

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6080223号  
(P6080223)

(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)

(51) Int. Cl.		F I	
HO 1 M	8/18 (2006.01)	HO 1 M	8/18
HO 1 M	8/10 (2016.01)	HO 1 M	8/10
HO 1 M	4/92 (2006.01)	HO 1 M	4/92
HO 1 M	8/02 (2016.01)	HO 1 M	8/02 E
HO 1 M	8/04 (2016.01)	HO 1 M	8/04 J

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2014-519571 (P2014-519571)	(73) 特許権者	598080163
(86) (22) 出願日	平成24年7月13日(2012.7.13)		フラウンホッフアーゲゼルシャフト ツ
(65) 公表番号	特表2014-523092 (P2014-523092A)		アー フェーデルング デア アンゲバン
(43) 公表日	平成26年9月8日(2014.9.8)		テン フォルシュング エー ファー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2012/063784		ドイツ連邦共和国、80686 ミュンヘ
(87) 国際公開番号	W02013/007817		ン、ハンザシュトラーセ 27シー
(87) 国際公開日	平成25年1月17日(2013.1.17)	(74) 代理人	110000877
審査請求日	平成27年7月1日(2015.7.1)		龍華国際特許業務法人
(31) 優先権主張番号	102011107185.0	(72) 発明者	ノアック、ジェンス
(32) 優先日	平成23年7月13日(2011.7.13)		ドイツ連邦共和国、80686 ミュンヘ
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		ン、ハンザシュトラーセ 27シー フラ
			ウンホッフアーゲゼルシャフト ツアー
			フェーデルング デア アンゲバンテン
			フォルシュング エー ファー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空気呼吸式燃料電池、電池スタックおよび電池スタックのバッテリーとしての利用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード半電池およびカソード半電池と、  
前記アノード半電池と前記カソード半電池との間に導入された第 1 イオン伝導性膜および第 2 イオン伝導性膜と

を備え、

前記第 2 イオン伝導性膜は、少なくとも前記カソード半電池側の領域において、酸素還元触媒でコーティングされており、

負の標準電極電位を有するイオンを酸化させる酸化ゾーンが、前記第 1 イオン伝導性膜と前記第 2 イオン伝導性膜との間に設けられる、空気または酸素により前記イオンの酸化を引き起こす空気呼吸式燃料電池。

【請求項 2】

前記イオンは前記アノード半電池内に含まれ、

前記イオンは、 $V^{2+}$ 、 $U^{3+}$ 、 $Ti^{3+}$ 、 $Ti^{2+}$ 、 $In^{2+}$ 、 $In^{+}$ 、 $Cr^{2+}$ 、 $Eu^{2+}$ 、 $SO_6^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $SO_3^{-}$ 、 $H_2PO_2^{-}$ 、 $HPO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $BH_4^{-}$ 、 $Sn^{2+}$ 、 $Hsno_2^{-}$ 、 $AsO_2^{-}$ 、 $SbO_2^{-}$  から成る群より選択される、請求項 1 に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 3】

酸素と空気とのうち少なくとも一方は前記カソード半電池に含まれ、酸素と空気とのうち少なくとも一方である酸化剤は前記酸化ゾーンに含まれる、請求項 1 または 2 に記載の

空気呼吸式燃料電池。

【請求項 4】

前記アノード半電池は、炭素プレートと、多孔質炭素材料とを有し、

前記多孔質炭素材料は、前記炭素プレートと前記第 1 イオン伝導性膜とに接触している、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 5】

前記カソード半電池は、炭素プレートと、炭素から成る気体拡散層とを有し、

前記炭素から成る気体拡散層は、前記炭素プレートと前記第 2 イオン伝導性膜とに接触している、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 6】

前記酸化ゾーンは、

a) 硫酸とリン酸とのうち少なくとも一方である酸性溶液、または

b) 水酸化ナトリウム溶液と水酸化カリウム溶液とのうち少なくとも一方である塩基性溶液、または

c) 塩化ナトリウムと塩化カリウムとのうち少なくとも一方である中性塩溶液

を有する、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 7】

前記酸化ゾーンは、前記イオンの酸化を可能とする標準電極電位を有する多孔質補助電極を有する、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 8】

