(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6987402号
(P6987402)

(45)発行日　令和4年1月5日(2022.1.5)　(24)登録日　令和3年12月3日(2021.12.3)

(51)Int.Cl.			F I		
H01M	8/0656	(2016.01)	H01M	8/0656	
H01M	8/00	(2016.01)	H01M	8/00	Z
H01M	8/04	(2016.01)	H01M	8/04	N
H01M	8/1004	(2016.01)	H01M	8/1004	
C25B	1/04	(2021.01)	C25B	1/04	

請求項の数 13　(全 18 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2019-510682(P2019-510682)
(86)(22)出願日　平成29年8月31日(2017.8.31)
(65)公表番号　特表2019-530950(P2019-530950A)
(43)公表日　令和1年10月24日(2019.10.24)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/049610
(87)国際公開番号　WO2018/045166
(87)国際公開日　平成30年3月8日(2018.3.8)
審査請求日　令和2年8月31日(2020.8.31)
(31)優先権主張番号　62/381,765
(32)優先日　平成28年8月31日(2016.8.31)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　519055467
ワン　サイエンティフィック，インコーポレイテッド
アメリカ合衆国，テネシー州　３７６０４，ジョンソン　シティ，スイート　１５１，２１０９　ウエスト　マーケット　ストリート
(74)代理人　100114775
弁理士　高岡　亮一
(74)代理人　100121511
弁理士　小田　直
(74)代理人　100202751
弁理士　岩堀　明代
(74)代理人　100191086
弁理士　高橋　香元

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置および方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
方法であって、
金属を備える触媒チャンバ内の触媒表面の全体に蒸気を印加することであって、前記触媒チャンバは、前記触媒チャンバ内に磁界を創出するように磁石によって囲まれることと、
前記蒸気を水素ガスおよび酸素ガスに解離することであって、前記蒸気は、３５０℃と４５０℃との間の温度を有することと、
を備える、方法。
【請求項２】
前記触媒表面は、多層カーボンナノチューブ、アルミニウム－ガリウム合金、クロムおよびクロム－希土類合金、コバルト、コバルトサマリウム合金、マンガン、モリブデン、ニッケル、ニオブ、ジルコニウム、パラジウム、およびゲルマニウムのうちの１つを備える、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記蒸気を印加することは、ステンレス鋼管を通って前記触媒チャンバのアルミニウム管の一端に前記蒸気を送ることを備え、
前記触媒チャンバは、前記蒸気の均一な流れを生じさせるためのステンレス鋼ワイヤメッシュをそれぞれ備える２つの反対側の端部を有し、
前記ステンレス鋼ワイヤメッシュは流動化媒体を備える、請求項１に記載の方法。

【請求項４】
前記磁石は高エネルギー異方性磁石であり、前記高エネルギー異方性磁石は、少なくとも１．３テスラのエネルギー密度を有するＮ４２ＳＨネオジム磁石を備え、
前記方法は、前記高エネルギー異方性磁石を配列することをさらに備え、前記高エネルギー異方性磁石を配列することは、前記磁石が前記触媒チャンバの長さの少なくとも８０％を覆い、前記磁石が前記触媒チャンバ内で直線状に中心に置かれるような構成で前記磁石を配置することを備える、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
システムであって、
触媒表面の全体に蒸気を印加する触媒チャンバであって、前記触媒チャンバは、前記触媒チャンバ内に磁界を創出するように磁石によって囲まれる、触媒チャンバと、
外側本体および内側本体を備えるサイクロン式分離器であって、前記サイクロン式分離器は、水素ガス、酸素ガス、および前記蒸気に由来する水蒸気を分離する、サイクロン式分離器と、
分離された水素ガス、酸素ガス、および水蒸気を受け取る少なくとも１つのマニホルドと、
アノード端子およびカソード端子を備える少なくとも１つの燃料電池であって、前記少なくとも１つの燃料電池は、
前記酸素ガスおよび前記水素ガスを受け取り、
受け取られた酸素ガスおよび水素ガスから直流電気を発生させる、
燃料電池と、
を備える、システム。
【請求項６】
前記触媒表面は、多層カーボンナノチューブ、アルミニウム－ガリウム合金、クロムおよびクロム－希土類合金、コバルト、コバルトサマリウム合金、マンガン、モリブデン、ニッケル、ニオブ、ジルコニウム、パラジウム、およびゲルマニウムのうちの１つを備える、請求項５に記載のシステム。
【請求項７】
前記外側本体はベンチュリ構成を有し、前記内側本体はフィンおよび卵形の突起を備える構成を有する、請求項５に記載のシステム。
【請求項８】
前記サイクロン式分離器は、
前記水素ガスを前記サイクロン式分離器に直接通し、
前記酸素ガスおよび前記水蒸気を前記サイクロン式分離器の外側に向かって回転させ、
前記サイクロン式分離器に対して垂直に配置された出口を介して前記酸素ガスおよび前記水蒸気を脱出させる、
請求項５に記載のシステム。
【請求項９】
前記少なくとも１つのマニホルドは、水素マニホルドおよび酸素マニホルドを備え、
前記水素マニホルドは前記水素ガスを受け取り、前記酸素マニホルドは前記酸素ガスおよび前記水蒸気を受け取る、請求項５に記載のシステム。
【請求項１０】
前記少なくとも１つの燃料電池は、中央水素燃料管に半径方向に取り付けられる複数の基板ループを備える、請求項９に記載のシステム。
【請求項１１】
前記中央水素燃料管は、前記複数の基板ループにガスを送るために、前記燃料電池の高さ全体にわたって穿孔を有する、前記高さに延びる円筒管を備え、前記複数の基板ループは、
アノードとして機能する内部と、
カソードとして機能する外部と、

