

(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2006-19302

(P2006-19302A)

(43) 公開日 平成18年1月19日(2006.1.19)

| | | | | | | |
|---------------|------|-----------|--------|------|---|-------------|
| (51) Int. Cl. | | | F I | | | テーマコード (参考) |
| HO 1 M | 8/06 | (2006.01) | HO 1 M | 8/06 | R | 5HO26 |
| HO 1 M | 8/04 | (2006.01) | HO 1 M | 8/04 | J | 5HO27 |
| HO 1 M | 8/10 | (2006.01) | HO 1 M | 8/10 | | |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2005-193608 (P2005-193608) | (71) 出願人 | 390041542 |
| (22) 出願日 | 平成17年7月1日 (2005.7.1) | | ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ |
| (31) 優先権主張番号 | 10/882, 313 | | GENERAL ELECTRIC COMPANY |
| (32) 優先日 | 平成16年7月2日 (2004.7.2) | | アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1番 |
| (33) 優先権主張国 | 米国 (US) | (74) 代理人 | 100093908 |
| | | | 弁理士 松本 研一 |
| | | (74) 代理人 | 100105588 |
| | | | 弁理士 小倉 博 |
| | | (74) 代理人 | 100106541 |
| | | | 弁理士 伊藤 信和 |
| | | (74) 代理人 | 100129779 |
| | | | 弁理士 黒川 俊久 |

最終頁に続く

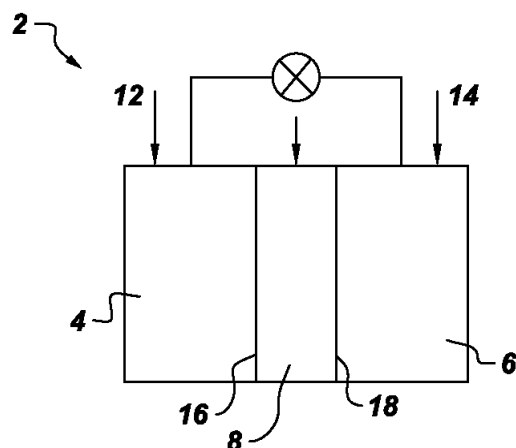
(54) 【発明の名称】 水素貯蔵ベースの再充電可能な燃料電池システム及び方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、水素化合物及び電気エネルギーの形態で水素を発生させることができるデュアルモードの電気化学システムに関する。

【解決手段】 デュアルモード電気化学システムは、水素を貯蔵可能な第1の電極(4)と、第2の電極(6)と、これらの間に介在された、実質的に電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜(8)と、電解質と、を含む。第1のモードにおいて、水と電気とが導入されると、デュアルモード電気化学システムは、電解質存在下で水を電解し、膜の両側で水素と酸素とを発生させる。水素は第1の電極(4)内に貯蔵される。第2のモードにおいては、第2の電極(6)に酸化剤が導入されると、デュアルモード電気化学システムは、貯蔵された水素と酸化剤とが膜(8)の両側で反応することによって水と電気とを発生させる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デュアルモード電気化学システムであって、
水素を貯蔵可能な第 1 の電極 (4) と、
第 2 の電極 (6) と、

これらの間に介在された、実質的に電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜 (8) と

、電解質と、

を備え、

第 1 のモードにおいて、水と電気とが導入されると、前記デュアルモード電気化学システムは前記電解質存在下で前記水を電解して、前記膜 (8) の両側で水素と酸素とを発生させ、前記水素は前記第 1 の電極 (4) によって貯蔵され、第 2 のモードにおいて、前記第 2 の電極 (6) に酸化性物質が導入されると、前記デュアルモード電気化学システムは、前記貯蔵された水素と前記酸化性物質とが前記膜 (8) の両側で反応することによって水と電気とを発生させることを特徴とするシステム。 10

【請求項 2】

前記第 1 の電極 (4) がアノードであり、前記第 2 の電極 (6) がカソードである請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記第 1 の電極が水素貯蔵材料を含む請求項 1 に記載のシステム。 20

【請求項 4】

前記水素貯蔵材料が、導電性ポリマー、セラミック、金属、金属水素化物、ナノチューブ及びその組み合わせからなるグループから選択される請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記水素貯蔵材料が金属水素化物である請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記金属水素化物が、アラネート及びボロハイドライドからなるグループから選択される請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記カソードが、導電性酸化物、ペロブスカイト、ドーブされた LaMnO_3 、スズドーブされた酸化インジウム (In_2O_3)、ストロンチウムドーブされた PrMnO_3 、 La フェライト、 La コバルタイト、 $\text{RuO}_2 - \text{YSZ}$ 、及びその組み合わせからなるグループから選択された材料を含む請求項 2 に記載のシステム。 30