前記酸素還元触媒は、特に白金、ルテニウム、パラジウム、およびロジウムである貴金属と、前記貴金属の合金とから成る群から選択される、請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 9】

前記酸化ゾーンは、供給管および排出管を介して検出器に接続される構成と、検出器を有する構成とのうち少なくとも一方の構成を有し、

前記検出器は、前記酸化ゾーンの還元剤のタイプおよび濃度を判断するのに適しており、かつ、UV/VIS 分光計と電圧測定装置とのうち少なくとも一方である、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の空気呼吸式燃料電池の 2 つ以上により構成される電池スタック。

【請求項 11】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項の空気呼吸式燃料電池、または請求項 10 の電池スタックのバッテリーとしての利用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願発明は、アノード半電池とカソード半電池とを有する、空気または酸素によりイオンの酸化を引き起こす空気呼吸式燃料電池に関する。半電池同士の間には第 1 イオン伝導性膜と第 2 イオン伝導性膜とが導入される。第 2 イオン伝導性膜は、少なくともカソード半電池側の領域において、酸素還元触媒でコーティングされている。本願発明に係る空気呼吸式燃料電池において、負の標準電極電位を有するイオンを酸化させる酸化ゾーンが、イオン伝導性膜同士の間には設けられる。

【背景技術】

【0002】

従来技術に係る空気呼吸式燃料電池の典型的な例には、本明細書においてレドックスバッテリーと呼ぶバナジウム/空気燃料電池 (DE 692 17 725 T2) がある。この特定の実施形態の場合、アノードにおいて、2 価バナジウムが酸化されて 3 価バナジウムを形成し、カソードにおいて、酸素が還元され、プロトンと反応し水を形成する。

10

20

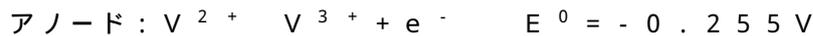
30

40

50

## 【0003】

化学反応は以下のようなものである。



## 【0004】

この場合、電気化学電池は、イオン伝導性（ここではプロトン伝導性）の膜により互いに分け隔てられる2つの半電池から成る。カソードにおける酸素還元は、炭素電極上の触媒によって可能となる。膜（膜電極部）のカソード側に触媒/炭素混合物が塗布され、触媒/炭素混合物は炭素から成る気体拡散層と接触し、そして炭素プレートと接触する。アノード半電池は、多孔質炭素材料に接触する炭素プレートから成る。多孔質炭素材料によって表面積が大きくなり、よって、出力密度が高くなる。典型的には黒鉛フェルトである多孔質炭素材料は、アノード側において、触媒のコーティングがされていない膜と接触する。

10

## 【0005】

さらに、従来技術のこの例において、2価バナジウムイオンの酸性溶液がアノード半電池を通してポンプ式で取り出され、カソード半電池を通して空気が導かれる。2つの半電池の炭素電極間で端子電圧が設定される。回路が閉じられると、消費部材を介してアノードからカソードへと電子が移動する。

## 【0006】

イオン伝導性膜は媒体に対し100%の不浸透性を有さないので、2価バナジウムイオンの酸性溶液は膜を通して、適用された触媒層に到達する。よって部分反応の電位差により、貴金属粒子において以下の反応が起こる。

20



## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

触媒層において気体水素が生成されるので、例えば個々の粒子を分離することにより、触媒層での変化が起こる。このことにより、酸素還元反応の速度、よって、電池の総出力が急激に低下する。加えてこの効果は、電池を通る電流電導により、およびそれに伴う、カソードへのバナジウムイオンの電子移動によって促進される。

30

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

この課題は、請求項1に記載の空気呼吸式燃料電池、および、請求項10に記載の電池スタックを提供することにより、並びに、請求項11に記載の空気呼吸式燃料電池の利用により解決される。請求項2～9は、空気呼吸式燃料電池の有利な実施形態を示す。

## 【0009】

一般的に、負の標準電極電位を有するイオンが触媒層に到達するのを防ぐ必要がある。バナジウムイオンの例において、2価バナジウムイオンが貴金属の触媒層に到達するのを防ぐ必要がある。3価バナジウムイオンは標準電位が正なので白金上で水素を生成しない。