を備える、請求項１０に記載のシステム。
【請求項１２】
前記アノードは、０．２ミリメートルから０．５ミリメートルに及ぶ基板厚さを有する半透性基板の１つの側面上にアノード材料を備え、前記カソードは、前記半透性基板の反対側の側面上にカソード材料を備える、請求項１１に記載のシステム。
【請求項１３】
システムであって、
外側本体および内側本体を備えるサイクロン式分離器であって、前記サイクロン式分離器は、水素ガス、酸素ガス、および蒸気に由来する水蒸気を分離し、
前記外側本体はベンチュリ構成を有し、前記内側本体はフィンおよび卵形の突起を備える構成を有し、
前記サイクロン式分離器は、
前記水素ガスを前記サイクロン式分離器に直接通し、
前記酸素ガスおよび前記水蒸気を前記サイクロン式分離器の外側に向かって回転させ、
前記サイクロン式分離器に対して垂直に配置された出口を介して前記酸素ガスおよび前記水蒸気を脱出させる、
サイクロン式分離器と、
分離された水素ガス、酸素ガス、および水蒸気を受け取る少なくとも１つのマニホルドと、
を備える、システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願
本出願は、２０１６年8月３１日に出願され“ＳＹＳＴＥＭＳ，ＡＰＰＡＲＡＴＵＳＥＳ，ＡＮＤ ＭＥＴＨＯＤＳ ＦＯＲ ＧＥＮＥＲＡＴＩＮＧ ＥＬＥＣＴＲＩＣ ＰＯＷＥＲ ＢＹ ＣＯＮＶＥＲＴＩＮＧ ＷＡＴＥＲ ＴＯ ＨＹＤＲＯＧＥＮ ＡＮＤ ＯＸＹＧＥＮ（水を水素および酸素に変換することによって電力を発生させるためのシステム、装置および方法）”と題された米国仮特許出願第６２／３８１，７６５号の利益を主張し、その開示内容は参照により完全な形で本明細書に組み込まれる。
【０００２】
本開示の主題は発電に関する。より具体的には、本開示の主題は、水を水素および酸素へ変換することによって電力を発生させるためのシステム、装置、および方法に関する。
【背景技術】
【０００３】
世界の人口が増大するにつれて、エネルギーの必要性も増大している。エネルギー消費の増加は、モバイル機器、乗り物、および電子機器に電力を供給するためだけでなく、さまざまな産業、商業、輸送、および住宅部門に電力を供給するために必要とされる。確かに、Ｅｎｅｒｄａｔａが提供する世界エネルギー統計年鑑は、米国だけで２０１６年に２，２０４Ｍｔｏｅ（石油換算メガトン）のエネルギーを消費したのに対し、中国は３，１２３Ｍｔｏｅのエネルギーを消費したことを示している。しかし、ほんの数例を挙げると石炭、石油、ガスなどの世界のエネルギー源は有限である。さらに、これらのエネルギー源の使用が増加すると、地球温暖化の一因となりかつ環境に悪影響を及ぼす有害ガスの発生が増加する。そのため、再生可能エネルギーが必要とされている。
【０００４】
豊富に入手可能であるため、水素（H_2）はそのような再生可能エネルギー源の１つである。水素を製造するためのいくつかの既知の方法がある。これらの公知の方法のいくつかの例には、ほんの数例を挙げると、石炭ガス化、油の部分酸化、メタン蒸気の改質、およびバイオマスガス化が含まれる。これらの方法は水素を発生させることができるが、こ

れらの方法のそれぞれの重大な欠点および制限は、規制された排出物である二酸化炭素の同時発生である。

【０００５】

二酸化炭素の同時発生なしに水素を発生させるより効率的な方法は、水の電気分解によるものである。この方法は、炭素を含まない水素および酸素分子の発生を可能にする。電気分解は、通常は自発的でない化学反応を推進するために直流を使用する。電気分解が起こるのに必要とされる電圧は分解電位と呼ばれる。

【０００６】

水を水素と酸素に分離するために使用される現在の方法は、安全上の大きな懸念がある。少なくとも１つの実践において、水素と酸素の混合物は、混合物が燃焼点に達するまで、触媒チャンバ内およびシステムの配管全体に存在し続ける。これは触媒チャンバ内で危険な発火を引き起こす可能性がある。

