

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-500692

(P2017-500692A)

(43) 公表日 平成29年1月5日 (2017. 1. 5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/18 (2006. 01)	HO 1 M 8/18	5 H O 2 6
HO 1 M 8/04 (2016. 01)	HO 1 M 8/04	5 H 1 2 7
HO 1 M 8/04186 (2016. 01)	HO 1 M 8/04	L
HO 1 M 8/10 (2016. 01)	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-529977 (P2016-529977)	(71) 出願人	512227074
(86) (22) 出願日	平成26年11月7日 (2014. 11. 7)		アカル エネルギー リミテッド
(85) 翻訳文提出日	平成28年6月20日 (2016. 6. 20)		イギリス ダブリューエー7 4 キューエ
(86) 国際出願番号	PCT/GB2014/053322		ックス チェシャー, ランコーン, ザ ハ
(87) 国際公開番号	W02015/071645		ルス ビジネス & テクニカル パーク
(87) 国際公開日	平成27年5月21日 (2015. 5. 21)	(74) 代理人	230104019
(31) 優先権主張番号	1319966. 6		弁護士 大野 聖二
(32) 優先日	平成25年11月12日 (2013. 11. 12)	(74) 代理人	100106840
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		弁理士 森田 耕司
		(74) 代理人	100117444
			弁理士 片山 健一
		(74) 代理人	100131451
			弁理士 津田 理
		(74) 代理人	100167933
			弁理士 松野 知絃

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池アセンブリ、および酸化状態を監視することによって該燃料電池アセンブリを動作させるための方法

(57) 【要約】

燃料電池アセンブリ (101) は、反応領域の電極 (1601) であって、該アセンブリ (101) が、電極 (1601) との電解質の流動連絡のための電解質流路 (601) を使用して構成される、反応領域の電極 (1601) と、再生成分を電解質に制御可能に供給するための供給デバイス (1701) と、電解質の酸化状態を監視するように動作することができる監視デバイス (801) とを備えている。電解質は酸化還元対を含んでおり、該酸化還元対の酸化状態は、電極 (1601) での反応および再生成分との接触の両方によって変化する。監視デバイス (801) は、電解質の酸化状態を表す信号を出力するように構成され、また、供給デバイス (1701) は、該信号の出力にตอบสนองして、電解質への再生成分の供給を制御するように構成される。

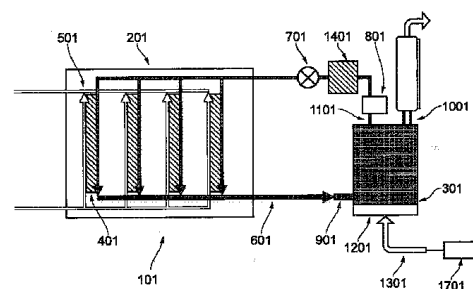


FIG. 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料電池アセンブリであって、

反応領域の電極であって、前記アセンブリが前記電極との電解質の流動連絡のための電解質流路を使用して構成される、反応領域の電極と、

再生成分を前記電解質に制御可能に供給するための供給デバイスと、

前記電解質の酸化状態を監視するように動作することができる監視デバイスと

を備え、前記電解質が酸化還元対を含み、前記酸化還元対の酸化状態が前記電極での反応および前記再生成分との接触の両方によって変化する燃料電池アセンブリ。

【請求項 2】

前記監視デバイスが前記電解質の酸化状態を表す信号を出力するように構成される、請求項 1 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 3】

前記信号が一定の範囲内の前記電解質の酸化状態を示すように構成される、請求項 2 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 4】

前記供給デバイスが、前記信号の出力に応答して前記電解質への前記再生成分の供給を制御するように構成される、請求項 2 または 3 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 5】

前記信号が、前記電解質の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す第 1 の成分、および前記電解質の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す第 2 の成分を含む、請求項 2 から 4 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 6】

前記上側および／または前記下側の閾値が、前記再生成分が供給される際の前記電解質の酸化状態の変化の効率を最大化するように決定される、請求項 5 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 7】

前記上側および下側の閾値が、それぞれ、前記再生成分を最適速度で前記電解質に供給するための前記供給デバイスの切換えパラメータを画定する、請求項 5 または 6 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 8】

前記電解質の酸化状態が前記下側の閾値より上に維持されるように前記再生成分を供給するように構成される、請求項 5 から 7 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 9】

前記電解質の酸化状態が前記上側の閾値より下に維持されるように前記再生成分を供給するように構成される、請求項 5 から 8 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 10】

前記供給デバイスが、前記第 1 の成分および／または前記第 2 の成分の出力に応答して、前記電解質への前記再生成分の供給を変更するように構成される、請求項 5 から 9 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 11】

前記第 1 および第 2 の成分が個別の信号である、請求項 5 から 10 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 12】

前記信号が電気信号または電子信号である、請求項 5 から 11 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 13】

前記監視デバイスが、前記第 1 の成分を出力するように構成された第 1 のユニット、および前記第 2 の成分を出力するように構成された第 2 のユニットの 2 つのユニットを備える、請求項 5 から 12 までのいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記電解質流路内に反応モジュールをさらに備え、前記反応モジュールが、前記供給デバイスの制御の下で前記再生成分を供給するための入口を含む、請求項 1 から 13 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 15】

前記監視デバイスが、前記反応モジュールの出力と前記反応領域への入力との間の前記電解質流路内に配置される、請求項 14 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 16】

前記監視デバイスが前記反応モジュールの近くに配置される、請求項 15 に記載の燃料電池アセンブリ。

10

【請求項 17】

前記供給デバイスが、前記再生成分を前記電解質に供給する場合、最適速度で運転される、請求項 1 から 16 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 18】

一定の時間期間の間、前記再生成分との接触によって前記電解質の酸化状態が変化する速度が、前記電極における反応によって前記電解質の酸化状態が変化する速度と同じ速度ではない、請求項 1 から 17 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 19】

前記酸化還元対がポリオキシメタレート種を含む、請求項 1 から 18 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

20

【請求項 20】

前記再生成分がガス状である、請求項 1 から 19 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 21】

前記再生成分が圧縮された気体として前記電解質に供給される、請求項 20 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 22】

前記供給デバイスが気体圧縮機を備える、請求項 21 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 23】

前記電極が陰極であり、前記反応領域が陰極領域であり、また、前記電解質が陰極液である、請求項 1 から 22 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

30

【請求項 24】

前記再生成分が酸化剤を含む、請求項 23 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 25】

前記再生成分がガス含有酸素を含む、請求項 24 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 26】

前記再生成分が酸素ガスまたは過酸化水素を含む、請求項 25 に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 27】

前記供給デバイスが、前記陰極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、前記陰極液への前記再生成分の供給を少なくするように構成される、請求項 23 から 26 のいずれか一項に記載の燃料電池アセンブリ。

40

【請求項 28】

前記供給デバイスが、前記陰極液の酸化状態が下側の閾値未満に減少したことを示す信号に応答して、前記陰極液への再生成分の供給を多くするように構成される、請求項 23 から 27 のいずれか一項に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 29】

前記陰極液の酸化状態が、酸化還元対が 40 % と 70 % の間で酸化した、下側の閾値より上に維持される、請求項 23 から 28 のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項 30】

50

前記陰極液の酸化状態が、酸化還元対が70%酸化した、下側の閾値より上に維持される、請求項29に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項31】

前記陰極液の酸化状態が、酸化還元対が60%と85%の間で酸化した、上側の閾値未満に維持される、請求項23から28のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項32】

前記陰極液の酸化状態が、酸化還元対が80%酸化した、上側の閾値未満に維持される、請求項31に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項33】