40

## 【0010】

このことは本願発明に係る、空気または酸素によりイオンの酸化を引き起こす空気呼吸式燃料電池によって達成される。空気呼吸式燃料電池は、アノード半電池およびカソード半電池と、アノード半電池とカソード半電池との間に導入された第1イオン伝導性膜および第2イオン伝導性膜とを備え、第2イオン伝導性膜は、少なくともカソード半電池側の領域において、酸素還元触媒でコーティングされており、負の標準電極電位を有するイオンを酸化させる酸化ゾーンが、第1イオン伝導性膜と第2イオン伝導性膜との間に設けられる。イオン伝導性膜はプロトン伝導性膜として設計され得る。酸化ゾーンを用いること

50

により、負の標準電極電位を有するイオンが触媒層に到達するのを防ぐことが出来る。

【0011】

有利な実施形態に係る空気呼吸式燃料電池において、イオンはアノード半電池内に含まれ、好ましくはイオンは、 $V^{2+}$ 、 $U^{3+}$ 、 $Ti^{3+}$ 、 $Ti^{2+}$ 、 $In^{2+}$ 、 $In^{+}$ 、 $Cr^{2+}$ 、 $Eu^{2+}$ 、 $SO_6^{2-}$ 、 $SO_4^{2-}$ 、 $SO_3^{-}$ 、 $H_2PO_2^{-}$ 、 $HPO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $BH_4^{-}$ 、 $Sn^{2+}$ 、 $H_2SnO_2^{-}$ 、 $AsO_2^{-}$ 、 $SbO_2^{-}$  から成る群より選択される。

【0012】

空気呼吸式燃料電池は酸素および/または空気をカソード半電池内に備え得る。

【0013】

空気呼吸式燃料電池の酸化ゾーンは、好ましくは酸性溶液、塩基性溶液、または中性塩溶液であり、特に好ましくは、硫酸および/またはリン酸、または水酸化ナトリウム溶液、または水酸化カリウム溶液、および/または塩化ナトリウムの塩溶液、および/または塩化カリウムである、溶液を有し得る。

【0014】

本願発明によると酸化ゾーンは、貯蔵容器への接続を確立する供給管および排出管（つまり、入口開口および出口開口）を有し得る。加えて、循環系内のポンプにより、循環を実現し得る。

【0015】

動作時間が長くなると、アノード半電池からのイオン（例えばバナジウムイオン）が、酸化ゾーンに蓄積し、その濃度が高くなる。溶液は、遅くともイオン溶解限度に達する直前に、イオンを含まない、またはイオンの少ない溶液と取り換えられてもよい。さらに他の実施形態においては、溶液内でのイオンの沈殿を防ぐべく、溶液からイオンを継続的に分離してもよい。イオンのタイプおよびイオンの濃度の検出は、いずれのポイントで実行してもよく、好ましくは、循環系内の酸化ゾーンと、イオン溶液の貯蔵容器との間で実行される。

【0016】

本願発明に係る一実施形態において、酸化ゾーンは、好ましくは酸素および/または空気である酸化剤を備える。イオン伝導性膜はイオン（例えば $V^{2+}$ イオン）の拡散を完全には防げないので、イオンはアノード半電池からカソード半電池へ、よって、触媒へと通過し得る。酸化ゾーンにおける適した酸化剤は、イオンを酸化出来（例えば $V^{2+}$ イオンを $V^{3+}$ に）、結果的に、還元されたイオンがカソード半電池の触媒に到達するのを防ぐことが出来る。このことは、例えば酸化剤として空気/酸素を用いて掃気を行うことにより起こり得る。

【0017】

本願発明によると、酸化ゾーンは、イオンの酸化を可能とする標準電極電位を有する多孔質補助電極も備える。

【0018】

好ましい実施形態において、酸化ゾーンは、供給管および排出管を介して検出器に接続され、および/または、検出器を備える。ここで検出器は、酸化ゾーンの還元剤のタイプおよび濃度を判断するのに適したものである。イオンの濃度およびタイプを検出することにより、酸化剤（例えば空気/酸素）の供給の制御が可能となる。酸化ゾーンでのイオン（例えば、 $V^{2+}$  および  $V^{3+}$ ）の検出は、例えばUV/VIS分光分析により、または、基準電極と炭素電極との間の電位を測定することにより、溶液内で実行することが出来る。よって、特定の好ましい実施形態において検出器は、UV/VIS分光計および/または電圧測定装置である。