【０００７】

従って、ガス状の水素および酸素の混合物を分離するための改良されたシステムおよび技術が必要とされている。

【発明の概要】

【０００８】

この概要は、以下の詳細な記載でさらに記載される概念の選択を簡略化された形で紹介するために提供される。この概要は、特許請求される主題の重要な特徴または本質的な特徴を識別することを意図せず、特許請求される主題の範囲を限定するために使用されることも意図しない。

【０００９】

本明細書に開示されるのは、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法である。一態様によれば、方法は、イオン化蒸気プラズマを発生させるために、触媒チャンバ内の触媒表面全体に過熱蒸気を供給することを含む。方法はさらに、イオン化蒸気プラズマの分子間にアノードとカソードを形成することを含む。方法はまた、アノードおよびカソードを使用して電気を発生させることを含む。

【００１０】

前述の概要、ならびに以下の様々な実施形態の詳細な記載は、添付の図面と併せて読むとより深く理解される。説明の目的で、図面には例示的な実施形態が示されている。しかしながら、現在開示されている主題は、開示されている特定の方法および手段に限定されない。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１Ａ】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。

【図１Ｂ】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。

【図１Ｃ】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。

【図１Ｄ】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。

【図１Ｅ】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。

【図２】本開示の実施形態による別の例示的なシステムを示す。

【図３】本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができる過熱蒸気発生器を示す。

【図４】本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができる磁性触媒チャンバを示す。

【図５】本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができるサイクロン

式分離器を示す。
【図６】本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができる燃料電池を示す。
【図７】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的な方法のフローチャートである。
【図８】本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的な監視および制御システムのブロック図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
現在開示されている主題は、法定要件を満たすために具体的に記載されている。しかしながら、記載自体は、本特許の範囲を限定することを意図していない。むしろ、本発明者らは、特許請求された主題が本文書に記載されたステップまたは要素と同様の異なるステップまたは要素を他の現在または将来の技術と併せて含むように他の方法で具体化されてもよいと考えた。
【００１３】
世界の人口および対応するエネルギー需要が増大し続けるにつれて、現在の有限のエネルギー源がこれらの需要に追いつくことができないことが容易に明らかになっている。確かに、ほんの数例を挙げると石炭、石油、ガスのような化石燃料に由来するエネルギー源は、今後数十年以内に枯渇すると予想される。これは実に驚くべきことである。そのため、再生可能エネルギー源に対する強いニーズがある。
【００１４】
電気分解は、環境に悪影響を及ぼすことなく再生可能な電気を発生させることができる実行可能な手段として存在する。しかしながら、水素ガスは電気分解の生成物でありまた有毒であるので、現在の電気分解法は安全上の問題を提起する。加えて、現在の電気分解技術は外部電流源の使用を必要とし、これは面倒でありそして安全上の懸念を増す可能性がある。したがって、直流電気を発生するために燃料電池内で使用するためのより安全でより効率的な水の水素および酸素分子への電気分解を可能にする新しい装置および方法であって、電流源が内部に形成され、その燃料電池は電気の発生において効率的である新しい装置および方法を創出することが望ましい。
【００１５】
本明細書で言及される際、「コンピューティングデバイス」という用語は広く解釈されるべきである。それは、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、それらに類するもの、およびそれらの組み合わせを含むいずれの種類の装置も含むことができる。コンピューティングデバイスは、本開示の実施形態による方法を実施するためのコンピュータ可読プログラムコードを有する１つまたは複数のプロセッサおよびメモリまたは他の適切な非一時的コンピュータ可読記憶媒体を含むことができる。コンピューティングデバイスは、例えば、サーバとすることができる。別の例では、コンピューティングデバイスは、ラップトップコンピュータ、またはタブレットコンピュータ、またはデスクトップコンピュータなどの任意の種類の従来のコンピュータとすることができる。別の例では、コンピューティングデバイスは、ルータまたはスイッチなどの種類のネットワークデバイスとすることができる。別の例では、コンピューティングデバイスはプログラム可能論理制御装置であり得る。別の例では、コンピューティングデバイスは、バッテリ駆動のモノのインターネット（ＩｏＴ）デバイスであり得る。別の例では、コンピューティングデバイスはマイクロコントローラであり得る。別の例では、コンピューティングデバイスは、例えば、これらに限定されないが、スマートフォン、携帯電話、ポケットベル、携帯情報端末（ＰＤＡ）、スマートフォンクライアントを備えたモバイルコンピュータ、またはそれらに類するものなどのモバイルコンピューティングデバイスであり得る。典型的なモバイルコンピューティングデバイスは、インターネットプロトコルすなわちＩＰ、およびワイヤレスアプリケーションプロトコルすなわちＷＡＰのようなプロトコルを使用してワイヤレスで