【請求項 8】

前記膜に隣接して配置された触媒層を更に備える請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記触媒層が、プラチナ、パラジウム、銀、マンガン、ルテニウム及びその組み合わせからなるグループから選択された材料を含む請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記電解質が前記膜に吸収されるように構成されている請求項 1 に記載のシステム。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に電気化学システムの分野に関する。より詳細には、本発明は、水素化物及び電気エネルギーの形態で水素を発生させることができるデュアルモードの電気化学システムに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池技術は、有害物質の排出を有意に減少させる可能性を有する。燃料電池は、効率的なエネルギー変換が可能であり、輸送機関用途、携帯用電源、家庭用及び業務用発電、 50

大出力発電及びこのようなシステムを使用することにより恩恵を受けるあらゆる他の用途を含む様々な用途で使うことができる。輸送機関用途に関しては、燃料電池は、ガソリン又はディーゼルなどの化石燃料を燃焼させる従来の内燃エンジンを備えた自動車に対して有望な代替案を提示する。内燃エンジンは、有害なパティキュレートが発生し、大気に対する温室効果ガスを付加する。他方、燃料電池車は、純水素で燃料が供給され、単に水と、電力及び熱の形態でエネルギーを放出する。実際、燃料電池車は、従来の車両に比べて2倍の効率となる可能性がある。

【0003】

通常、燃料電池は、水素燃料と酸素とを水に変換して、プロセス中で電気と熱と発生する化学プロセスによりエネルギーを生成する。燃料電池は、反応物質が絶えず新しくなるバッテリーによく似た動作をする。バッテリーは、電気により再充電されるが、燃料電池は、水素と酸素とを使用して再充電される。燃料電池スタックは、燃料発生源によって供給された水素を使用して電気を発生し、車両を動かす1つ又はそれ以上の電動機を含む任意の装置に電力を供給する。燃料電池スタックは、数百の個別の燃料電池からなるものとすることができる。多くの場合、バッテリーは、燃料電池スタックによって、及び回生制動システムなどの車両の他のシステムによって発生した電気を貯蔵するのに使用される。また、バッテリー内に貯蔵されたエネルギーを用いて、車両の電動機並びに追加の電気システムに動力を供給することができる。

【0004】

保有する貯蔵エネルギーに限定されるバッテリーとは異なり、燃料電池は、燃料が供給されている限りエネルギーを発生させることができる。バッテリー式の電気自動車は、バッテリー内に貯蔵された外部発生源からの電気を使用するが、燃料電池は、自己の電気を生成する。燃料電池はまた、電気自動車用の従来のバッテリーよりも大きなエネルギー密度又は電流密度を供給することができ、より大量のエネルギーを連続して生成することが可能となる。これにより、燃料電池自動車が現行のガソリン駆動の車両で見られるものよりも更に高度で強力な電気システムを装備できるようになる。例えば、車両の制御センサの数が増え、操縦システム及び制動システムを改善することができ、自動車がより安全になる。

【0005】

燃料としてセル内で使用される水素は、天然ガス、メタノールなどなどの化石燃料から改質プロセスを介して生成することができる。この改質プロセスによって発生した水素は、純粋でなく、燃料電池の効率を低下させる。炭化水素燃料を水素に変換するために改質装置を付加すると、燃料電池の全効率が約30から40パーセントに低下する。

【特許文献1】特開2002-184474号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従って、連続運転を可能とするために燃料電池内に水素を常に発生させて貯蔵する効果的で効率的な方法を見出すことに対して当該技術分野での必要性が存在する。また更に、必要とされていることは、内部発生源からエネルギーを引き出してこれをシステム内に貯蔵する再充電可能な燃料電池システムである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

1つの態様において、デュアルモード電気化学システムは、水素を貯蔵可能な第1の電極と、第2の電極と、これらの間に介在された実質的に電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜と、電解質とを含む。第1のモードにおいて、水と電気とが導入されると、デュアルモード電気化学システムは、電解質の存在下で水を電解し、膜の両側で水素と酸素とを発生させる。水素は、第1の電極内に貯蔵される。第2のモードにおいて、第2の電極に酸化性物質が導入されると、デュアルモード電気化学システムは、貯蔵された水素と酸化性物質とが膜の両側で反応することによって水と電気とを発生させる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

