸塩および他のアニオンは、回復サイクルの間に完全にはシステムから外へ除去されないことがある。

【0006】

[0006]したがって、アニオン汚染物からの燃料電池電圧損失を防止するための改善された方法およびシステムの必要がある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0007】

[0007]本発明は、少なくとも1つの実施形態において、アニオン汚染物を除去するための部品を含む燃料電池システムを提供することによって先行技術の1つまたは複数の問題を解決する。燃料電池システムは、燃料電池スタックと、燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムと、燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムと、燃料ガス供給サブシステムおよび／または酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを含む。燃料ガス供給サブシステムが燃料電池アノードに燃料を提供する一方、酸素含有ガス供給サブシステムは燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供する。燃料電池スタックにおける燃料電池は膜劣化を介して硫酸塩を放出し、それはアノード／カソードループへ放出される可能性があり、かつセルに戻って再循環されてそれによってさらなる電圧損失を引き起こすことがある。有利には、アニオン捕捉サブシステムは、アノードまたはカソード再循環ループから硫酸塩および他の汚染物（たとえば塩化物）を除去する。

【0008】

[0008]別の実施形態において、アニオン汚染物を除去する燃料電池システムが提供される。燃料電池システムは、燃料電池スタックと、燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムと、燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムと、燃料ガス供給サブシステムと流体連通している第1のアニオン捕捉サブシステムと、酸素含有ガス供給サブシステムと流体連通している第2のアニオン捕捉サブシステムとを含む。燃料ガス供給サブシステムは燃料電池アノードに燃料を提供する。燃料ガス供給サブシステムはまた、燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループを含む。同様に、酸素含有ガス供給サブシステムは燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供する。酸素含有ガス供給サブシステムはまた、水が出口から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む。第1のアニオン捕捉サブシステムがアノード排出部と燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる一方、第2のアニオン捕捉サブシステムはカソード排出部と加湿器との間に位置付けられる。

【0009】

なお、本明細書には、少なくとも以下の態様が記載されている。

(態様1)

アニオン汚染物を除去する燃料電池システムであって、

燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに燃料ガスを提供する燃料ガス供給サブシステムと

、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供する酸素含有ガス供給サブシステムと、

前記燃料ガス供給サブシステムおよび／または前記酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを備える、燃料電池システム。

(態様2)

前記アニオン捕捉サブシステムがアニオン交換樹脂またはアイオノマーを含む、態様1に記載の燃料電池システム。

(態様 3)

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが水酸化物形態である、態様 2 に記載の燃料電池システム。

(態様 4)

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが四級アンモニウム基を含む、態様 2 に記載の燃料電池システム。

(態様 5)

前記燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループをさらに備える、態様 1 に記載の燃料電池システム。

(態様 6)

前記アニオン捕捉サブシステムがアノード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる、態様 5 に記載の燃料電池システム。

(態様 7)

前記酸素含有ガス供給サブシステムが、水がカソード排出部から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む、態様 1 に記載の燃料電池システム。

(態様 8)

アニオン捕捉サブシステムがカソード排出部と前記加湿器との間に位置付けられる、態様 7 に記載の燃料電池システム。

(態様 9)

前記燃料ガスが分子水素である、態様 1 に記載の燃料電池システム。

(態様 10)

前記酸素含有ガスが分子酸素である、態様 1 に記載の燃料電池システム。

(態様 11)

前記アニオン捕捉サブシステムが、前記燃料ガスおよび／または酸素含有ガス中の前記アニオン汚染物の少なくとも 80 重量パーセントを除去する、態様 1 に記載の燃料電池システム。

(態様 12)

アニオン汚染物を除去する燃料電池システムであって、
燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに燃料ガスを提供し、前記燃料ガス供給サブシステムが、前記燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループを含む、燃料ガス供給サブシステムと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供し、前記酸素含有ガス供給サブシステムが、水がカソード排出部から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む、酸素含有ガス供給サブシステムと、

アノード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる第 1 のアニオン捕捉サブシステムと、

カソード排出部と前記加湿器との間に位置付けられる第 2 のアニオン捕捉サブシステムとを備える、燃料電池システム。

(態様 13)

前記第 1 のアニオン捕捉サブシステムおよび前記第 2 のアニオン捕捉サブシステムがアニオン交換樹脂またはアイオノマーを各々独立して含む、態様 12 に記載の燃料電池システム。