【0019】

空気呼吸式燃料電池のアノード半電池は、炭素プレートと、好ましくは黒鉛フェルトである多孔質炭素材料とを備えており、多孔質炭素材料は炭素プレートと第1イオン伝導性膜とに接触している。

10

20

30

40

50

## 【0020】

好ましくは、カソード半電池は、炭素プレートと、炭素から成る気体拡散層とを備えており、炭素から成る気体拡散層は、炭素プレートと第2イオン伝導性膜とに接触している。

## 【0021】

空気呼吸式燃料電池の触媒は、特に白金、ルテニウム、パラジウム、およびロジウムである貴金属と、貴金属の合金とから成る群から選択される。

## 【0022】

陰イオン半電池のイオン溶液は、供給管および排出管（つまり、入口開口および出口開口）により貯蔵容器へ接続され得る。イオン溶液を循環させるべく、循環系はポンプを備え得る。

10

## 【0023】

本願発明に係る一実施形態において、カソード半電池は、空気または酸素のための供給管および排出管（つまり、入口開口および出口開口）を備える。ここで空気または酸素は、空気/酸素源から弁および入口開口を介してカソード半電池へと移動し得る。電池の動作時間が長くなり、酸化ゾーンのイオンの濃度が上昇するにつれ、より多くのイオンがカソード半電池に到達する。水が生成されることにより、これらのイオンは出口開口を介して、空気または酸素の流れと共に分離タンクに導かれる。

## 【0024】

空気または酸素はさらに、消費された酸化剤（酸素による酸化）を再生すべく、分離タンクから酸化剤の貯蔵タンクへと導かれ得る。余剰の空気/酸素は、酸化剤の貯蔵タンクの排出空気開口を介して排出され得る。

20

## 【0025】

本願発明に係る空気呼吸式燃料電池を組み合わせ、複数の個々の電池をスタック化することにより電池スタックを形成することが出来る。ここで電池スタックは、並列または直列接続され得る。電池スタックの電圧が電池の個々の電池電圧の合計となるよう、個々の電池が電氣的に接続され得る。

## 【0026】

本願発明において、空気呼吸式燃料電池または電池スタックはバッテリーとして用いられ得る。

30

## 【0027】

本願発明に係る主題を、以下の図面および実施例を参照してより詳細に説明する。なお本願発明に係る主題は、以下に示される特定の実施形態に限定されない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0028】

【図1】本願発明の一実施形態に係る空気呼吸式燃料電池の構成を示す概略図である。

【図2】好ましい設計を有する空気呼吸式燃料電池を動作させるための好ましいシステムを示す概略図である。

【図3】本願発明に係る空気呼吸式燃料電池の放電テストの結果を示す。

【図4】本願発明に係る燃料電池の空洞において測定された電池電圧、およびネルンスト電位の実験結果の要約を示す。

40

## 【発明を実施するための形態】

## 【0029】

図1は、本願発明に係る空気呼吸式燃料電池の構成を示す。燃料電池は、アノード半電池Aとカソード半電池Eとを備える。当該2つの半電池A、Eの間に第1イオン伝導性膜Bと第2イオン伝導性膜Dとが導入される。第1イオン伝導性膜Bは、アノード半電池Aのカソード半電池E側に配置される。第2イオン伝導性膜Dは、カソード半電池Eのアノード半電池A側に配置される。カソード側において、イオン伝導性膜Dは酸素還元触媒によるコーティングを備える。負の標準電極電位を有するイオンを酸化させる酸化ゾーンCが、イオン伝導性膜B、Dの間に位置付けられている。さらに、アノード半電池Aは、イ

50

オン溶液のための入口開口Fと出口開口Iとを備える。カソード半電池Eは、空気/酸素のための入口開口Hと出口開口Kとを備える。酸化ゾーンCは、酸化性溶液（例えば空気/酸素を含有する酸性または塩基性の溶液）のための入口開口Gと出口開口Jとを備える。