更に別の態様において、デュアルモード電気化学システムは水素を貯蔵可能なアノードを含む。アノードは、導電性ポリマー、セラミック、金属、金属水素化物、有機水素化物、二元複合材料、二元 - 三元複合材料、ナノ複合材料材料及びカーボン・ナノ構造体の少なくとも1つを含む。デュアルモード電気化学システムは更に、カソードと、アノードとカソードとの間に介在された実質的に電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜と、電解質と、を含む。充電モードにおいては、水と電気とが導入されると、デュアルモード電気化学システムは、電解質存在下で水を電解し、膜の両側で水素と酸素とを発生させ、水素はアノード内に貯蔵される。放電モードにおいては、カソードに酸化性物質が導入されると、デュアルモード電気化学システムは、貯蔵された水素と酸化性物質とが膜の両側で反応することによって水と電気とを発生させる。

10

【 0 0 0 9 】

更に別の態様においては、デュアルモード電気化学システムは、水素を貯蔵可能なアノードと、カソードと、アノードとカソードとの間に介在された実質的に電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜を含む。デュアルモード電気化学システムは更に、膜に隣接して配置された触媒と、電解質とを含む。充電モードにおいては、水と電気とが導入されると、デュアルモード電気化学システムは、電解質存在下で水を電解し、膜の両側で水素と酸素とを発生させ、水素はアノード内に貯蔵される。放電モードにおいては、カソードに酸化性物質が導入されると、デュアルモード電気化学システムは、蓄えられた水素と酸化性物質とが膜の両側で反応することによって水と電気とを発生させる。

20

【 0 0 1 0 】

更に別の態様においては、デュアルモード電気化学システムを充放電する方法は、水と電気とをデュアルモード電気化学システムに導入する段階と、第1の電極と第2の電極との間に介在された電気絶縁し且つ実質的にイオン伝導性の膜の両側で水素と酸素とを発生させる段階とを含む。この方法は更に、第1の電極に水素を貯蔵する段階と、第2の電極に酸化性物質を導入する段階とを含む。水素と酸素とは膜の両側で反応し、これにより水と電気とを発生させる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

図面全体を通して同じ参照符号が同じ部品を表す添付図面を参照しながら以下の詳細な説明を読めば、本発明のこれら及び他の特徴、態様、及び利点がより良く理解されるであろう。

30

【 0 0 1 2 】

必要に応じて、本発明の詳細な実施形態が本明細書で開示される。しかしながら、開示される実施形態は、種々の形態及び代替形態で具現化できる本発明の例証に過ぎない点を理解されたい。本明細書に開示された特定の構造的及び機能的詳細は、限定として解釈すべきではなく、単に本発明を広く用いるために当業者に教示するための代表的な根拠として、特許請求の範囲に関する根拠と解釈すべきである。図面全体を通して同じ部品には同じ符号が付与されている。

【 0 0 1 3 】

図1は、水素を貯蔵可能な第1の電極4と、第2の電極6とを含む例示的なデュアルモード電気化学システム2を示す。実質的に電気絶縁されたイオン伝導性の膜8は、第1の電極4と第2の電極6との間に配置されている。電気化学システム2は更に、電解質を含む。デュアルモード運転において、この電気化学システム2は、第1のモードと第2のモードとで運転する。運転中、電気化学システム2の第1のモードの間、電気化学システムに水12及び電気が加えられる。幾つかの実施形態において、電気は、外部回路10を通じて供給を受けることができる。この外部回路は、充電回路11と負荷13とを含む。デュアル電気化学システム2は、電解質の存在下で水18を電解し、膜8の両側に水素と酸素とを発生させる。電解プロセスで発生した水素は、第1の電極4に貯蔵される。デュアル電気化学システム2の第1のモードは、一般に充電モードと呼ばれ、水素が生成されて

40

50

第 1 の電極 4 に貯蔵される。運転の第 2 のモードにおいて、デュアルモード電気化学システム 2 は、燃料電池として運転し、酸化剤 1 4 が導入されると、貯蔵された水素が膜 8 の両側で酸化剤 1 4 と反応して化学反応を生じ、水と電気とを発生する。従って、第 1 のモードすなわち充電モードにおいては、デュアルモード電気化学システムは、原理上電気分解装置のように機能し、この場合水は、電解質存在下で電気を印加することによって水素と酸素とに分解される。しかしながら、第 2 のモードすなわち放電モードにおいては、デュアルモード電気化学システムは燃料電池として機能し、この場合水素と酸素が反応して水と電気とを作る。