(態様 14)

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが水酸化物形態である、態様 13 に記載の燃料電池システム。

(態様 15)

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが四級アンモニウム基を含む、態様 1 3 に記載の燃料電池システム。

(態様 1 6)

前記燃料ガスが分子水素である、態様 1 3 に記載の燃料電池システム。

(態様 1 7)

前記酸素含有ガスが分子酸素である、態様 1 3 に記載の燃料電池システム。

(態様 1 8)

前記第 1 のアニオン捕捉サブシステムおよび前記第 2 のアニオン捕捉サブシステムが、前記燃料ガスおよび／または酸素含有ガス中の前記アニオン汚染物の少なくとも 80 重量パーセントを各々独立して除去する、態様 1 3 に記載の燃料電池システム。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】[0009] アノードおよび／またはカソード触媒層へ炭素担持触媒を組み込む燃料電池の概略横断面である。

【図 2】[0010] 回復可能な電圧損失と燃料電池カソード排出水中の硫酸塩濃度の相関を図示するプロットである。

【図 3】[0011] セル電圧損失と BOP 材料浸出指数の相関のプロットを提供する。

【図 4】[0012] アニオン汚染物を除去する燃料電池システムの概略図を提供する。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[0013] ここで、発明者が目下知っている本発明を実施する最良の形態を構成する本発明の目下好適な構成、実施形態および方法に詳細に参照がなされることになる。図は必ずしも一定の比率であるわけではない。しかしながら、開示される実施形態は単に、様々なかつ代替の形態で具体化されてもよい本発明の例示であることが理解されるべきである。したがって、本明細書に開示される具体的な詳細は、限定的ではなく、単に本発明の任意の態様のための代表的な基礎と、かつ／または当業者に本発明を様々な利用することを教示するための代表的な基礎と解釈されるべきである。

【0012】

[0014] 例において、または別途明示される場合を除いて、物量または反応および／もしくはは使用の条件を示す本記載におけるすべての数量は、本発明の最も広い範囲を記載する際に単語「約」によって修飾されると理解されるべきである。規定される数値限度内での実施が一般に好適である。また、そうでない旨明示されない限り、パーセント、「の部」および比值は重量によっており、本発明に関連した所与の目的で適切または好適であるとの材料の群または種類の記載は、その群または種類の部材の任意の 2 つ以上の混合が等しく適切または好適であることを意味しており、化学用語での構成成分の記載は、その記載に明記される任意の化合物への追加の時点での構成成分を指すものであり、一旦混合されれば混合物の構成成分間の化学相互作用を必ずしも除外するわけではなく、頭字語または他の略語の最初の定義は、同じ略語の本明細書におけるすべてのその後の使用に適用され、かつ最初に定義した略語の通常的文法的変化に準用しており、さらに、そうでない旨明示されない限り、性質の測定値は、同じ性質に対してその前でまたは後で言及されるのと同じ技法によって求められる。

【0013】

[0015] 具体的な部品および／または条件がもちろん異なってもよいので、本発明は後述される具体的な実施形態および方法に限定されないことも理解されるべきである。さらにまた、本明細書で使用される術語は、本発明の特定の実施形態を記載する目的でのみ使用され、かつつかいかなる形であれ限定的であるとは意図されない。

【0014】

[0016] 用語「備えている」は、「含んでいる」、「有している」、「含有している」または「を特徴とする」と同義である。これらの用語は包括的かつオープンエンドであり、かつ追加の、列挙されていない要素または方法ステップを除外しない。

【 0 0 1 5 】

[0017] 句「から成っている」は、請求項に明記されていないいかなる要素、ステップまたは成分も除外する。この句が請求項の前文直後でなく、本体の節に現れるとき、それはその節に記載される要素のみを限定し、他の要素は請求項全体からは除外されない。

【 0 0 1 6 】

[0018] 句「本質的に～から成っている」は、請求項の範囲を明記される材料またはステップに加え、請求される主題の基本的かつ新規な特性に実質的に影響しないものに限定する。

【 0 0 1 7 】

[0019] 用語「備えている」、「から成っている」および「本質的に～から成っている」に関して、これらの3つの用語の1つが本明細書で使用される場合、本開示かつ請求される主題は、その他の2つの用語のいずれの使用も含むことができる。