#### 【0030】

図2は、本願発明に係る空気呼吸式燃料電池を動作させる好ましいシステムを示す。燃料電池は図1に示されるように構成されている。動作の間、イオン溶液はポンプP1を介してイオン溶液のための貯蔵タンクLからポンプ式で取り出され、入口開口Fを通過してアノード半電池Aへ入り、出口開口Iから出て、貯蔵タンクLへ再び戻る。酸性または塩基性の溶液のための貯蔵タンクNから溶液がポンプP2を介してポンプ式で取り出され、溶液は測定ポイントM（例えばUV/VIS分光計）を通過し、入口開口Gを通過し、酸化ゾーンCへ入り、出口開口Jから出て、貯蔵タンクNへ再び戻る。空気/酸素源Qを介して空気/酸素が弁Vを通過し、入口開口Hを介しカソード半電池Eへ導かれ、水/金属イオン/空気を分離するため出口開口Kを通過し、タンクOへと導かれる。タンクOは、空気/酸素のための出口開口を備え、場合によっては空気/酸素は当該出口開口を通過し、溶液を空気/酸素で飽和させるべく酸性または塩基性の溶液のための貯蔵タンクNへとガイドされる。この場合、貯蔵タンクNは、余剰の空気/酸素を排出し、気体の通過流を実現する排出空気開口Sを備える。

10

#### 【0031】

図3は、2つの膜および中間領域を有する空気呼吸バナジウム/酸素燃料電池の電池電圧および電位を示す。測定の始め、よって、電流伝導の始めにおいて、電池電圧は1.35Vから0.85Vへ低下した。8時間後、放電が終了する電圧である0Vに達した。サンプリングされた容量はおよそ8Ahであり、理論値の93%であった。始めに空洞において測定されたネルンスト電位は、およそ+0.25Vであり、およそ70mVまで急速に低下し、その後最終的に再び上昇した。

20

#### 【0032】

図4は、空気呼吸バナジウム/酸素燃料電池の空洞における電池電圧およびネルンスト電位を示す。空洞Cの液体の循環において、バナジウムイオンの酸化剤としての空気の体積流量を変化させた。放電後およそ7分で空洞Cの空気による掃気は中止され、およそ14分後になって再開された。空気による掃気を中止した後、電位は0まで非常に急激に低下し、再開されると再び上昇した。

30

#### 【0033】

##### 実施例1

図1の図に従って、 $51\text{ cm}^2$ の幾何学的な活性膜を備える電池を構成した。膜電極部は、白金と炭素との混合物から成るコーティングを片側に有するNAFION（登録商標）117（米国DuPont）から成る。白金の含有量は $2\text{ mg/cm}^2$ に対応した。アノード半電池と空洞との間の膜は、NAFION（登録商標）117（米国DuPont）であった。膜電極部のコーティングされた側と、通過流チャンネルを備えた黒鉛複合材プレート（PPG 86、ドイツEisenhuth）との間に、気体拡散電極（25BC、ドイツSGL-Carbon）が配置された。アノード半電池の電極として、同じタイプの、通過流チャンネルを備えない黒鉛複合材プレートが用いられた。黒鉛複合プレートと膜との間には、5mm厚さの黒鉛フェルト（GFA5、ドイツSGL-Carbon）が配置された。アノード半電池とカソード半電池との間の空洞は、厚さが30mmであり、1つのガラス炭素電極、および1つの $\text{Hg/Hg}_2\text{SO}_4$ 基準電極の配置が可能であった。2つの半電池および空洞は、液体媒体のための供給管および排出管を有する。アノード半電池は、貯蔵容器からの $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$ および $0.05\text{ M H}_3\text{PO}_4$ 内の $1.6\text{ M VSO}_4$ 溶液を200mlだけ用いて継続的に掃気された。理論容量は8.6Ahであった。空洞は、貯蔵容器からの $2\text{ M H}_2\text{SO}_4$ 溶液を用いて継続的に掃気された。硫酸溶液は、貯蔵容器内の空気を用いて掃気された。通過流質量制御器（mass thorough flow regulator）を用いて、 $60\text{ ml/min}$ の体積流量の

40

50

空気がカソード半電池を通して貯蔵容器へ導かれた。生成された水は、貯蔵容器によって収集された。放電テストは、1 Aの放電電流で、定電位電解装置 (Modulab、米国Solartron)、およびさらに接続された増幅器 (Boost 12 V / 20 A、米国Solartron) を用いて実施された。測定の始まりにおけるネルンスト電位の急激な低下 (図3参照) は、電流伝導に伴う電子移動に起因する、空洞内の2価バナジウムイオンの著しい増加によって説明することが出来る。2価バナジウムの濃度の上昇は、空気/酸素による溶液の掃気に起因して3価バナジウムを形成する酸化の平衡が得られるまで続いた。電位のさらなる上昇、よって2価バナジウムの濃度の低下は、陽極液内の2価バナジウムの濃度の低下によって引き起こされた。