前記電極が陽極であり、前記反応領域が陽極領域であり、また、前記電解質が陽極液である、請求項1から22のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

10

【請求項34】

前記再生成分が前記陽極液中の前記酸化還元対を還元する燃料である、請求項33に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項35】

前記再生成分が水素または一酸化炭素である、請求項34に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項36】

前記供給デバイスが、前記陽極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、前記陽極液への前記再生成分の供給を多くするように構成される、請求項33から35のいずれか一項に記載の燃料電池アセンブリ。

20

【請求項37】

前記供給デバイスが、前記陽極液の酸化状態が下側の閾値未満に減少したことを示す信号に応答して、前記陽極液への再生成分の供給を少なくするように構成される、請求項33から36のいずれか一項に記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項38】

前記反応領域が1つまたは複数の電極を備える、請求項1から37のいずれかに記載の燃料電池アセンブリ。

【請求項39】

燃料電池アセンブリを動作させる方法であって、電解質の酸化状態を、電極でのその反応の後に監視するステップと、前記電解質の酸化状態が下側の閾値未満に減少し、および／または上側の閾値を超えて増加すると、それに応答して再生成分の供給を変更するステップとを含む方法。

30

【請求項40】

前記上側および／または前記下側の閾値が、前記再生成分が供給される際の前記電解質の酸化状態の変化の効率を最大化するように決定される、請求項39に記載の方法。

【請求項41】

前記供給デバイスが、前記再生成分を前記電解質に供給する場合、最適速度で運転される、請求項39または40に記載の方法。

【請求項42】

前記供給デバイスが、監視デバイスからの信号の出力に応答して、前記電解質への前記再生成分の供給を制御するように構成される、請求項39から41のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項43】

前記信号が、前記電解質の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す第1の成分、および前記電解質の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す第2の成分を含む、請求項42に記載の方法。

【請求項44】

一定の時間期間の間、前記再生成分との接触によって前記電解質の酸化状態が変化する速度が、前記電極における反応によって前記電解質の酸化状態が変化する速度と同じ速度

50

ではない、請求項 4 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4 5】

一定の時間期間の間、前記再生成分との接触によって前記電解質の酸化状態が変化する速度が、前記電極における反応によって前記電解質の酸化状態が変化する速度より速い、請求項 4 4 に記載の方法。

【請求項 4 6】

前記上側および下側の閾値が、それぞれ、前記再生成分を最適速度で前記電解質に供給するための前記供給デバイスの切換えパラメータを画定する、請求項 3 9 から 4 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4 7】

前記供給デバイスが、前記監視デバイスからの信号に応じて、第 1 の状態から第 2 の状態に切り換えられる、請求項 4 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

前記第 1 の状態では、前記供給デバイスは、その最適速度で動作して前記再生成分を前記電解質に供給し、また、前記第 2 の状態では再生成分が前記電解質に供給されない、請求項 4 7 に記載の方法。

【請求項 4 9】

前記電解質が陰極液であり、前記供給デバイスが、前記陰極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、前記陰極液への前記再生成分の供給を少なくするように構成され、および／または前記供給デバイスが、前記陰極液の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す信号に応答して、前記陰極液への再生成分の供給を多くするように構成される、請求項 3 9 から 4 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5 0】

前記下側の閾値が酸化還元対の 7 0 % の酸化であり、および／または前記上側の閾値が酸化還元対の 8 0 % の酸化である、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 1】

前記電解質が陽極液であり、前記供給デバイスが、前記陽極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、前記陽極液への前記再生成分の供給を多くするように構成され、および／または前記供給デバイスが、前記陽極液の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す信号に応答して、前記陽極液への再生成分の供給を少なくするように構成される、請求項 3 9 から 4 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5 2】

請求項 3 9 から 5 1 のいずれかに記載の方法を含む、請求項 1 から 3 8 のいずれかに記載の燃料電池を動作させる方法。

【請求項 5 3】

本明細書において図 1 から 8 を参照して実質的に説明した燃料電池アセンブリ。

【請求項 5 4】

本明細書において図 1 から 8 を参照して実質的に説明した燃料電池アセンブリを動作させる方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、燃料電池アセンブリおよび燃料電池アセンブリを動作させる方法に関する。詳細には、本発明の実施形態は、それらに限定されないが、複数のこのような燃料電池アセンブリを備えたスタック、このような燃料電池アセンブリまたはこのようなスタックの使用、ならびに熱および電力の組合せなどの電子、自動車または固定電力、あるいはこのような燃料電池アセンブリを備えた発電機設備に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

公開国際特許出願 WO 2 0 1 0 / 1 2 8 3 3 3、WO 2 0 1 1 / 1 0 7 7 9 4 および W

10

20

30

40

50

〇 2 0 1 1 / 1 0 7 7 9 5 は、電池の動作において陰極で既に還元済みの酸化還元活性種を酸化的に再生するための再生ゾーンが提供される酸化還元燃料電池を開示している。これらの燃料電池は、水素を燃料として使用し、かつ、空気または酸素を酸化剤として使用することができる。これらのタイプの間接酸化還元燃料電池の動作は、酸化剤が電極に直接供給されるのではなく、その代わりに陰極液中の還元された形態の酸化還元対とで反応し、それにより酸化還元対を酸化させるようになっており、この酸化した種が燃料電池の陰極に供給される。再生器内では、陰極液が空気または酸素などの酸化剤と接触し、燃料電池へ流れて戻る前に再生的に酸化される。酸化剤は、空気などの酸素を始めとする気体の混合物であってもよく、本発明の実施形態を説明する場合、「空気」という用語を便利に、かつ、簡潔に使用することができるが、実施形態は、酸化剤としての空気の使用に限定されないことは当業者には認識されよう。

10

【0003】

W O 2 0 1 1 / 1 0 7 7 9 4 は、ある程度、再生ゾーンにおける酸化還元活性種の酸化的再生に関しており、多孔性要素を通して流れる液体の基本原則を説明しているが、この多孔性要素を介して気体が液体に注入され、それにより、それぞれ気体-液体界面膜を有する多数の微小気泡を生成することによって気相と液相の間に高界面領域が生成される。

【0004】

酸化還元対を酸化させるこのステップには多くの制約が存在している。陰極を通る陰極液の流量が減少すると、エネルギーを生成する速度が遅くなるため、可能な限り速やかに酸化還元対を酸化させなければならない。また、エネルギーを生成する速度は、酸化還元対の可能な限り完全な酸化が得られない場合、つまり酸化還元対のかかなりの部分が酸化されない状態で残される場合にも同じく遅くなる。陰極液溶液中に存在する酸化還元対を速やかに、かつ、完全に酸化させる装置の準備には、酸化ステップが生じる際に消費されるエネルギー（「寄生負荷」）が比較的少ないことを保証する必要がある、さもないと燃料電池の総電力生成性能が低下するため、多くの課題がある。さらに、酸化還元対を酸化させるために使用される装置は、とりわけ燃料電池が携帯型アプリケーションまたは自動車アプリケーションに使用されることが意図される場合、可能な限りコンパクトでなければならない。

20

【0005】

酸化剤を供給するための加圧空気または気体を有する燃料電池アセンブリの場合、空気供給を圧縮するために必要なエネルギーは、寄生負荷のかかなりの部分を占めている。例えば 2 バールゲージの圧力で動作する 1 0 0 k W の電気出力システムのための空気圧縮機には約 1 5 k W の電気エネルギーが必要であり、したがって燃料電池アセンブリの利用可能な電気出力およびシステム効率を損ねている。つまり、アプリケーション負荷を走らせるために燃料電池アセンブリから 1 0 0 k W の電力出力を必要とする場合、燃料電池アセンブリは、アプリケーション負荷への電力の提供に支障をきたすことなく寄生負荷に対処するために、少なくとも 1 1 5 k W の電力を生成することができなければならない。さらに、負荷が刻々と変化するため、典型的な燃料電池アプリケーションには広範囲にわたる電気電力出力で燃料電池を動作させる必要が存在している。