【 0 0 1 4 】

幾つかの実施形態においては、第 1 の電極 4 はアノードであり、第 2 の電極 6 はカソードである。本明細書に開示された全ての実施形態において、理解し易いように第 1 の電極 4 をアノードと呼び、第 2 の電極 6 をカソードと呼ぶ。例示的な実施形態においては、図 1 に示すように、膜 8 は 2 つの側部、すなわちアノード側 1 6 とカソード側 1 8 とを含む。電解質は、この膜 8 内に吸収される。

【 0 0 1 5 】

本明細書に開示されたデュアルモード電気化学システムは、一般の発電、輸送機関用途、携帯電源、家庭用及び業務用発電、大規模発電、及びこのようなシステムを使用することにより恩恵を受けるあらゆる他の用途に適用される。開示されたデュアルモード電気化学システムは、限定ではないが、ノート型コンピュータ、携帯電話及び他の類似の装置を含む小型携帯用装置に使用することができる。

【 0 0 1 6 】

第 1 の電極 4 は、水素貯蔵材料を含み、この第 1 の電極 4 は、(1) 放電モード中は燃料電池の固体水素源及びアノード、並びに (2) 充電モード中は電気分解装置の活性電極である複数の機能を果たす。

【 0 0 1 7 】

デュアルモード電気化学システム 2 においては、第 1 の電極 4 は、充電モードにおいて、通常は直流 (D C) 電気エネルギーである電気エネルギーを受入れ可能なことにより特徴付けられる貯蔵特性を有し、第 1 の電極の固体材料を水素リッチの形態に転化し、これによりエネルギーを化学エネルギーの形態で保持する。放電モードにおいては、デュアルモード電気化学システム 2 は、貯蔵されたエネルギーを要求に応じて放出し、該デュアルモード電気化学システム 2 は燃料電池として運転される。水素を貯蔵する第 1 の電極用の材料は、再充電可能特性に基づく適正なサイクル寿命にわたって、こうした運転モードを繰り返し行う能力に基づいて選択される。電気エネルギーは、外部発生源、回生制動システム、並びに電気エネルギーを供給可能な他の任意の発生源から供給することができる。第 1 の電極 4 の固体材料は、外部電圧及び水を加えることにより、水素により再充電することができる。1 つの実施形態においては、デュアルモード電気化学システムはまた、ガス状水素を使用して充電してもよい。この設計を利用することによって、真に再充電可能な燃料電池が個別の水素発生源を必要とすることなく実現される。

【 0 0 1 8 】

充電モードと放電モードの 1 つの相違点は、充電モードにおいては特定の量の化学エネルギーが貯蔵されるのに対し、放電モードでは、電気化学装置は、燃料と酸化剤とが供給される限り電力出力を発生し続けることである。このプロセスで使用できる酸化剤には、酸素を含む任意のガス流が挙げられる。幾つかの実施形態においては、酸化剤として空気が使用され、水素と反応して放電モードで水を発生する。

【 0 0 1 9 】

水及び酸素は、電気エネルギーを発生させるためにデュアルモード電気化学システムによって必要とされる。水素は、どのような炭化水素燃料よりも大きな重量当たりの化学エネルギーを含む。本明細書で開示された電気化学システムは、限定ではないが、導電性ポリマー、セラミック、金属水素化物、有機水素化物、二元又は他のタイプの二元 / 三元複合材料、ナノ複合材料、カーボン・ナノ構造体、水素化物スラリー、及び水素貯蔵能力を有す

10

20

30

40

50

る他の材料を含む水素貯蔵可能な固体材料を用いて運転される。固体水素貯蔵材料は、液体又は圧縮ガスに比べてエネルギー密度の実質的な改善を可能にし、輸送機関用途にとって理想的である。運転中、水素燃料の補給を必要とする従来の燃料電池とは異なり、本明細書で開示されたデュアルモード電気化学システムの燃料はまた、再充電によって回復可能である。水素燃料は、固体材料中に貯蔵されるので、取り扱い及び貯蔵を安全なものにする。固体燃料は、エネルギー貯蔵とエネルギー生成の2つの機能を同時に有する。この場合、出力エネルギー密度は、エネルギー貯蔵能力に依存する。換言すれば、発電はエネルギー貯蔵と連結されている。