【0034】

10

実施例2

他の実験において、実施例1に従って構成された燃料電池の空気による掃気は、およそ7分の放電時間の後に注意された。電位はこの時間から、およそ臨海値である - 0.05 Vまで低下した。空気による掃気を再開することにより、2価バナジウム ( $V^{2+}$ ) が酸化し、電位は再び上昇した (図4参照)。その直度にテストが繰り返されたが、空気の供給は完全には中止されず、体積流量が減少させられ、最終的に再び増加させられた。

なお、上記の実施形態によれば、以下の構成もまた開示される。

[項目1]

アノード半電池およびカソード半電池と、  
前記アノード半電池と前記カソード半電池との間に導入された第1イオン伝導性膜および第2イオン伝導性膜と  
を備え、

20

前記第2イオン伝導性膜は、少なくとも前記カソード半電池側の領域において、酸素還元触媒でコーティングされており、

負の標準電極電位を有するイオンを酸化させる酸化ゾーンが、前記第1イオン伝導性膜と前記第2イオン伝導性膜との間に設けられる、空気または酸素により前記イオンの酸化を引き起こす空気呼吸式燃料電池。

[項目2]

前記イオンは前記アノード半電池内に含まれ、  
好ましくは前記イオンは、 $V^{2+}$ 、 $U^{3+}$ 、 $Ti^{3+}$ 、 $Ti^{2+}$ 、 $In^{2+}$ 、 $In^{+}$ 、 $Cr^{2+}$ 、 $Eu^{2+}$ 、 $S_2O_6^{2-}$ 、 $S_2O_4^{2-}$ 、 $S_2O_3^{-}$ 、 $H_2PO_2^{-}$ 、 $HPO_3^{2-}$ 、 $SO_3^{2-}$ 、 $BH_4^{-}$ 、 $Sn^{2+}$ 、 $H_2SnO_2^{-}$ 、 $AsO_2^{-}$ 、 $SbO_2^{-}$ から  
成る群より選択される、項目1に記載の空気呼吸式燃料電池。

30

[項目3]

好ましくは酸素と空気とのうち少なくとも一方である酸化剤は、前記カソード半電池と前記酸化ゾーンとのうち少なくとも一方に含まれる、項目1または2に記載の空気呼吸式燃料電池。

[項目4]

前記アノード半電池は、炭素プレートと、好ましくは黒鉛フェルトである多孔質炭素材料とを有し、

40

前記多孔質炭素材料は、前記炭素プレートと前記第1イオン伝導性膜とに接触している、項目1から3のいずれか1項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[項目5]

前記カソード半電池は、炭素プレートと、炭素から成る気体拡散層とを有し、  
前記炭素から成る気体拡散層は、前記炭素プレートと前記第2イオン伝導性膜とに接触している、項目1から4のいずれか1項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[項目6]

前記酸化ゾーンは、  
a) 好ましくは硫酸とリン酸とのうち少なくとも一方である酸性溶液、または  
b) 好ましくは水酸化ナトリウム溶液と水酸化カリウム溶液とのうち少なくとも一方で

50

ある塩基性溶液、または

c) 好ましくは塩化ナトリウムと塩化カリウムとのうち少なくとも一方である中性塩溶液

を有する、項目 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[ 項目 7 ]

前記酸化ゾーンは、前記イオンの酸化を可能とする標準電極電位を有する多孔質補助電極を有する、項目 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[ 項目 8 ]

前記酸素還元触媒は、特に白金、ルテニウム、パラジウム、およびロジウムである貴金属と、前記貴金属の合金とから成る群から選択される、項目 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[ 項目 9 ]

前記酸化ゾーンは、供給管および排出管を介して検出器に接続される構成と、検出器を有する構成とのうち少なくとも一方の構成を有し、

前記検出器は、前記酸化ゾーンの還元剤のタイプおよび濃度を判断するのに適しており、かつ好ましくは、UV/VIS 分光計と電圧測定装置とのうち少なくとも一方である、項目 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の空気呼吸式燃料電池。