30

【0006】

燃料電池の典型的な動作条件の下では、陰極における還元速度を補償するための酸化速度を提供するために供給される空気の量すなわち流量は、しばしば、圧縮機を合理的な効率、例えば、可能な限り高い効率が望ましいが、43%を超える効率で運転することができる最少流量より少ない。さらに、圧力は、電解質を有効に酸化させるための十分な圧力でなければならない、燃料電池を動作させるための最低圧力を規定しており、これは、圧縮機の運転にさらなる制約をもたらしている。共通して出現していることは、電解質の有効な再生的酸化を達成するために最大負荷および酸化剤圧力に合致するよう、酸化剤の供給（流量）に換算した燃料電池の少なくとも最小動作パラメータに合致するために、酸化剤の過剰供給が存在するように圧縮機が運転されることである。

40

[先行技術文献]

50

〔特許文献〕

〔特許文献 1〕 公開国際特許出願 WO 2010/128333

〔特許文献 2〕 公開国際特許出願 WO 2011/107794

〔特許文献 3〕 公開国際特許出願 WO 2011/107795

〔特許文献 4〕 国際特許出願公開第 PCT/GB 2007/050151

〔特許文献 5〕 国際特許出願公開第 PCT/GB 2011/050410

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の態様および実施形態は、以上を念頭において工夫されている。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

第 1 の態様によれば、本発明は燃料電池アセンブリを提供し、燃料電池アセンブリは、反応領域の電極であって、該アセンブリが、電極との電解質の流動連絡のための電解質流路を使用して構成される、反応領域の電極と、再生成分を電解質に制御可能に供給するための供給デバイスと、電解質の酸化状態を監視するように動作することができる監視デバイスとを備えており、電解質は酸化還元対を含んでおり、該酸化還元対の酸化状態は、電極での反応および再生成分との接触の両方によって変化する。

【0009】

このアセンブリによれば、使用中、全体としての電解質の酸化状態（還元された酸化還元対に対する酸化した酸化還元対の比率によって決定される）を監視することができる。これは、電解質の酸化状態を監視し、それにより酸化状態が所望の限界内であるかどうかを決定することができることを意味している。

20

【0010】

監視デバイスは、電解質の酸化状態を表す信号を出力するように構成することができる。この信号は、一定の範囲、より詳細には所望の範囲内の電解質の酸化状態を示すように構成される。この信号により、使用中、例えば計算装置または他の制御電子工学などの電子機器によって電解質の酸化状態を監視することができ、したがって電解質の酸化状態を所望の限界内に維持することができる。

【0011】

供給デバイスは、信号の出力に応答して電解質への再生成分の供給を制御するように構成することができる。この方法によれば、再生成分が電解質の酸化状態を変えるため、監視デバイスからの信号に応じて電解質の酸化状態を変えることができる。供給デバイスは、出力信号を直接受け取り、かつ、それに応答して再生成分の供給を制御するように構成することができる。任意選択で、出力信号は、計算装置または他の制御電子工学などの制御装置に供給され、これらの制御装置は、引き続いて制御信号を供給デバイスに送り、電解質への再生成分の供給を制御する。

30

【0012】

信号は、電解質の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す第 1 の成分、および電解質の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す第 2 の成分を含むことができる。これにより上側の閾値および下側の閾値の両方を画定し、かつ、監視することができ、したがって電解質の酸化状態をこれらの 2 つの閾値の間に維持することができる。これらの限界は変更が可能であり、それにより例えば異なる温度または酸化還元対濃度における性能、またはスタートアップ時あるいはシャットダウン時における性能を最適化することができる。

40

【0013】

酸化状態および温度または濃度の測値に対応するアナログ信号は、この方法で組み合わせることができる。さらに、酸化状態を測定する一般的な方法は、濃度および強い温度依存性を有しており、したがって補償することができる。温度は、熱電対またはサーミスタなどの任意の便利なセンサによって測定することができる。圧力は、ピエゾ抵抗センサな

50

どの任意の便利なセンサによって測定することができる。電解質中の酸化還元対の濃度は、任意選択で燃料電池アセンブリ内の凝縮器ユニットから水を加えることによって制御することができる。濃度は、液体レベル知覚または密度測定を始めとする多くの便利な方法によって測定することができる。

【0014】

上側および／または下側の閾値は、再生成分が供給される際の電解質の酸化状態の変化の効率を最大化するように決定することができる。酸化状態が変化する速度は、電解質の酸化状態の増加に伴って遅くなる。したがって電解質の酸化状態は、酸化状態が変化する速度を最適化することができるよう、100%未満に維持することが有利である。しかしながら酸化状態のレベルが低すぎると、電極における反応の速度に影響を及ぼすことがあり、そのために電力の生成が停止するか、あるいは減少することになるため、酸化状態のレベルを過度に低く維持してはならない。

10

【0015】

上側および下側の閾値は、それぞれ、再生成分を最適速度で電解質に供給するための供給デバイスの切換えパラメータを画定している。つまり、上側および下側の閾値は、制御信号を供給デバイスに送ることにより、それに応答して供給デバイスの動作が変化し、あるいは計算装置または制御電子工学などの中間制御装置が応答する値を画定している。

【0016】

燃料電池アセンブリは、電解質の酸化状態が下側の閾値より上に維持されるように再生成分を供給するように構成することができる。追加または別法として、燃料電池アセンブリは、電解質の酸化状態が上側の閾値より下に維持されるように再生成分を供給するように構成することも可能である。この方法によれば、電解質の酸化状態を下側の閾値より上で、上側の閾値より下、つまりこれらの2つの閾値の間に維持することができ、それにより燃料電池内における反応の効率を最適化することができる。

20

【0017】

供給デバイスは、第1の成分および／または第2の成分の出力に応答して、電解質への再生成分の供給を変更するように構成することができる。システムに応じて、第1の成分および／または第2の成分に応答して供給を増減することができ、あるいは完全にターンオフすることができる。

【0018】

第1および第2の成分は個別の信号であってもよい。つまり第1および第2の成分は、個別の信号経路上に出力される。これは、場合によっては、特定の成分によって単一の動作をさせる場合に便利であり、例えば供給デバイスまたは制御システムが、第1の成分が常に再生成分の供給を少なくし、その逆に第2の成分が常に再生成分の供給を多くするように構成されている場合に便利である。第1および第2の成分が個別の信号経路上に出力される特定の形態では、監視デバイスは、第1の成分を出力するように構成された第1のユニット、および第2の成分を出力するように構成された第2のユニットの2つのユニットを備えることができる。

30

【0019】

信号は、制御回路機構または装置に入力される便利なタイプの信号である電気信号または電子信号であってもよい。

40

【0020】

燃料電池アセンブリは、電解質流路内に反応モジュールをさらに備えることができ、この反応モジュールは、供給デバイスの制御の下で再生成分を供給するための入口を含む。これにより、反応モジュール、および電極を含んだ反応領域を、これらの部分の各々に生じる反応のための最適条件に個々に維持することができる。これらの反応条件は、とりわけ温度に関して同じであっても、あるいは異なってもよい。

【0021】

監視デバイスは、反応モジュールの出力と反応領域への入力との間の電解質流路内に配置することができる。特定の形態では、監視デバイスは、反応モジュールの近くに配置

50

することができる。これにより、電解質の酸化状態が上側の閾値を超えて増加し、あるいは下側の閾値未満に減少すると、電解質の酸化状態を所望の範囲内に維持するために、直ちに再生成分の供給を確実に変更することができる。適切なことには、監視デバイスは、電解質が流れる方向に対して反応モジュールの後段に配置され、それにより電解質の酸化状態をより速やかに制御することができる。別法としては、電極の後段に監視デバイスを置くことも可能である。