データを受信および送信することができるワイヤレスデータアクセス対応デバイス（例えば、ｉＰＨＯＮＥ（登録商標）スマートフォン、ＢＬＡＣＫＢＥＲＲＹ（登録商標）スマートフォン、ＮＥＸＵＳ　ＯＮＥ（商標）スマートフォン、またはｉＰＡＤ（登録商標）デバイス、またはそれらに類するもの）である。これにより、ユーザは、スマートフォン、携帯電話、ポケットベル、双方向ラジオ、コミュニケータ、およびそれらに類するものなどのワイヤレスデバイスを介して情報にアクセスすることが可能になる。ワイヤレスデータアクセスは、ＣＤＰＤ、ＣＤＭＡ、ＧＳＭ（登録商標）、ＰＤＣ、ＰＨＳ、ＴＤＭＡ、ＦＬＥＸ、ＲｅＦＬＥＸ、ｉＤＥＮ、ＴＥＴＲＡ、ＤＥＣＴ、ＤａｔａＴＡＣ、Ｍｏｂｉｔｅｘ、ＥＤＧＥおよび他の２Ｇ、３Ｇ、４ＧおよびＬＴＥ技術を含むがこれらに限定されない多くのワイヤレスネットワークによって支持され、そしてそれはＰａｌｍＯＳ、ＥＰＯＣ、ウィンドウズＣＥ、ＦＬＥＸＯＳ、ＯＳ／９、ＪａｖａＯＳ、ｉＯＳおよびアンドロイドなどの多くのハンドヘルドデバイスオペレーティングシステムで動作する。典型的には、これらのデバイスはグラフィカルディスプレイを使用し、いわゆるミニまたはマイクロブラウザでインターネット（または他の通信ネットワーク）にアクセスすることができ、ミニまたはマイクロブラウザはワイヤレスネットワークのメモリ制約の減少に適応できる小さなファイルサイズのウェブブラウザである。代表的な実施形態では、モバイルデバイスは、ＧＳＭネットワーク用のデータ技術であるＧＰＲＳ（Ｇｅｎｅｒａｌ　Ｐａｃｋｅｔ　Ｒａｄｉｏ　Ｓｅｒｖｉｃｅｓ）を介して動作する携帯電話またはスマートフォンである。音声通信に加えて、所与のモバイルデバイスは、ＳＭＳ（ショートメッセージサービス）、拡張ＳＭＳ（ＥＭＳ）、マルチメディアメッセージ（ＭＭＳ）、電子メールＷＡＰ、ポケットベル、またはその他の既知または今後開発されるワイヤレスデータフォーマットを含む多くの異なる種類のメッセージ転送技術を介して他のそのようなデバイスと通信することができる。本明細書で提供される例の多くはデータセンター内のサーバ上で実施されるが、それらの例は任意の適切な１つまたは複数のコンピューティングデバイス上で同様に実施することができる。

【００１６】

実施形態によれば、本開示は、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法を提供する。例えば、図１Ａ～１Ｅは、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法の例示的なシステムを示す。図１Ａを参照すると、システムは、蒸気プラズマ電気分解のための水源として作用し得る脱イオン水貯留部１００を含む。システムはまた、一例ではその後水を沸騰させて蒸気を生成するクラス４００ボイラ１０６に水を水貯留部１００からポンプで送り込むように作用し得るローブポンプ１０２を含む。別の例では、２ゾーン蒸気発生器および蒸気過熱器を用いて過熱蒸気を発生させることができる。そこから、蒸気は磁気触媒チャンバ１１０内に移動する。次に、凝縮液が凝縮液捕捉部１１２を介して捕捉され、凝縮液は次に、一例では非電気式凝縮液ポンプ１０８を使用して水貯留部１００に送り戻される１０４。凝縮液捕捉部１１２によって捕捉されない蒸気は、水素センサおよび制御弁１１４によって監視および制御されるような制御された方法で充填可能触媒水素燃料電池（ＲＣＨＦＣ）１１６に進む。充填可能触媒水素燃料電池１１６は、この例ではアルミニウムガリウム合金触媒に充填するために、一例ではアルミナを還元するために細胞様流動床１１８を含む。

【００１７】

図１Ｂは、磁気触媒チャンバ１１０、凝縮液捕捉部１１２、水素センサおよび制御弁１１４、充填可能触媒水素燃料電池１１６、および細胞様流動床１１８をより詳細に示す。磁気触媒チャンバ１１０は、クラス４００ボイラ１０６から乾燥蒸気を受け取り、その後、その乾燥蒸気を磁気触媒チャンバ１１０内で水素ガスと酸素ガスに変換する。一例では、充填可能触媒水素燃料電池１１６はメッシュ材料を使用して細胞状に構築される。一例では、メッシュ材料はＤｙｎａｐｏｒｅ（登録商標）メッシュ材料とすることができる。各充填可能触媒水素燃料電池１１６は、一例では、結果として生じる合金の酸化のために水が添加されると水素を放出するアルミニウム／ガリウム合金を予め装填することができ