【 0 0 1 8 】

[0020] 本明細書および添付の特許請求の範囲で使用される場合、単数形「ある1つの」および「その」は、文脈が別途明示しない限り、複数の指示物を含むことも留意されなければならない。たとえば、単数での部品への言及は、複数の部品を含むものと意図される。

【 0 0 1 9 】

[0021] 略語

[0022] 「R T」は室温を意味する。

[0023] 本出願の全体を通じて、公報が参照される場合、これらの公報の開示がそれらの全体としてここで引用によって本出願に援用され、本発明が属する現状技術をより完全に記載する。

【 0 0 2 0 】

[0024] 図1は、アニオン汚染物が除去される燃料電池システムに組み込まれることができる燃料電池の横断面図を提供する。PEM燃料電池10は、カソード電気触媒層14とアノード電気触媒層16との間に設置される高分子イオン伝導膜12を含む。燃料電池10は、ガス流路24および26を含む導電流場板20、22も含む。流場板20、22は双極板（例示される）か、または単極板（すなわち、端板）かである。改良において、流場板20、22は、金または白金などの貴金属で任意選択で被覆される金属板（たとえば、ステンレス鋼）から形成される。別の改良において、流場板20、22は、やはり貴金属で任意選択で被覆される伝導性高分子から形成される。ガス拡散層32および34がまた、流場板と触媒層との間に介在される。動作の間、水素が燃料としてアノード触媒層16に供給され、そして酸素が酸化剤としてカソード触媒層14に供給され、それによってそこでの電気化学工程の結果として電気を生成する。しかしながら、燃料電池動作の1つの複雑化は、硫酸塩を放出することがある高分子イオン伝導膜の劣化である。加えて、空気からのSO₂が水に溶解され、そして亜硫酸塩と硫酸塩に変化される可能性がある。例として、表1は、最初の時間での燃料電池電圧（V1）および空気中のppbレベルのSO₂への曝露後の後の時間での燃料電池電圧（V2）を図示する。この表は、0.2 A/cm²で動作されているセルに対する周囲空気からのSO₂の影響を図示する。

【 0 0 2 1 】

【表1】

濃度 [ppb]	V1 [mV]	V2 [mV]	ΔV [mV]
0	800	789	11
50	792	773	19
200	790	765	25

【 0 0 2 2 】

図 2 は、回復可能な電圧損失と燃料電池カソード排出水中の硫酸塩濃度の相関を図示するプロットを提供する。同様に、図 3 は、セル電圧損失と B O P 材料浸出指数の相関のプロットを提供する。燃料電池性能に対する硫酸塩の有害な影響は明確には否定できない。

【 0 0 2 3 】

[0025] 図 4 を参照して、アニオン汚染物を除去する燃料電池システムの概略図が提供される。燃料電池システム 4 0 は、1 つまたは複数の個々の燃料電池 4 4 を含む燃料電池スタック 4 2 を含む。改良において、燃料電池 4 4 は、図 1 に描かれる全般的な設計およびその関連した記載によるものである。1 つの改良において、燃料電池スタック 4 2 は 5 から 4 0 0 の燃料電池を含む。燃料電池システム 4 0 は、燃料電池スタック 4 2 における燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステム 4 6、および燃料電池スタック 4 2 における燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステム 4 8 も含む。

【 0 0 2 4 】

[0026] さらに図 4 を参照すると、燃料ガス供給サブシステム 4 6 は、燃料電池スタック 4 2 に、特に燃料電池アノードに燃料含有ガスを提供する燃料源 5 0 を含む。典型的に、燃料は分子水素を含む。燃料は燃料電池スタックに入り、そして燃料電池アノード、特に燃料電池のアノード触媒層に接触する。いくつかの変形において、燃料ガス供給サブシステム 4 6 は、燃料がアノード排出部 5 3 から再循環されて燃料再結合ステーション 5 4 で新しい燃料と統合されるアノードループ 5 2 を含む。この状況において、アノードループ 5 2 は、再結合ステーション 5 4 から燃料電池スタックを通して、そして燃料再結合ステーション 5 4 に戻る全流動経路を含む。