【0022】

監視デバイスが反応領域から離れて置かれる場合、監視デバイスに到達する電解質と反応モジュールから流出する電解質との間の遅延を補償しなければならない。これは、監視デバイスが他の信号を発信するまで、再生成分の供給がその先行する状態で継続し、したがって監視デバイスと反応領域の間の領域の電解質が、監視デバイスが供給デバイスに信号を発信するポイントでの閾値を超えるか、あるいは閾値未満になることによるものである。

10

【0023】

供給デバイスは、再生成分を電解質に供給する場合、最適速度で動作させることができる。一実施形態では、一定の時間期間の間、再生成分との接触によって電解質の酸化状態が変化する速度は、電極における反応によって電解質の酸化状態が変化する速度と同じ速度ではない。これは、供給デバイスがその最適速度で運転される場合、場合によっては、再生成分の供給が電極における反応を補償するために必要な量より多いことによるものである。一実施形態では、最適速度は、電解質への再生成分の供給をもたらしことができ、延いては電極における反応によってもたらされる酸化状態の変化より速い速度で酸化状態が変化するようになる。

20

【0024】

圧縮機として構成された供給デバイスの最適動作点は、圧縮された気体が燃料電池アセンブリに供給され、また、気体の流量が燃料電池アセンブリに供給される気体圧力の関数であってもよい。

【0025】

酸化還元対は、ポリオキソメタレート種を含むことができる。このような酸化還元対は、当分野においては、本発明の燃料電池アセンブリと同様の燃料電池アセンブリにおける使用でよく知られている。

30

【0026】

再生成分はガス状であってもよい。一実施形態では、再生成分は、圧縮された気体として燃料電池に供給される。供給デバイスは気体圧縮機を備えることができる。気体を圧縮することによってデバイスの無能性が増し、また、気体を圧縮することは、電極における酸化還元対の反応をただ単に補償するために必要な遅い速度で供給デバイスを動作させることはより困難であることを意味している。したがってこの場合、電解質の酸化状態を測定し、かつ、再生成分の供給を増減する利点が強調されている。

【0027】

一実施形態では、電極は陰極であり、反応領域は陰極領域であり、また、電解質は陰極液である。この場合、再生成分は、酸素ガスなどのガス含有酸素、あるいは空気および／または過酸化水素であってもよい酸化剤を含むことができる。この場合、電解質中の酸化還元対に再生成分を供給することによって酸化還元対が酸化し、それにより電解質の酸化状態が増加する。

40

【0028】

供給デバイスは、陰極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、陰極液への再生成分の供給を少なくするように構成することができる。陰極液への再生成分の供給を少なくすると、電解質の酸化状態の増加が停止する。したがって電解質の総酸化状態は、酸化還元対が陰極で還元されるのに応じて減少を開始する。

【0029】

供給デバイスは、陰極液の酸化状態が下側の閾値未満に減少したことを示す信号に応答

50

して、陰極液への再生成分の供給を多くするように構成することができる。陰極液への再生成分の供給を多くすると、電解質の酸化状態が増加し始める。したがって供給デバイスが陰極における酸化還元対の還元をただ単に平衡させるために必要な速度より速い速度で動作している場合、電解質の総酸化状態は増加を開始することになる。

【0030】

陰極液の酸化状態は、陰極における最適反応速度を維持するために、酸化還元対が40%から70%まで酸化した、下側の閾値より上に維持することができる。さらに、陰極液の酸化状態は、再生成分との接触による最適反応速度を維持するために、酸化還元対が60%から85%まで、とりわけ80%酸化した、上側の閾値未満に維持することができる。

10

【0031】

他の実施形態では、電極は陽極であり、反応領域は陽極領域であり、また、電解質は陽極液である。再生成分は、陽極液中の酸化還元対を還元する、水素または一酸化炭素などの燃料であってもよい。この場合、陽極液中の酸化還元対の接触によって酸化還元対が還元され、それにより陽極液の酸化状態が減少する。

【0032】

供給デバイスは、陽極液の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す信号に応答して、陽極液への再生成分の供給を多くするように構成することができる。陽極液への再生成分の供給を多くすると、電解質の酸化状態が減少し始める。したがって供給デバイスが陽極における酸化還元対の還元をただ単に平衡させるために必要な速度より速い速度で動作している場合、電解質の総酸化状態は減少を開始することになる。

20

【0033】

供給デバイスは、陽極液の酸化状態が下側の閾値未満に減少したことを示す信号に応答して、陽極液への再生成分の供給を少なくするように構成することができる。陽極液への再生成分の供給を少なくすると、電解質の酸化状態の減少が停止する。したがって電解質の総酸化状態は、酸化還元対が陽極で酸化されるのに応じて増加を開始する。

【0034】

反応領域は、1つまたは複数の電極を備えることができる。

【0035】

第2の態様によれば、本発明は、燃料電池アセンブリを動作させる方法であって、電解質の酸化状態を監視するステップと、電解質の酸化状態が下側の閾値未満に減少し、および／または上側の閾値を超えて増加すると、再生成分の供給を変更するステップとを含む方法を提供する。この方法によれば、電解質の酸化状態を燃料電池内で生じる反応のための最適レベルに維持することができる。

30

【0036】

上側および／または下側の閾値は、再生成分が供給される際の電解質の酸化状態の変化の効率を最大化するように決定することができる。電解質の酸化状態が変化する速度は、酸化状態の増加に伴って遅くなる。したがって電解質の酸化状態は、最大レベル未満に維持することが有利である。

【0037】

供給デバイスは、再生成分を電解質に供給する場合、システムの効率を改善するために最適速度で動作させることができる。多くの場合、供給デバイスの最適速度は、電極における反応を補償するために必要な速度より速い。この場合、一定の時間期間の間、再生成分との接触によって電解質の酸化状態が変化する速度は、電極における反応によって電解質の酸化状態が変化する速度と同じ速度ではない。しばしば、一定の時間期間の間、再生成分との接触によって電解質の酸化状態が変化する速度は、電極における反応によって電解質の酸化状態が変化する速度より速い。

40

【0038】

供給デバイスは、監視デバイスからの信号の出力に応答して、電解質への再生成分の供給を制御するように構成することができる。この方法によれば、再生成分が電解質の酸化

50

状態を変えるため、監視デバイスからの信号に応じて電解質の酸化状態を変えることができる。

【0039】

信号は、電解質の酸化状態が上側の閾値を超えていることを示す第1の成分、および電解質の酸化状態が下側の閾値未満であることを示す第2の成分を含むことができる。これにより上側の閾値および下側の閾値の両方を画定し、かつ、監視することができ、したがって電解質の酸化状態をこれらの2つの閾値の間に維持することができる。

【0040】

上側および下側の閾値は、それぞれ、再生成分を最適速度で電解質に供給するための供給デバイスの切換えパラメータを画定することができる。

10

【0041】

供給デバイスは、監視デバイスからの信号に応じて、第1の状態から第2の状態へ切り換えることができる。

【0042】

第1の状態では、供給デバイスは、その最適速度で動作して再生成分を電解質に供給することができ、また、第2の状態では再生成分を電解質に供給することはできない。これにより供給デバイスをその最適速度すなわち最適効率で動作させることができ、また、引き続き酸化した酸化還元対の形態で電解質中に貯えられた酸化能力を使用して、供給デバイスが再度ターンオンされるまでシステムの動作を継続させることにより、システムの総合効率が改善される。