る。充填可能触媒水素燃料電池１１６は、磁気触媒チャンバ１１０からの水素ガスと酸素ガスを用いて充填される。すなわち、磁気触媒チャンバ１１０からの水素は、酸化アルミニウム／ガリウム合金に充填して金属状態に戻すために充填可能触媒水素燃料電池１１６によって使用されることができ、したがって水の蒸気、すなわち蒸気の放出が可能になる。この蒸気は、その後、システムに戻して再循環させるために凝縮液捕捉部１１２によって捕捉することもできる。

【００１８】

図１Ｃは、磁性触媒チャンバ１１０をより詳細に示す。一例では、磁気触媒チャンバ１１０内の触媒表面は、蒸気がチャンバ１１０を通って進むための真っ直ぐな管状経路を含む焼結金属プラグ形状に形成される。磁気触媒チャンバ１１０は、一例では、アルミニウム管と、アルミニウム管の一端で１／４インチＮＰＴ（ｎａｔｉｏｎａｌ　ｐｉｐｅ　ｔｈｒｅａｄ）（米国管ネジ山）から２インチＮＰＴ直径までおよびアルミニウム管の他端で２インチＮＰＴから１／８インチＮＰＴまで適合する真鍮製アダプタエンドキャップとを使用して構築することができる。両方の真鍮製アダプタ取付具の内側には、Ｄｙｎａｐｏｒｅ（登録商標）流動化媒体などの流動化媒体があってもよく、この媒体は、磁性触媒チャンバ１１０の内側に存在する触媒表面を通して均一な流れを提供するスクリーン状材料である。一例において触媒表面は粒状であり得る。

【００１９】

図１Ｄは、磁性触媒チャンバ１１０内の磁石をより詳細に示す。一例では、磁石は、高エネルギーの異方性Ｎ４２ＳＨネオジム磁石などの希土類永久磁石である。これらの強力な磁石は、磁性触媒チャンバ１１０の周囲に配置することができ、チャンバは、例えば、非磁性材料から構成することができる。非磁性材料の一例は、先に図１Ｃに記載した。

【００２０】

図１Ｅは、図１Ａに示すシステムで使用することができる充填可能触媒水素燃料電池１１６の拡大図を示す。

【００２１】

本開示の主題を具体化することができる実施例をここでより詳細に記載する。

【００２２】

図２は本開示の実施形態による別の例示的なシステムを示す。蒸気プラズマ電気分解プロセスは、過熱蒸気発生器２００内での蒸気の発生で始まる。一例では、蒸気は、蒸気を約３５０℃から約４５０℃の温度に上げるために電気を使用して、熱交換器を使用して、および／または燃焼技術を使用して圧力容器を加熱することなど従来の方法によって生成することができる。同様に、このシステムのエネルギー源は、風力、太陽光、廃棄物の再生利用、および「オフピーク」グリッド電源から獲得することができる。ここで発生した蒸気に戻ると、次いで蒸気は、蒸気発生器２００から、一例ではステンレス鋼管を介して触媒チャンバ２０２、すなわち磁性触媒チャンバ２０２に移動する。触媒チャンバ２０２は、２つの反対側の端部を有する大きなアルミニウム管から構成することができ、各端部は過熱蒸気の均一な流れを生じさせるために一緒に押されたステンレス鋼ワイヤメッシュを含む。一例では、ステンレス鋼ワイヤメッシュは、Ｄｙｎａｐｏｒｅ（登録商標）流動化媒体などの流動化媒体の一種である。

【００２３】

さらに図２を参照すると、触媒チャンバ２０２は触媒表面を含み、触媒表面の上で発生した水蒸気との反応が起こる。触媒表面は、多層カーボンナノチューブ、アルミニウム－ガリウム合金、クロムおよびクロム－希土類合金、コバルト、コバルトサマリウム合金、マンガン、モリブデン、ニッケル、ニオブ、ジルコニウム、パラジウム、およびゲルマニウムのうちの１つを含む。発生した蒸気は触媒チャンバ２０２内の触媒表面全体に供給されて、蒸気プラズマとしても知られているイオン化蒸気プラズマを発生する。触媒チャンバ２０２は１つ以上の触媒表面を含み、触媒表面はそれが触媒チャンバ２０２を通る蒸気の均一な流れを可能にし得るように配置されている。そうするために、触媒表面はその形状および粒子サイズが触媒チャンバ２０２内の最適な均一の一定の流れを可能にするよう