【0020】

アノードとしての使用に好適な固体材料は通常、(デュアルモード電気化学システムの目的の用途に応じて)大量の水素を吸収可能である必要があり、固体材料はまた、多くの充電/放電サイクルにわたって高度の構造的な一体性を維持し且つ良好な水素吸収特性を有する必要がある。換言すれば、構造的な一体性は能力に影響を与えてはならず、固体材料は、多くのサイクルの水素吸収にわたり高度な安定性を示さなければならない。

【0021】

1つの実施形態においては、金属水素化物は、開示されたデュアルモード電気化学システムのアノードとして使用される。この金属水素化物は通常、(1)放電モードの間の燃料電池の固体水素貯蔵源及びアノード、及び(2)充電モードの間の電気分解装置の活性電極としての複数の機能を提供する。幾つかの実施形態においては、アノード材料は、 AB_5 合金、 AB_2 合金、 AB 合金、 A_2B 合金及び AB_3 合金の金属水素化物からなるグループから選択される。 AB_5 合金には、限定ではないが、 $LaNi_5$ 、 $CaNi_5$ 、及び $MA_xB_yC_z$ が含まれ、ここで、Mは希土類元素成分、Aは元素Ni及びCoのうちの1つ、Bは元素Cu、Fe及びMnのうちの1つ、Cは元素Al、Cr、Si、Ti、V及びSnのうちの1つであり、x、y及びzは、以下の関係を満足する。 $2.2 < x < 4.8$ 、 $0.01 < y < 2.0$ 、 $0.01 < z < 0.6$ 、 $4.8 < x + y + z < 5.4$ である。 AB_2 の典型的な例には、限定ではないが、 $Zr-V-Ni$ 、 $Zr-Mn-Ni$ 、 $Zr-Cr-Ni$ 、 $TiMn$ 、及び $TiCr$ が含まれる。典型的な AB タイプの合金には、限定ではないが、 $TiFe$ 及び $TiNi$ が含まれる。典型的な A_2B タイプの合金には、限定ではないが、 Mg_2Ni が含まれる。典型的な AB_3 タイプの合金には、限定ではないが、 $LaNi_3$ 、 $CaNi_3$ 、及び $LaMg_2Ni_9$ が含まれる。幾つかの実施形態において、アノード材料には、限定ではないが、ホウ化物、炭化物、窒化物、アルミナイド、及びケイ化物を含む触媒処理された複合水素化物を含む。触媒処理された複合体の水素化物の典型的な例は、 $NaAlH_4$ 、 $Zn(AlH_4)_2$ 、 $LiAlH_4$ 、及び $Ga(AlH_4)_3$ などのアラネート、及び $Mg(BH_4)_2$ 、 $Mn(BH_4)_2$ 、 $Zn(BH_4)_2$ などのボロハイドライド(水素化ホウ素化合物)である。幾つかの他の実施形態においては、アノード材料は、カーボン・ナノチューブ及びBNナノチューブなどのナノチューブを含む。幾つかの実施形態においては、アノード材料は、ポリピロール及びポリアニリンなどの導電性ポリマーを含む。

【0022】

水素化物は通常、重量で約1から約18パーセントの水素を貯蔵し、液体又はガス状水素よりも高い、高容積貯蔵密度を有する。固体貯蔵材料は、重量、水素吸収能力、水素の吸収/脱着速度、水素化/脱水素化の温度、水素化/脱水素化の圧力、及び周期的安定性に基づいて選択することができる。膜8は、第1の電極4と第2の電極6とを電気的に絶縁できる材料を含むことができる。また膜は、電解質におけるイオン通路を提供する。更に、この膜材料は、デュアルモード電気化学システム2で使用される電解質と化学的適合性がなければならない。膜8は、限定ではないが、ポリエチレン(PE)及びポリプロピレン(PP)、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)、改質PE、改質PP、PP誘導体、PE誘導体、ポリスチレン、ポリイミド、ポリビニリデン樹脂、及びこれらの組合せを含む材料から構成することができる。デュアルモード電気化学システムで使用できる電解質は、水、酸、水酸化ナトリウム(NaOH)、水酸化カリウム(KOH)、水酸化