20

【0043】

第3の態様によれば、本発明は、液体電解質と、陽極および陰極電極と、電極との反応に引き続き液体電解質を生成するための再生器ユニットと、電極との相互作用によって生成された液体電解質を、液体電解質を再生し、かつ、再生された液体電解質を戻して電極と相互作用させるために再生器ユニットへ輸送するように構成されたフロー回路と、再生材料を再生ユニットに供給する装置とを備えた燃料アセンブリであって、再生材料の供給を最適化して、液体電解質への再生材料の供給と、液体電解質と電極の間の相互作用を有効にサポートするための状態に液体電解質を戻すために必要な再生材料の量とを平衡させることができる燃料アセンブリを提供する。

【0044】

次に、単なる例にすぎないが、本発明の1つまたは複数の実施形態について、以下の図を参照して説明する。

30

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の一実施形態による、電解質が陰極液である燃料電池アセンブリの略図である。

【図2】図1の燃料電池アセンブリの他の略図である。

【図3】Vortechによって供給されるタイプGen IIの空気圧縮機に対する、流量および圧力の関数としての効率の典型的なマップを示す表である。

【図4】特定の実施形態に対する、酸化還元対の酸化状態の関数として酸化剤が供給される陰極液の酸化（再生）効率を示すグラフである。

40

【図5】図1および2に示されている燃料アセンブリの動作に対する、時間による陰極液中の酸化還元対の酸化状態の変化を示すグラフである。

【図6】図1および2に示されている燃料電池アセンブリによって得られる効率の改善を示すグラフである。

【図7】本発明の一実施形態による、電解質が陽極液である燃料電池アセンブリの略図である。

【図8】図7の燃料電池アセンブリの他の略図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

50

図1は、本発明の一実施形態による燃料電池アセンブリ101を示したものである。燃料電池アセンブリ101は、燃料電池スタック201および再生器セクション301の2つの主要な構成要素を備えている。燃料電池スタック201は、図に示されているように4つの膜電極アセンブリ401を備えている。個々の膜電極アセンブリ401は、気体拡散層を含んだ陽極領域を画定している陽極電極（陽極）、および陰極領域を画定している多孔性陰極電極（陰極）を備えている（これらはいずれも図には示されていない）。個々の陽極および個々の陰極は、重合体電解質膜によって互いに分離されている。膜電極アセンブリのさらなる詳細については、参照によりその開示が本明細書に組み込まれている国際特許出願公開第PCT/GB2007/050151号を参照されたい。

【0047】

通路501および601は、図1には概略的に示されており、矢印は、燃料電池101内を流れる電解質の方向を示している。図に示されている実施形態では、通路601は、電極アセンブリ401内の陰極に陰極液を提供しており、一方、通路501は、電極アセンブリ401内の陽極に陽極液を提供している。

【0048】

酸化還元対を含有している陰極液は、通路601に沿って、再循環ポンプ701を介して燃料電池スタック201に供給される。陰極液は、膜電極アセンブリ401を通過して陰極と流動接触した後、通路601を介して燃料電池スタック201から流出し、第1の入口ポート901を介して再生セクション301に供給される。再生セクション301には、供給デバイス1701によって、入口1301を介して、ガス状の形態の酸化剤の流れがさらに供給される。酸化剤は、再生セクション301の内部へ通過するガス状の酸化剤の気泡を生成する多孔性膜1201を通過するが、この構造については、参照によりその開示が本明細書に組み込まれている国際特許出願公開第PCT/GB2011/050410に開示されている。また、再生セクションは排気1001を同じく備えており、この排気1001を介して廃棄生成物をシステムから排出することができる。

【0049】

陰極液は、次に、通路601に供給される前に、出口ポート1101を介して、監視デバイス801を通して貯蔵容器1401に供給され、再循環ポンプ701を介して戻る。貯蔵容器1401の使用はとりわけ有用であり、それにより製造者は、再生セクション301の体積を最小化することができる。

【0050】

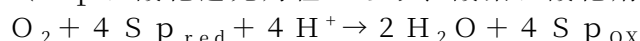
図2は、図1の膜電極アセンブリ401の一部を示したものであり、陰極領域の陰極液入力および出力で陰極液通路601に結合された多孔性陰極1601に隣接する重合体電解質膜1501を備えている。再生器セクション301も同じく示されている。重合体電解質膜1501は、陰極1601を陽極（図示せず）から分離しており、陽極（図示せず）における燃料の酸化によって生成される陽子が通過することができる正イオン選択NaFion112膜を備えている。陰極液は、通路601に沿って再生器セクション301に向かって膜電極アセンブリから流出する。

【0051】

図1および2の両方に示されている燃料電池101が動作している間、陰極液は、入口通路601から多孔性陰極1601に流入する。電気回路（図示せず）内の燃料流の酸化によって陽極（図示せず）で生成された電子は、陰極1601へ戻される。陰極液中の酸化還元対は、陰極1601におけるその反応によって少なくとも部分的に還元される。

【0052】

陰極液は、陰極1601で反応した後、陰極から遠ざかり、陰極領域から通路601の出力セクションへ流出し、再生セクション301へ向かう。再生セクション301に供給された酸化剤は、以下に従って反応し、陰極液中の酸化還元対を少なくとも部分的に酸化させる（Spは酸化還元対種であり、酸素は酸化剤である）。



【0053】

10

20

30

40

50

燃料電池 101 内の湿度平衡の維持を促進するために、水蒸気（上記反応によって生成される）の一部またはすべてを凝縮器（図示せず）中で凝縮させ、かつ、陰極液溶液に戻すことができる。この反応中に生成される、熱および／または水蒸気などの副産物は、排気 1001 を介して排出することができる。

【0054】

酸化還元対をその再生された酸化状態で含有している陰極液溶液は、出口ポート 1101 を介して再生セクション 301 から回復される。再生された陰極液は、陰極液溶液中の酸化還元対の酸化状態を知覚する監視デバイス 801 を通過する。典型的な監視タイプは、導電率プローブ、光学密度プローブおよび電気化学センサを含む。さらに、燃料電池の開路電位を使用して酸化状態を測定することも可能である。監視デバイス 801 は、監視デバイス 801 を通過する陰極液の酸化状態を表す信号を出力する。現在説明されている実施形態では、監視出力信号は、酸化状態が予め設定された範囲内の酸化状態であるかどうかを示す。

【0055】

酸化剤供給デバイス 1701 は、出力信号を受け取るために監視デバイス 801 に電子結合されており、また、その出力信号に応答して、再生器セクション 301 への酸化剤の供給を変更するように配置されている。酸化状態が酸化範囲の上側の閾値を超えたことを信号が示している場合、供給デバイス 1701 は、再生セクション 301 に導入されている酸化剤の量を少なくする。酸化状態が酸化範囲の下側の閾値未満に減少したことを信号が示している場合、供給デバイス 1701 は、再生セクション 301 に導入されている酸化剤の量を多くする。信号は連続信号であってもよく、あるいは酸化レベルが高くなる方向に上側の閾値を交差したことを示す第 1 の信号、および酸化レベルが低くなる方向に下側の閾値を交差したことを示す第 2 の信号を含むことも可能である。

【0056】

陰極液を参照して説明されている実施形態では、酸化剤は圧縮空気である。空気は、再生器セクションに供給される前に圧縮機内で圧縮される。図 3 は、Vortech によって供給されるタイプ Gen II の空気圧縮機に対する、流量および圧力の関数としての効率の典型的なマップを示したものである。しかしながら実際の効率分布は、個々の圧縮機の間で変化することがある。酸化剤を圧縮空気として供給することは、良好に混合するように電解質中に空気を導入する便利な方法である。