に構成されなければならない。可能な形状および構成のいくつかの例には、焼結プラグ、ナノチューブ、マイクロチューブ、および粒状形状のうちの少なくとも１つが含まれる。

【００２４】

さらに図２を参照すると、触媒チャンバ２０２は、一例では、高エネルギー異方性磁石のアレイによって囲まれることができる。磁石は、例えば、少なくとも１．３テスラのエネルギー密度を有する高エネルギー異方性Ｎ４２ＳＨネオジム磁石であり得る。磁石は、触媒チャンバ２０２内に磁界を生成するために、触媒チャンバ２０２内に所定の密度の磁束を達成する構成で配置される。具体的には、磁石は、それらが触媒チャンバ２０２の長さの少なくとも８０％を覆い、触媒チャンバ２０２内で実質的に直線的に中心に置かれるように配置される。これは、最大密度の磁束が触媒チャンバ２０２内で達成されることを確実にするために行われる。図４は、後述するように、触媒チャンバ２０２およびそのプロセスをより詳細に示す。

【００２５】

さらに図２を参照すると、イオン化蒸気プラズマは触媒チャンバ２０２内の磁界を通って移動するので、それは導電体として作用し、それによって電流を生成する。したがって、起電力が、触媒チャンバ２０２内の磁界を通るイオン化蒸気プラズマの移動によって作り出される。外部電流源に依存する他の電解プロセスとは異なり、本開示における電流は、磁界を通るイオン化蒸気プラズマの移動を介して触媒チャンバ２０２内で内部的に生成される。さらに、起電力の発生は、イオン化蒸気プラズマの電気分解を引き起こし、２つのイオン化蒸気プラズマ分子間にアノードおよびカソードの形成をもたらす。この独特の電気分解法、すなわち蒸気プラズマ電気分解は、続いて、以下の化学反応：

【数１】

$$H_2O\,(aq) \rightleftharpoons H_3O^+\,(aq) + OH^-\,(aq)\,.$$

によって示されるように、酸素分子からの水素分子の分子解離を引き起こす。

蒸気プラズマ電気分解の後、水素ガス、酸素ガス、および少量の水蒸気の得られた混合物は、次いで触媒チャンバ２０２を出る。

【００２６】

さらに図２を参照すると、水素ガス、酸素ガス、および少量の水蒸気のこの混合物は次に分離のためにサイクロン式分離器２０４に進む。サイクロン式分離器２０４は、内側本体と外側本体とから構成される。外側本体はベンチュリ構成を有し、内側本体はフィンと卵形の突起とを含む構成を有する。この構成は、酸素および水蒸気のようなより重いガスがサイクロン式分離器２０４の外側に向かって回転し、サイクロン式分離器２０４に対して垂直に出て行くことを可能にする。すなわち、酸素ガスおよび水蒸気は、サイクロン式分離器２０４に対して実質的に垂直に配置された出口を介して出る。一方、より軽い水素ガスはサイクロン式分離器２０４を直進する。図５は、後述するように、サイクロン式分離器２０４およびそのプロセスをより詳細に示している。

【００２７】

さらに図２を参照すると、分離されたガスはここでそれぞれのマニホルドに移動する。より重いガスの酸素と水蒸気は酸素マニホルド２０６に行き、より軽い水素ガスは水素マニホルド２０８に行く。例示的な実験では、水素ガスの分析は９９％の純度レベルを示す。

【００２８】

さらに図２を参照すると、ユーザは、ガスを圧縮して貯蔵するために、あるいはそれらを少なくとも１つの燃料電池２１０で使用して電気を発生させるために、このシステムの一部である自動切換弁を係合させることができる。圧縮が選択された場合、従来の圧縮機を、例えば水素自動車に燃料を補給するためにまたは他のいくつかの水素要求のために使用することができる。対照的に、電気を発生させることが選択された場合、ガスは少なくとも１つの燃料電池２１０に送られて直流電気を発生させる。各燃料電池２１０にはアノ

ード端子およびカソード端子接続が取り付けられている。燃料電池２１０は、アノード端子に水素ガスを受け入れ、カソード端子に酸素ガスを受け入れる。図６は、後述するように、燃料電池２１０およびそのプロセスをより詳細に示している。各燃料電池２１０によって発生された電気は、一例では、１２Ｖで少なくとも５００Ｗである。

【００２９】

さらに図２を参照すると、一例では、図２に示すシステムは、酸素および水素ガスがこれらの燃料電池２１０に均等に分配され得るように配置および配管された４８～６４個の燃料電池２１０のアレイを含む。この例を続けると、燃料電池２１０は、直列の構成で配置され、次に並列の構成でも配置される１２個の燃料電池２１０の組で存在することができる。次いで、この燃料電池ユニット２１０をインバータに配線して交流電力を供給することができる。直流電源出口も設けられてよい。上述のように構成された燃料電池２１０の複数のユニットは、所望であれば、より大きな量の電流を供給するために互いに接合されることができる。

【００３０】

図３は、本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができる過熱蒸気発生器２００、３００の拡大図を示す。

【００３１】

図４は、本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができる磁性触媒チャンバ２０２、４００の拡大図を示す。触媒チャンバ２０２、４００は、過熱蒸気発生器２００、３００から生じる乾燥高温蒸気４０２、すなわち発生した蒸気を受け取る。先に上述したように、乾燥高温蒸気４０２は、起電力の発生と内部電流の発生から生じる蒸気プラズマ電気分解の独自の方法によって最終的に解離される。