10

20

30

40

50

リチウム又はこれらの混合物を含む。 Na_2SO_4 、 K_2SO_4 、 KNO_3 、 NaNO_3 、 NaCl 、 KCl 、 CsOH 、 H_2SO_4 、 HCl 、 CH_3COOH 、 H_3PO_4 、 HCOOH 、 HClO_4 などの無機塩類も同様に電解質として使用できる。

【0023】

図2を参照すると、2つの電気化学反応(R)、R1及びR2は、本明細書で説明されたデュアル電気化学システムの充電モードにおいて生じる。運転中、充電モードの間は、電気は外部回路を通じて印加される。M(一般に希土類金属)は、水及び電子と反応してアノードで金属水素化物MHを生じ、水酸基イオン OH^- を生じる。カソードでは、電解質中の水酸基イオンから酸素が発生する。この酸素は、カソードから大気中に排出され、もしくは、酸素は容器に収集され、その後放電モードでカソードに再循環して戻される。放電モードでデュアルモード電気化学システムによって発生した水は、再循環チャネルを通じてアノードに再循環して戻すことができ、そこで固体アノードを再充電するのに使用される。

10

【0024】

図2に示されるように、放電モードでは、水素は金属水素化物から放出されて酸素と反応して電気と水を生成し、該酸素は放電プロセスの間に酸素含有発生源によって加えられる。反応R3においては、金属水素化物MHは、水酸基イオンと反応して水と電子とを生成する。水は、反応R4において酸素と反応し、電子は消費されて水酸基イオンを発生する。反応R5全体において、水収支はデュアルモード電気化学システムで保持される。これらの反応は、様々な可能性のある反応の原理の例証に過ぎない点を理解すべきである。デュアルモード電気化学装置の充放電はまた、異なる反応経路に対して実現することができる。充電モードにおいては、デュアルモード電気化学システムに電気エネルギーが供給され、該システムは、電気分解装置と類似の働きをする。放電モードにおいては、デュアルモード電気化学システムにおいて電気エネルギーが発生し、該システムは燃料電池として働く。

20

【0025】

水素源として上記で水が説明されているが、しかしながら、水は本技術の限定的な実施例であることを意味するものではない。他の実施例においては、水素の発生源は、とりわけ、メタノール、水酸化ホウ素ナトリウム、シクロヘキサノール及びフェニルアミンを含むことができる。アノードの寿命を延ばすためには、付加された水を濾過して全ての固体物を除去し、汚損を回避することができる。酸素を含む任意の酸化剤は、再充電プロセスで使用することができる。1つの実施形態においては、空気が酸化剤として使用される。幾つかの他の実施形態においては、純酸素が酸化剤として使用される。

30

【0026】

図3は、本技術による例示的なデュアルモード電気化学システム20の別の概略図である。この例示的なデュアルモード電気化学システム20は、水素を貯蔵可能なアノード22と、カソード24とを含む。実質的に電気絶縁されたイオン伝導性の膜8は、アノード22とカソード24との間に配置されている。デュアルモード電気化学システム20は更に電解質を含む。デュアルモード運転中、デュアルモード電気化学システム20は、第1のモードと第2のモードとで運転する。運転中、デュアルモード電気化学システム20の第1のモードの間、デュアルモード電気化学システム20に水及び電気が加えられる。デュアルモード電気化学システムは、電解質存在下で水を電解し、膜8の両側に水素と酸素とを発生させる。電気分解プロセスで発生した水素は、アノード22に貯蔵される。デュアル電気化学システムの第1のモードは、一般に充電モードと呼ばれ、水素が発生されてアノード22に貯蔵される。運転の第2のモードにおいては、デュアルモード電気化学システム20は燃料電池として運転し、酸化剤が導入されると、貯蔵された水素が膜8の両側で酸化剤と反応して化学反応を生じ、水と電気とを発生する。