【0057】

明確に分かるように、最大効率を得ることができる流量は、とりわけ、再生反応を最適化するために十分な圧力を維持している間、少ない流量であることがしばしば望ましい低負荷において燃料電池にしばしば必要な流量よりはるかに多い。典型的な最小電力空気要求は、図 3 の上側の矢印によって識別されており、また、典型的な最大電力空気点は、図 3 の下側の矢印によって識別されている。例えば燃料電池内の必要な圧力が 0.6 バールである場合、説明されている実施形態の圧縮機を使用して可能な最少流量は、958 リットル／分である。低負荷では、必要な流量はたったの 359 リットル／分であり、958 リットル／分のうちの非常に多くが無駄になっている。

【0058】

図 4 は、特定の実施形態に対する、酸化還元対の酸化状態の関数として酸化剤が供給される陰極液の酸化（再生）効率を示したものである。酸化状態が 100% である場合、陰極液中のすべての酸化還元対は、その酸化した形態で存在している。酸化状態が 0% である場合、陰極液中のすべての酸化還元対は、その酸化した形態で存在していない。明確に分かるように、酸化効率は酸化状態の増加に応じて低下する。

【0059】

一般に、上で説明したように、圧縮機は、必要な速度より速い速度で酸化剤を再生セクションに供給し、したがって酸化状態は 100% に近いことが大いに考えられる。したがって過剰な量の酸化剤が供給されると酸化効率が低下する。

【0060】

したがって本発明の１つまたは複数の実施形態は、圧縮機をその最も有効な電力－空気点／sで利用している間、所望の酸化効率（または陽極液の場合であれば還元効率）を得るために、酸化還元対の酸化状態を許容可能な限界の間に維持することを目的としている。

【００６１】

図５は、本発明の一実施形態による燃料アセンブリの動作に対する、時間による陰極液中の酸化還元対の酸化状態の変化を示したものである。この実施形態では、酸化状態は、酸化効率を約９８％と５０％より少し上の間で最適化するために、７０％と８０％の間に維持されている。これは、電解質の酸化状態を監視し、かつ、圧縮機からの酸化剤の供給を必要に応じてターンオンまたはターンオフさせる信号を生成することによって実施される。図５のグラフを参照すると、０秒に等しい時間では電解質の酸化状態は８０％であり、酸化剤の供給はターンオフされ、つまり圧縮機はターンオフされている。０秒と４０秒の間は圧縮機はオフであり、したがって陰極液に酸化剤が供給されないため、酸化状態は、４０秒の間に７０％まで減少している。したがって陰極液中の酸化還元対の酸化状態は、陰極における酸化還元対の還元に応じて減少している。

【００６２】

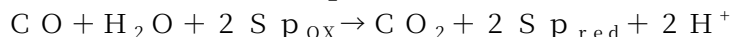
４０秒に等しい時間では、電解質の酸化状態は下側の閾値に達している。これにより監視デバイスは第２の信号を供給デバイスに送り、供給デバイスは、酸化剤を陰極液に供給するために圧縮機をターンオンすることによって応答する。図４のグラフの再生効率を見ると、陰極液の酸化状態が７０％である場合、酸化効率は１００％に近いことが分かる。したがって酸化状態を８０％と７０％の間に維持することにより、酸化効率は、約９８％と５０％より少し上の間になる。圧縮機は、その最も有効なレベルのうちの１つで運転され、したがって陰極における陰極液中の酸化還元対の還元速度を平衡させるために必要な速度よりはるかに速い速度で酸化剤を供給する。したがって酸化状態が急激に増加する。５０秒では、酸化状態は上側の閾値に達している。これにより監視デバイスは第２の信号を供給デバイスに送り、供給デバイスは、陰極液への酸化剤の供給をターンオフすることによって応答する。したがって陰極液に酸化剤が供給されず、再度酸化状態が減少する。

【００６３】

燃料電池をこの方法で動作させることにより、図６に示されているように、本発明の一実施形態による燃料電池の全電力出力における効率が改善される。

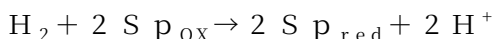
【００６４】

図７および８に示されている他の実施形態では、電解質は、陰極液の代わりに陽極液であり、通路６０２は、膜電極アセンブリ４０２の陽極領域の陽極１６０２に陽極液を提供する。陽極液中に存在する酸化還元対は、陽極１６０２における反応によって少なくとも部分的に酸化される。通路６０２は、次に、陽極液を通路６０２の戻りセクションから入口ポート９０２を介して再生セクション３０２へ戻す。この実施形態では、再生セクション３０２には、入口１３０２を介して、再生器へ戻される陽極液の酸化還元対を少なくとも部分的に還元するように作用する還元剤燃料の流れがさらに供給される。還元反応は、以下に従うことができる（Ｓｐは酸化還元対種であり、一酸化炭素は燃料である）。



【００６５】

任意選択で還元反応は、以下に従うことも可能である（Ｓｐは酸化還元対種であり、水素は燃料である）。



【００６６】

その還元された酸化状態の陽極液は、出口ポート１１０２を介して再生セクション３０２から回復され、陽極１６０２へ戻すために通路６０２にもう一度供給される前に貯蔵容器１４０２に保持することができる。再生された（還元された）陽極液は、陽極液溶液中の酸化還元対の酸化状態を知覚する監視デバイス８０２を通過する。監視デバイス８０２

は、酸化状態が予め設定された範囲内の酸化状態であるかどうかを示す、陽極液の酸化状態を表す信号を出力する。

【0067】

還元剤燃料供給デバイス1702は、監視デバイス802から出力される信号に応答するように配置されている。酸化状態が上側の閾値を超えたことを信号が示している場合、供給デバイスは、再生セクション302に導入されている還元剤燃料の量を多くする。酸化状態が下側の閾値未満に減少したことを信号が示している場合、供給デバイスは、再生セクション302に導入されている還元剤燃料の量を少なくする。信号は連続信号であってもよく、あるいは酸化レベルが高くなる方向に上側の閾値を交差したことを示す第1の信号、および酸化レベルが低くなる方向に下側の閾値を交差したことを示す第2の信号を含むことも可能である。

10

【0068】

図1および2を参照して説明した実施形態の場合と同様、再生成分は、再生器セクションに供給される前に圧縮機内で圧縮される。還元剤燃料を供給するために使用される圧縮機は、図3に示されているような空気圧縮機に対する、流量および圧力の関数としての効率の同様のマップを有していることが大いに考えられる。図3に示されているように、最大効率を得ることができる流量は、燃料電池内で必要な流量よりはるかに多く、これは、ガス状の燃料の場合にも同じく大いに考えられることである。酸化剤の場合と同様、圧縮された還元剤燃料を供給することは、良好に混合するように電解質中に燃料を導入する便利な方法である。

20

【0069】

図7および8に示されている燃料電池を上で説明したように動作させることにより、図5に示されているグラフと同様で、かつ、反転したグラフが得られる。0秒に等しい時間では電解質の酸化状態は下側の閾値にあり、還元剤燃料の供給はターンオフされ、つまり圧縮機はターンオフされることになる。圧縮機がオフであり、したがって陽極液に還元剤燃料が供給されないため、酸化状態は、一定の時間期間の間に上側の閾値まで増加する。したがって陽極液中の酸化還元対の酸化状態は、陽極における酸化還元対の酸化に応じて増加する。