【００３２】

図４をさらに参照すると、触媒表面の例示的な構成が示されている。具体的には、触媒表面は焼結プラグ構成４０４に形成されており、これは乾燥高温蒸気４０２が触媒チャンバ２０２、４００を通って進むための直線状の管状経路を実現する。さらに、強力な磁石が触媒チャンバ２０２、４００の周囲に配置され、触媒チャンバ自体は非磁性材料４０６を含む。一例では、磁石は、少なくとも１．３テスラのエネルギー密度を有する高エネルギー異方性Ｎ４２ＳＨネオジム磁石である。

【００３３】

図４をさらに参照すると、蒸気プラズマ電気分解の際に、解離した水素ガス４１０、酸素ガス４０８、および少量の水蒸気が磁性触媒チャンバ２０２、４００から出る。次に、この混合物は、図５で後述するサイクロン式分離器２０４に進む。

【００３４】

図５は、本開示の実施形態による図２に示すシステムで使用することができるサイクロン式分離器２０４、５００の拡大図を示す。サイクロン式分離器２０４、５００の破断図が、その独特の形状を示すために与えられている。サイクロン式分離器２０４、５００は、その反対側の端部に２つの球状形状を有し、この球状形状は、それらが単一の管を介して互いに接続するテーパ状端部を有する。前述のように、サイクロン式分離器２０４、５００はベンチュリ構成を有する外側本体を有し、内側本体はフィンと卵形の突起を含む構成を有する。実際に、この構成はここで破断図において見ることができる。

【００３５】

図５をさらに参照すると、触媒チャンバ２０２、４００を出た解離した水素ガス４１０、酸素ガス４０８、および少量の水蒸気はここで分離のためにサイクロン式分離器２０４、５００に入る。解離した水素ガス４１０および酸素ガス４０８は、一例ではステンレス鋼管を介して、その特有の形状が解離した水素ガス４１０と酸素ガス４０８とを分離するように設計されているサイクロン式分離器２０４、５００に運ばれる５０２。前述のように、この形状により、酸素ガス４０８および水蒸気のようなより重いガスがサイクロン式分離器２０４、５００の外側に向かって回転し、サイクロン式分離器２０４、５００から垂直方向５０４に出ることが可能になる。一方、より軽い水素ガス４１０はサイクロン式

分離器２０４、５００を通って直進する５０６。

【００３６】

図６は、図２に示すシステムで使用することができる少なくとも１つの燃料電池２１０、６００の拡大図を示す。複数の燃料電池２１０、６００は、電圧の増加または電流の増加が望まれるかどうかに応じて直列または並列に配線することができる。電圧の増加が望まれる場合には、燃料電池２１０、６００は直列に配線され、一方電流の増加は燃料電池２１０、６００の並列配線によって達成される。前述のように、酸素マニホルド２０６からの酸素は燃料電池２１０、６００のカソード側に運ばれ６０２、一方水素マニホルド２０８からの水素は燃料電池２１０、６００のアノード側に運ばれる６０４。

【００３７】

さらに図６を参照すると、燃料電池２１０、６００は、中心円形コアから半径方向に分散された構成要素を示している。これらの半径方向構成要素は、中央水素燃料管を含む中央円形コアに取り付けられている複数の基板ループである。中央水素燃料管は、中央水素燃料管から放射状に広がる複数の基板ループにガスを送るために、高さ全体にわたって穿孔を有する燃料電池２１０、６００の高さに延びる円筒管を含む。基板ループは、アノードとして機能する内部とカソードとして機能する外部とを含む。すなわち、内側基板ループは水素ガス６０４を受け取るためのアノードとして働き、一方、外側基板ループは酸素ガス６０２を受け取るためのカソードとして働く。基板ループは、一例では、約０．２ｍｍ～約０．５ｍｍ厚の厚さ幅を有する半透性ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）を含み、ここで、アノード側およびカソード側はそれぞれ、基板ループの両側に約２０～２００オングストロームの厚さまでスパッタリングされる。一例では、各燃料電池２１０、６００は、中央水素燃料管に半径方向に取り付けられた１８個のそのような基板ループを有する。中央水素燃料管および複数の基板ループは、密封された円筒形ハウジング内に配置されている。これにより、酸素ガス６０２を基板ループの外側、すなわち基板ループのカソード側に送ることができる。