【 0 0 2 5 】

[0027] さらに図 4 を参照すると、酸素含有ガス供給サブシステム 4 8 は、燃料電池スタック 4 2 に酸素含有ガスを提供する酸素含有ガス源 6 0 を含む。典型的に、酸素含有ガスは分子酸素（たとえば、空気）を含む。酸素含有ガスは燃料電池スタックに入り、そして燃料電池カソード、特に燃料電池のカソード触媒層に接触する。いくつかの変形において、酸素含有ガス供給サブシステム 4 8 は、水が燃料電池カソードのカソード排出部 6 3 から加湿器 6 4 を介する引込み乾性カソード酸素含有供給ガス（たとえば、空気）に転送されるカソードループ 6 2 を含む。この状況において、カソードループ 6 2 は、加湿器 6 4 から燃料電池スタックを通して、そして加湿器 6 4 に戻る全流動経路を含む。

【 0 0 2 6 】

[0028] さらに図 4 を参照すると、燃料電池システム 4 0 は、燃料ガス供給サブシステム 4 6 および／または酸素含有ガス供給サブシステム 4 8 と連通しているアニオン捕捉サブシステム 6 6 および／または 6 8 を含む。いくつかの変形において、燃料電池システム 4 0 は、アニオン捕捉サブシステム 6 6 および／または 6 8 の一方または両方を含む。アニオン捕捉サブシステム 6 6 および 6 8 は、アノードまたはカソード再循環ループから硫酸塩および任意選択で他の汚染物を除去する。アニオン捕捉サブシステム 6 6 は、アノード排出部 5 3 と再結合ステーション 5 4 との間でアノード再循環ループ 5 2 に位置付けられる。同様に、アニオン捕捉サブシステム 6 8 は、カソード排出部 6 3 と加湿器 6 4 との間でカソードループ 6 2 に位置付けられる。加湿器 6 4 は、乾性引込み酸素含有ガスを加湿するために、そのガスに燃料電池の湿性出力カソードガスに形成される水を転送する。したがって、加湿器は、アニオン汚染物が燃料電池スタックのカソード出口から通じてカソード入口に戻るための経路を提供する。改良において、アニオン捕捉サブシステム 6 6 は、カソード出口と加湿器 6 4 との間に位置付けられ、それによって酸素含有ガスに戻って通じるアニオン汚染物の量を低減させる。改良において、アニオン捕捉サブシステム 6 6 および 6 8 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の少なくとも 8 0 重量パーセントを各々独立して除去する。別の改良において、アニオン捕捉サブシステム 6 6 および 6 8 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の少なくとも 9 0 重量パーセントを各々独立して除去する。さらに別の改良において、アニオン捕捉サブシステム 6 6 および 6 8 は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚

染物の８０～１００重量パーセントを各々独立して除去する。さらに別の改良において、アニオン捕捉サブシステム６６および６８は、それぞれ燃料ガスおよび酸素含有ガス中のアニオン汚染物の９０～９８重量パーセントを各々独立して除去する。これらの重量百分率に関して、重量パーセントは、捕捉サブシステムへ流動するガスの重量である。

【００２７】

[0029]変形において、アニオン捕捉サブシステム６６および６８は、水酸化物（ OH^- ）形態でアニオン交換樹脂またはアイオノマー（共通の官能基：四級アンモニウム）を含む。樹脂は使用前にいかなる汚染も除去するために洗浄されることが認識されるべきである。その上、樹脂は稼働中に再生または交換されることができ。

【００２８】

[0030]表２および３は、水酸化物形態のAmberlyst（登録商標）A26であった試験アニオン交換樹脂に対する平衡状態での測定されたアニオン除去百分率を提供する。

【００２９】

【表２】

	フッ化物 (mg/L)	硫酸塩 (mg/L)	フッ化物の除去 パーセント (%)	硫酸塩の除去 パーセント (%)
初期F/ SO_4 溶液	273.3	7.6		
R T 攪拌	199.4	0.0	27.1%	100.0%
R T 攪拌無	196.3	0.1	28.2%	98.9%
55°C 攪拌無	182.0	0.0	33.4%	100.0%
80°C 攪拌無	204.3	0.0	25.2%	100.0%

【００３０】

【表 3】

	フッ化物 (mg/L)	硫酸塩 (mg/L)	フッ化物の除去 パーセント (%)	硫酸塩の除去 パーセント (%)	分離係数 ($\alpha \text{SO}_4/\text{F}$)
初期F/ SO_4 溶液# 1	1088.1	40.0			
RT	1077.9	24.6	0.94%	38.32%	65.7
55 °C	1081.0	26.3	0.65%	34.12%	78.9
80 °C	1079.1	25.0	0.83%	37.33%	71.4
初期F/ SO_4 溶液# 2	2278.3	81.9			
RT	2267.3	66.7	0.48%	18.51%	46.8
55 °C	2264.4	67.2	0.61%	17.88%	35.5
80 °C	2268.0	65.5	0.45%	20.07%	55.3