【0070】

酸化状態が上側の閾値に達すると、監視デバイスは第2の信号を供給デバイスに送り、供給デバイスは、還元剤燃料を陽極液に供給するために圧縮機をターンオンすることによって応答する。圧縮機は、その最も有効なレベルのうちの1つで運転され、したがって陽極における陽極液中の酸化還元対の酸化速度を平衡させるために必要な速度よりはるかに速い速度で還元剤燃料を供給する。したがって酸化状態が急激に減少する。酸化状態が下側の閾値に達すると、監視デバイスは第2の信号を供給デバイスに送り、供給デバイスは、陽極液への還元剤燃料の供給をターンオフすることによって応答する。したがって陽極液に還元剤燃料が供給されず、再度酸化状態が増加する。

30

【0071】

燃料電池をこの方法で動作させることにより、図6に示されている方法と同様の方法で、本発明の一実施形態による燃料電池の効率が改善される。

40

【0072】

本明細書において使用されているように、「一実施形態」または「実施形態」に対する参照は、すべて、その実施形態に関連して説明されている特定の要素、特徴、構造または特性が少なくとも1つの実施形態に含まれていることを意味している。本明細書の様々な場所における「一実施形態では」という語句または「実施形態では」という語句の出現は、必ずしもそのすべてが同じ実施形態を意味しているわけではない。

【0073】

本明細書において使用されているように、「備える」、「備えている」、「含む」、「含んでいる」、「有する」、「有している」という用語は、またはそれらの任意の他の変形には、非排他的包含をカバーすることが意図されている。例えば要素のリストを備えた

50

プロセス、方法、物品または装置は、必ずしもこれらの要素のみに限定されず、明確にリストに挙げられていない、あるいはこのようなプロセス、方法、物品または装置に固有の他の要素を含むことも可能である。さらに、そうではないことが明確に言及されていない限り、「または」は、包含的なまたはを意味しており、排他的なまたはを意味していない。例えば条件 A または B は、A が真であり（あるいは存在し）、かつ、B が偽である（あるいは存在していない）、A が偽であり（あるいは存在せず）、かつ、B が真である（あるいは存在している）、および A と B の両方が真である（あるいは存在している）のうちのいずれか 1 つによって満足される。

【0074】

さらに、単数形の表現は、本発明の要素および構成要素を説明するために使用されている。これは、単数形の表現を使用することが単に便利であることによるものであり、本発明の一般的な意味を与えるためのものにすぎない。この記述を、1 つまたは少なくとも 1 つ、および単一を含むものと解釈してはならず、そうではないことを明確に意味していない限り、複数を同じく含む。

【0075】

図 1、2、7 および 8 を参照して説明した実施形態は、酸化還元対の酸化状態を測定するための単一の監視デバイス 801、802 を使用している。しかしながら実施形態は、通路 601、602 の周りの様々なポイントに置くことができる 2 つ以上の監視デバイスを使用して動作させることも可能である。酸化状態が監視されるポイント間、および燃料および/または酸化剤が供給されるポイント間の遅延は、電解質の酸化還元対蓄積容量が遅延を補償し、あるいは遅延を「平滑」にするのに不十分である場合、適切に補償しなければならないことになる。

【0076】

さらに、酸化剤供給デバイス 1701 または還元剤燃料供給デバイス 1702 は、燃料電池がエネルギーを提供するシステムの知覚された挙動に従って酸化剤または還元剤燃料の供給を調整するための予測制御理論に従って構成することができる。例えば車両システムでは、供給デバイス 1701 または 1702 のいずれか一方によって知覚された絞りの増加は、その絞りの増加の結果として生じるエネルギー供給増加要求のため、酸化還元対の余分の消費を見越して、酸化剤または還元剤燃料の供給を多くすることになる。

【0077】

本発明による 1 つまたは複数の実施形態は、再生セクション 301 への酸化剤の供給を参照して説明されている。このような酸化剤の非制限の例は、純酸素ガスであっても、あるいは工業的に供給される意味で少なくとも純粋であり、また、空気などの気体の混合物に、または酸素を解放して陰極液中の酸化還元対を酸化させることができる化合物の形態に、あるいはそれらの組合せに供給される生産公差の範囲内で純粋であってもよい。同様に、本発明による 1 つまたは複数の実施形態は、一酸化炭素または水素などの還元剤燃料の供給を参照して説明されているが、例えば他の還元剤を使用することも可能である。

【0078】

分かりやすくするために、本発明による実施形態は、電解質中の酸化還元対を参照して説明されている。電解質は多数の酸化還元対を含むことができることを認識されたいが、単一の酸化還元対に対するこのような参照は、電解質の平均的な酸化状態を示しているか、あるいは文脈および本明細書による電解質の領域は、それに応じて解釈しなければならない。

【0079】

以上の説明に鑑みて、本発明の範囲内で様々な修正を加えることができることは当業者には明らかであろう。例えば監視デバイスから出力される信号は、再生された電解質の一定の範囲内の酸化状態を示す必要はなく、酸化状態が一定の酸化状態範囲の境界閾値を超えているか、あるいはそれ未満に減少しているか否かを単純に示すだけでよい。任意選択で、監視デバイスから出力される信号は、上側に向かう方向または下側に向かう方向から境界条件を超えたか否かを単純に示すことができる。

【0080】

さらに、供給デバイスによる酸化剤または燃料のいずれかの供給の減少は部分的な減少であってもよく、あるいは供給を完全にターンオフすることも可能である。供給デバイスによる酸化剤または燃料のいずれかの供給の増加は、供給デバイスの最も有効な速度まで増加させることができる。

【0081】

白金または多孔性網状炭素などの任意の適切な知られている陰極材料を使用することができる。

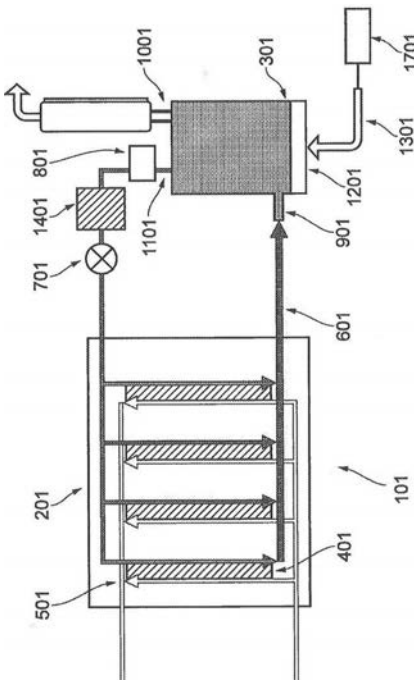
【0082】

ガス状酸化剤または還元剤燃料は、供給デバイスとして作用する圧縮機から圧縮形態で供給することができる。ガス状酸化剤または還元剤は、気泡を生成するために多孔性膜を介して導入されているが、他の混合方法は、ガススパージング、プランジングジェットミキサー、スタティックミキサー、ならびに化学産業でよく知られている他の技法を含む。

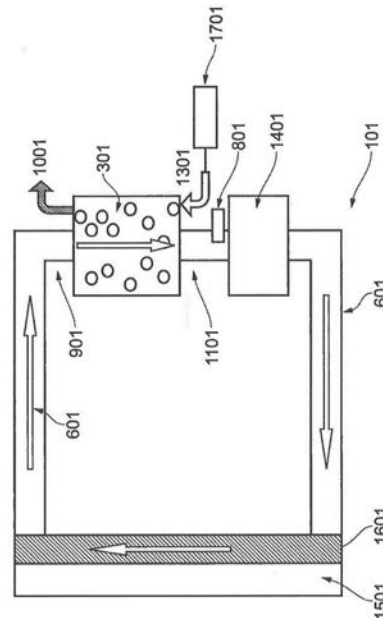
【0083】

本開示の範囲は、特許請求される発明に関連しているか否か、あるいは本発明によって対処される問題のいくつか、あるいはすべてを軽減するか否かに無関係に、任意の新規な特徴もしくは本開示で開示されている、明確に、または暗に示されている特徴の組合せ、あるいはそれらの任意の一般化を含む。本出願人は、ここに、本出願の手続追行の間、あるいは本出願から引き出される任意の他の出願の手続追行の間、このような特徴に対して新しい特許請求を明確に系統立てて説明することができることを通知する。詳細には、添付の特許請求の範囲を参照すると、従属請求項の特徴は独立請求項の特徴と組み合わせることができ、また、個々の独立請求項の特徴は、任意の適切な方法で組み合わせることができ、特許請求の範囲には特定の組合せがただ単に挙げられているわけではない。