40

【0027】

図3に示されるように例示的なデュアルモード電気化学システム20は更に、膜8のカソード側18に隣接する触媒層28を含む。この触媒層28の機能は、酸素を触媒処理し

50

て水酸基イオンを発生させることである。この触媒層 28 は、限定ではないが、プラチナ、パラジウム、ルテニウム、銀、マンガン及びこれらの組み合わせを含む材料から構成することができる。幾つかの実施形態においては、触媒層は、 MnO_2 及び $La_pCa_qCoO_3$ を含み、ここで p 及び q は、 $0.2 \leq p \leq 0.8$ 及び $0.1 \leq q \leq 0.6$ として定義される。幾つかの他の実施形態においては、触媒層は $LiMn_{2-r}Co_rO_4$ を含み、ここで r は、 $0.2 \leq r \leq 1.5$ として定義される。幾つかの他の実施形態においては、触媒層は、 CaO 、 $Ni(OH)_2$ 、 NiO 、 CoO 、 $KMnO_4$ 及びこれらの組み合わせを含む。触媒層としてプラチナが使用される実施形態においては、プラチナの表面は、最大の表面積量が酸素に露出されるようにされる。酸素分子は、触媒の存在下で還元され、外部回路から電子を受入れて、水素と反応する間水酸基イオンを発生し、その結果水を発生させる。この電気化学反応においては、2つの電極間に電位が生じる。 10

【0028】

アノード 22 に使用される材料は、上記セクションで説明された通りである。カソードは、導電性酸化物、ペロブスカイト、ドーブ $LaMnO_3$ 、スズドーブ酸化インジウム (In_2O_3)、ストロンチウムドーブ $PrMnO_3$ 、 La フェライト、 La コバルタイト、 $RuO_2 - YSZ$ 、及びこれらの組み合わせからなるグループから選択された材料を含むことができる。1つの実施形態においては、カソードは図 3 に示されるように、電流収集効率を改善するためメッシュ構造体を有するように構成される。カソード 24 はまた、触媒表面に酸素を分布させるよう働く、表面にエッチングされたチャネルを含むことができる。デュアルモード電気化学システム 20 は更に、酸素移送を強化するガス拡散層 26 を含むことができる。アノード 22 とカソード 24 とは、構造体 30 及び 34 によって保持されるように構成することができ、該構造体は導電性である。1つの実施形態においては、構造体 30 及び 34 は、炭素プレートで作られる。 20

【0029】

運転中、アノード 22 及びカソード 24 は、複数の電流コレクタ 32 により充電及び放電モードの間の電流用内部経路を提供し、該電流コレクタは 1 つ又はそれ以上の外部負荷 (図示されず) に接続されている。放電モードの間、電気化学システムによって生成された電子が利用可能であり、電流コレクタ 32 を介して 1 つ又はそれ以上の外部負荷に送られる。個々のシステム 20 の両端の動作電圧は、約 1 ボルト程度とすることができる。従って、十分な負荷電圧を得るために、複数の個々のシステム 20 を直列又は並列で配置することができる。 30

【0030】

デュアルモード電気化学装置は更に、図 3 の例示的な実施形態に示されたような圧力制御システム 38 を含むことができる。この圧力制御システム 38 は、圧力計測装置を含む。アノード側及びカソード側は、圧力放出システムに接続されている 1 つ又はそれ以上の圧力計測装置を有するように構成されている。圧力計測装置は、圧力ゲージ又はトランスデューサとすることができる。幾つかの実施形態においては、圧力計測装置は、圧力放出システムに接続されており、該システムは、弁又はラプチャディスクなどの安全解除装置を含むことができる。図 3 に示すように、アノード側の水素ポート 44、並びに酸素及び空気ポート 40 は、圧力計測装置及び放出システムを含む。圧力制御システム 38 は、デュアルモード電気化学システム 20 の取り扱い及び運転を安全にするように構成されている。 40

【0031】

図 4 は、放電プロセス中のデュアルモード電気化学装置の電位の変化を示す。該装置は、高い作動電圧で放電することができる。図 4 は、ポイント 50 で電位が急に变化しており、金属水素化物中に貯蔵された全ての水素が消費されたことを示している。

【0032】

本技術によれば、電気化学システム 20 は、輸送機関用途、携帯用電源、家庭用及び業務用発電、大出力発電及びこのようなシステムを使用することにより恩恵を受ける任意の他の用途で使用できる。燃料電池車は、開示されたデュアルモード電気化学システムによ 50

って給電される１つ又はそれ以上の電動機によって動力を供給することができる。

【００３３】

本明細書に開示されたデュアルモード電気化学システムは、水素などの燃料を発生させ、内部に貯蔵することができる。充電運転中、水素はアノード材料中に貯蔵され、該水素は、デュアルモード電気化学システムが燃料電池として運転する放電モードの間に使用されて完全に使い尽くすことができる。開示されたデュアルモード電気化学システムは、再充電可能であり、どのような外部の水素発生源なしで運転することができる。