【0031】

溶液中のアニオンの過当競争があると、アニオン交換樹脂が硫酸塩に対する高い選択性を有することが観察される。その上、3日にわたる異なる温度条件下でアニオン除去能力に有意差は観察されなかった。

【0032】

[0031]例示的な実施形態が上記記載されるが、これらの実施形態が本発明のすべての可能な形態を記載するとは意図されない。むしろ、本明細書で使用される文言は限定よりむしろ説明の文言であり、そして本発明の趣旨および範囲から逸脱することなく様々な変更がなされてもよいことが理解される。追加的に、様々な実装実施形態の特徴が組み合わされて本発明のさらなる実施形態を形成してもよい。

【符号の説明】

【0033】

- 10 PEM燃料電池
- 12 高分子イオン伝導膜
- 14 カソード電気触媒層
- 16 アノード電気触媒層
- 20 導電流場板
- 22 導電流場板
- 24 ガス流路
- 26 ガス流路
- 32 ガス拡散層
- 34 ガス拡散層
- 40 燃料電池システム
- 42 燃料電池スタック
- 44 燃料電池
- 46 燃料ガス供給サブシステム
- 48 酸素含有ガス供給サブシステム

- 5 0 燃料源
- 5 2 アノードループ、アノード再循環ループ
- 5 3 アノード排出部
- 5 4 燃料再結合ステーション
- 6 0 酸素含有ガス源
- 6 2 カソードループ
- 6 3 カソード排出部
- 6 4 加湿器
- 6 6 アニオン捕捉サブシステム
- 6 8 アニオン捕捉サブシステム

【手続補正 2】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アニオン汚染物を除去する燃料電池システムであって、
燃料電池スタックと、

前記燃料電池スタックにおける燃料電池アノードと連通している燃料ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池アノードに燃料ガスを提供する燃料ガス供給サブシステムと

、
前記燃料電池スタックにおける燃料電池カソードと連通している酸素含有ガス供給サブシステムであって、前記燃料電池カソードに酸素含有ガスを提供する酸素含有ガス供給サブシステムと、

前記燃料ガス供給サブシステムおよび／または前記酸素含有ガス供給サブシステムと連通しているアニオン捕捉サブシステムとを備える、燃料電池システム。

【請求項 2】

前記アニオン捕捉サブシステムがアニオン交換樹脂またはアイオノマーを含む、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが水酸化物形態である、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記アニオン交換樹脂またはアイオノマーが四級アンモニウム基を含む、請求項 2 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料ガスが再循環されて燃料再結合ステーションで新しい燃料と統合されるアノードループをさらに備える、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記アニオン捕捉サブシステムがアノード排出部と前記燃料再結合ステーションとの間に位置付けられる、請求項 5 に記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

前記酸素含有ガス供給サブシステムが、水がカソード排出部から加湿器による引込み乾性カソード酸素含有供給ガスに転送されるカソードループを含む、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】

アニオン捕捉サブシステムがカソード排出部と前記加湿器との間に位置付けられる、請求項 7 に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記燃料ガスが分子水素であり、かつ前記酸素含有ガスが分子酸素である、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記アニオン捕捉サブシステムが、前記燃料ガスおよび／または酸素含有ガス中の前記アニオン汚染物の少なくとも 80 重量パーセントを除去する、請求項 1 に記載の燃料電池システム。

フロントページの続き

(74)代理人 100106208

弁理士 宮前 徹

(72)発明者 チャン・リ

アメリカ合衆国ミシガン州48340-2920, ポンティアク, ノース・グレンウッド・アベニ
ュー 850

(72)発明者 ポール・タイチャン・ユー

アメリカ合衆国ニューヨーク州14534, ピッツフォード, パーク・ビュー・ドライブ 39

(72)発明者 ジンシン・チャン

アメリカ合衆国ミシガン州48374, ノバイ, ウォール・ストリート 26648

(72)発明者 バラスブラメイニアン・ラクシュマナン

アメリカ合衆国ミシガン州48340-2920, ポンティアク, ノース・グレンウッド・アベニ
ュー 850

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H127 AA06 AC05 BA02 BA20 BA28 BB02 BB08 BB34

【外国語明細書】
2017103214000001.pdf