【図1】



【図2】



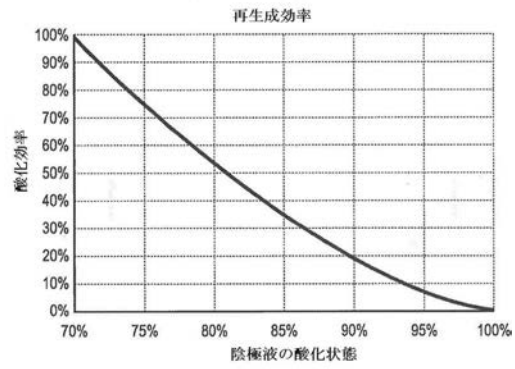
【図 3】

流量 リットル /分	空気圧バールゲージ									
	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2
240	17%									
359	38%	21%								
599	43%	32%								
719	47%	35%								
988	47%	53%	48%							
1078	44%	53%	55%	41%						
1318	46%	56%	59%	55%	58%					
1438	37%	51%	56%	61%	51%					
1677	40%	56%	61%	62%	65%					
2037	34%	50%	58%	62%	65%	54%				
2156	31%	47%	56%	61%	64%	62%				
2366	28%	47%	57%	64%	68%	68%	64%			
2516	28%	43%	53%	60%	64%	67%	68%	68%		
2755	23%	40%	53%	58%	64%	66%	68%	70%	68%	
2875	21%	38%	51%	61%	67%	71%	72%	71%	70%	
3115	19%	33%	44%	51%	57%	62%	65%	68%	70%	
3235	18%	34%	46%	56%	62%	67%	71%	72%	72%	
3474		32%	45%	56%	65%	71%	72%	73%	74%	75%
3594		31%	44%	55%	65%	70%	72%	73%	74%	75%
3833		30%	43%	53%	59%	64%	68%	71%	73%	74%
3953		29%	40%	49%	56%	62%	66%	70%	73%	74%
4193		27%	37%	46%	54%	62%	66%	70%	73%	74%
4313		26%	36%	45%	54%	61%				

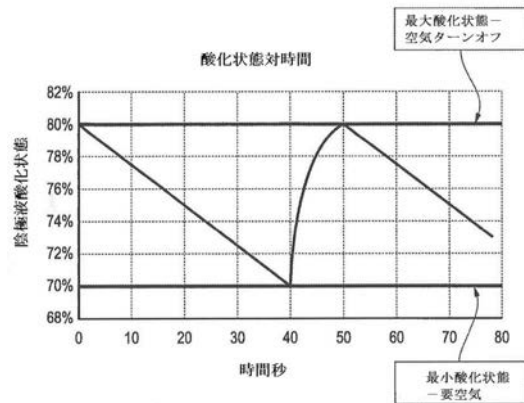
典型的な最小
電力空気要求
領域典型的な最大
電力空気設計点

不可能

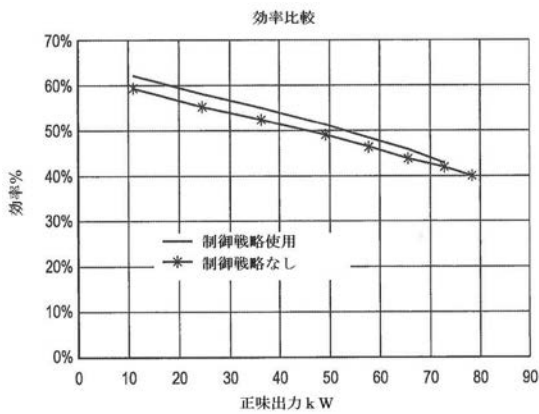
【図 4】



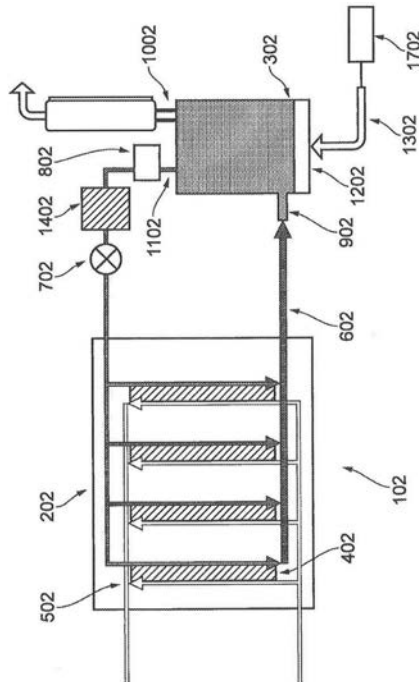
【図 5】



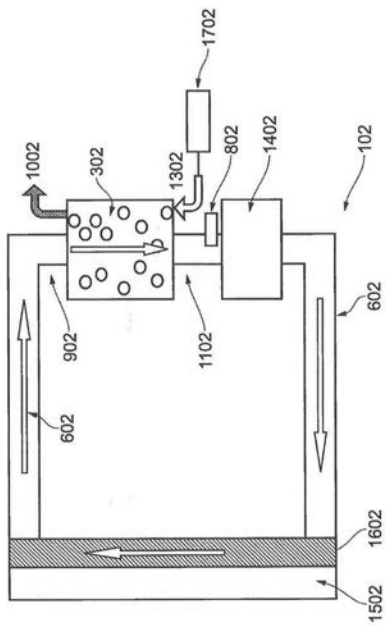
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/GB2014/053322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01M8/18 H01M8/20 H01M4/86 H01M4/90 H01M8/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 396 687 A (KUMMER JOSEPH T ET AL) 2 August 1983 (1983-08-02) column 1, line 64 - column 2, line 67; examples 1-4 -----	1,39
Y	US 2004/126641 A1 (PEARSON MARTIN T [CA] ET AL) 1 July 2004 (2004-07-01) paragraph [0033] - paragraph [0042] paragraph [0070] - paragraph [0074] -----	1,39
Y	GB 2 500 031 A (ACAL ENERGY LTD [GB]) 11 September 2013 (2013-09-11) page 6, line 20 - page 7, line 21; claims 1-38 -----	1,39
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
16 December 2014		23/12/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Wiedemann, Eric

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2014/053322

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4396687	A	02-08-1983	NONE	

US 2004126641	A1	01-07-2004	NONE	

GB 2500031	A	11-09-2013	EP 2823530 A1	14-01-2015
			GB 2500031 A	11-09-2013
			WO 2013132258 A1	12-09-2013

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100174137
弁理士 酒谷 誠一

(74)代理人 100184181
弁理士 野本 裕史

(72)発明者 ロングマン, ロバート
イギリス ダブリューエー7 4キューエックス チェシャー ランコーン, ザ ヘルス ビジネス
アンド テクニカル パーク, アカル エネルギー リミテッド内

Fターム(参考) 5H026 AA10 HH05 RR07

5H127 AA10 AB04 AC15 BA01 BA02 BA21 BA28 BA57 BB03 BB06
BB13 BB37 DB04 DB24 DB71 DC05 DC25 DC81