【００３４】

本発明が満たす様々な要求の実現の観点から本発明の種々の実施形態を説明してきた。これらの実施形態は、本発明の種々の実施形態の原理の例証に過ぎない点を理解すべきである。多くの修正及び改変は、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく当業者には明らかであろう。なお、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【００３５】

【図１】例示的なデュアルモード電気化学システムの概略図。

【図２】本技術の例示的な実施形態による固体水素貯蔵アノード材料を充放電する反応図

。

【図３】更に別の例示的なデュアルモード電気化学システム。

【図４】放電モードにおけるデュアル電気化学システムの電位変化を示すグラフ。

【符号の説明】

【００３６】

２ 電気化学システム

４ 第１の電極

６ 第２の電極

８ 膜

１０ 外部回路

１１ 充電回路

１２ 水

１３ 負荷

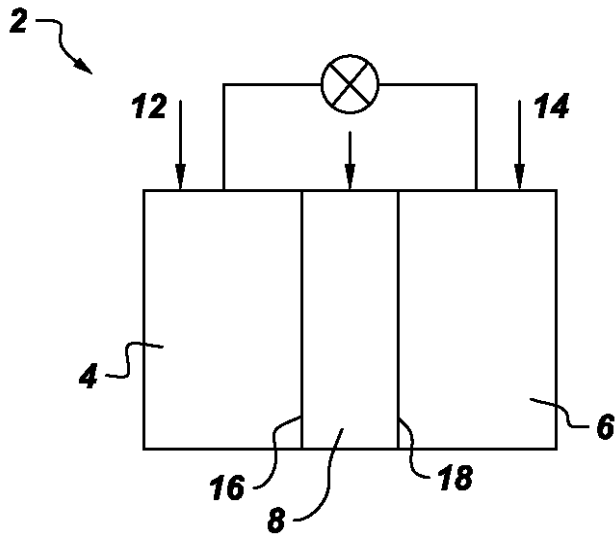
１４ 酸化剤

10

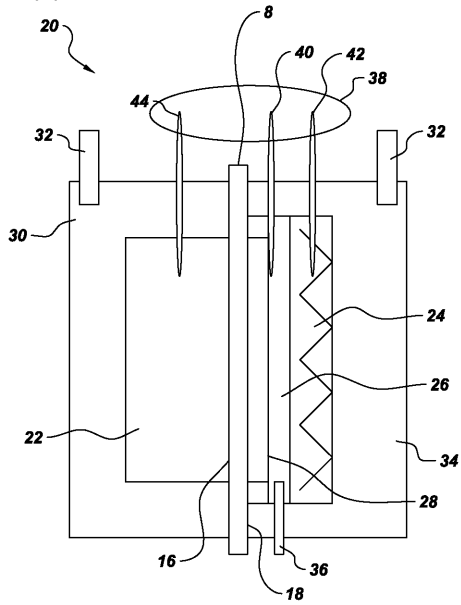
20

30

【図 1】

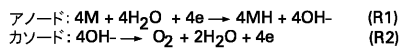


【図 3】

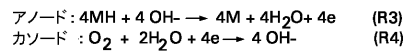


【図 2】

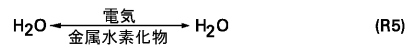
充電モード



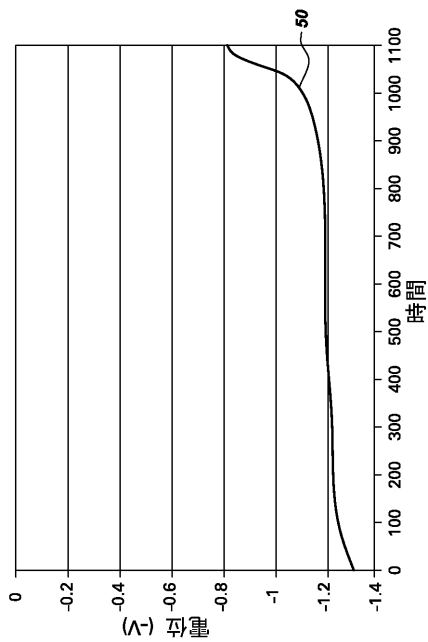
放電モード



全体的反応：



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 トニー・ワン

中華人民共和国、シャンハイ、プードン、チャンジージャン・ハイ・テック・パーク、カイルン・ロード、1800番

(72)発明者 チャン・ウェイ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ノース・ウッズ・コート、1013番

Fターム(参考) 5H026 AA06 CX05

5H027 AA06 BA11 BA13