[ 項目 10 ]

項目 1 から 9 のいずれか 1 項の空気呼吸式燃料電池の 2 つ以上により構成される電池スタック。

[ 項目 11 ]

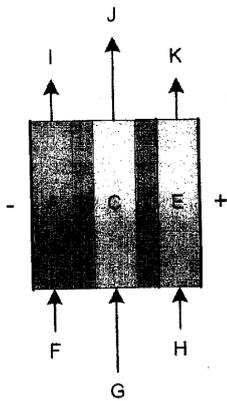
項目 1 から 9 のいずれか 1 項の空気呼吸式燃料電池、または項目 10 の電池スタックのバッテリーとしての利用。

10

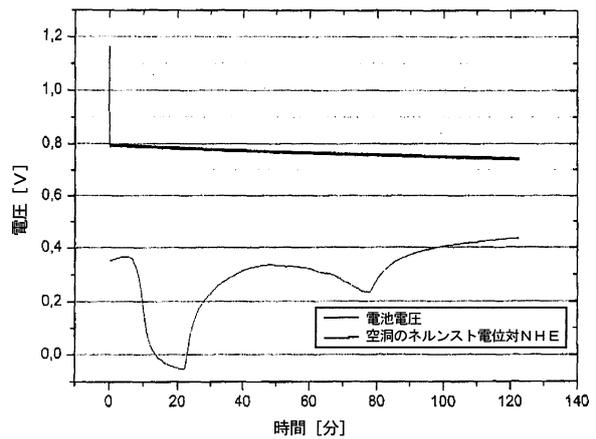
20

【 図 1 】

Figur 1

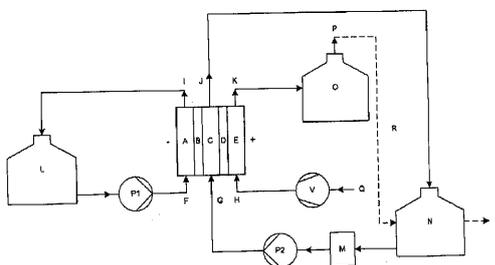


【 図 3 】

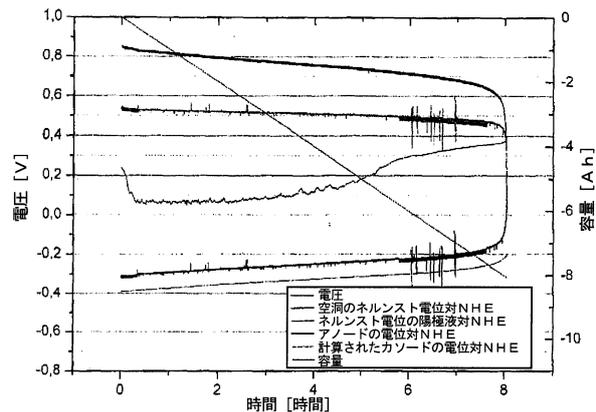


【 図 2 】

Figur 2



【 図 4 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 バーガー、トーマス  
ドイツ連邦共和国、80686 ミュンヘン、ハンザシュトラッセ 27シー フラウンホッフア  
ー-ゲゼルシャフト ツアー フェーデルング デア アンゲバンテン フォルシュング エー  
ファー内
- (72)発明者 ツブケ、ジェンス  
ドイツ連邦共和国、80686 ミュンヘン、ハンザシュトラッセ 27シー フラウンホッフア  
ー-ゲゼルシャフト ツアー フェーデルング デア アンゲバンテン フォルシュング エー  
ファー内
- (72)発明者 ピンクワート、カルステン  
ドイツ連邦共和国、80686 ミュンヘン、ハンザシュトラッセ 27シー フラウンホッフア  
ー-ゲゼルシャフト ツアー フェーデルング デア アンゲバンテン フォルシュング エー  
ファー内

審査官 佐藤 知絵

- (56)参考文献 特開平5-242905(JP,A)  
特開平6-103992(JP,A)  
特開2005-285356(JP,A)  
特開2004-335239(JP,A)  
特開2001-160409(JP,A)  
特開2002-231265(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M	8/18
H01M	4/92
H01M	8/02
H01M	8/10
H01M	8/04
H01M	12/08