【００３８】

さらに図６を参照すると、一例では、アノード材料の勾配混合物を塗布し、基板の一方の面にアノード材料をスパッタリングまたはエアブラッシングすることによってアノードが形成される。この例では、以下のアノード材料を列挙した順序で適用することができるが、他の適切な材料および順序を使用することができる。（１）酸化インジウムスズ；（２）ランタンニッケルアルミニウム合金；（３）薄い接着剤キャリア中に懸濁されたニッケルコバルト酸化物ナノ粉末；（４）イットリウムをドープしたパラジウムを薄い接着剤キャリア中に懸濁させたもの。ここでは、ニッケルコバルト酸化物をエアブラッシングで塗布する。本質的に、アノード材料が２０オングストロームから２００オングストロームの間の厚さに達するまで、アノード材料の極薄層を基板上にスパッタリングまたはエアブラッシングすることができる。同様に、カソード材料は、２０オングストロームから２００オングストロームの間の厚さまで基板の反対側にスパッタリングまたはエアブラッシングすることができる。この例では、以下のカソード材料を列挙した順序で塗布することができるが、他の適切な材料および順序を使用することができる。（１）グラフェンまたはカーボンナノチューブ；（２）薄い接着剤キャリア中に懸濁した酸化セリウム；（３）薄い接着剤キャリア中に懸濁されたストロンチウムフェライト粉末。ここでは、酸化セリウムおよびストロンチウムフェライトをエアブラッシングで塗布する。このように、アノードおよびカソードは、前述のように、スパッタリングまたは薄膜エアブラッシング技術を介して基板の両側に材料の勾配混合物の極薄層を塗布することによって形成される。

【００３９】

さらに図６を参照すると、燃料電池２１０、６００は、燃料電池２１０、６００の上面に電極６０８を含む。電極６０８は、発生した直流電気を出力するための出口として機能する。すなわち、これらの電極は、燃料電池２１０、６００から発生された直流電気のためのものである。電極６０８は、一例では、基板との接触点から燃料電池２１０、６００の外側まで延びる真鍮の金属棒から構成される。一方の電極は、燃料電池２１０、６００

の内側の基板のアノード側と接触するのでアノード電極である。同様に、他方の電極は基板のカソード側と接触するのでカソード電極である。

【００４０】

図６をさらに参照すると、燃料電池２１０、６００はまた、中央水素燃料管および基板ループを収容する燃料電池ハウジング６０６内に収容されている。一例では、燃料電池ハウジング６０６は、透明アクリルチューブおよびプレートなどの非導電性材料を含む。別の例では、非導電性材料はセラミックタイプの材料またはフッ素樹脂材料であり得る。水素マニホルド２０８から水素ガスを受け取るための端子６１０が、燃料電池２１０、６００の上面に配置され、酸素マニホルド２０６から酸素ガスを受け取るための端子６１２が、燃料電池２１０、６００の底面に配置される。一例では、水素ガスを受け取るための端子６１０はアノード端子と呼ばれる。同様に、酸素ガスを受け取るための端子６１２はカソード端子と呼ばれる。各燃料電池２１０、６００は、一例では、１２Ｖで約５００Ｗの直流電気を生成することができる。水素ガスと酸素ガスとの反応によって燃料電池２１０、６００内で直流電気が生成され、水蒸気、熱、および直流電気が生成される。この反応から生じる水蒸気および凝縮水は、燃料電池２１０、６００の底面側ポートを介して除去される。

【００４１】

図７は、本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を生成するためのシステム、装置、および方法のための例示的な方法のフローチャートを示す。図７の方法は、図１および図２に示すシステムによって実施されるような例によって記載されるが、この方法は任意の適切なシステムによって実施することができることを理解されたい。

【００４２】

図７をさらに参照すると、この方法は、イオン化蒸気プラズマを発生させるために、触媒チャンバ２０２、４００内の触媒表面全体に過熱蒸気を供給すること７００を含む。方法はまた、イオン化蒸気プラズマの分子間にアノードおよびカソードを形成すること７０２を含む。方法は、電気を発生させるためにアノードおよびカソードを使用すること７０４をさらに含む。一例では、電力は直流電気であり、発電は燃料電池２１０、６００を使用して行われる。図７の方法ステップは、他の図に関連してさらに詳細に先に記載した。

【００４３】

図８は、本開示の実施形態による、水の水素および酸素への変換を介して電力を発生させるためのシステム、装置、および方法のための例示的な監視および制御システム８００のブロック図を示す。監視および制御システム８００は、コンピューティングデバイス８０４と内部制御装置８０６とを収容する収容ユニット８０２を含む。監視および制御システム８００は、外部制御装置８１０と外部制御装置８１０用の受信機８０８とを同じく含む。コンピューティングデバイス８０４は、一例では、データロガーと、データ特性を監視するための複数のセンサとを備える内部制御装置８０６を含む。データ特性は、温度、圧力、電力使用量、ガスの流れ、ガス分析、発電、燃料電池のうちの少なくとも１つからの出力電圧、および入力電流特性のうちの少なくとも１つを含む。すなわち、複数のセンサはこれらのデータ統計を監視し、それをカタログ作成のためにデータロガーに提供することができる。次いで、この情報は、出力状況を含む、発電状況を監視するために内部制御装置８０６に利用可能になる。すなわち、内部制御装置８０６は、一例では予防的健康維持目的のためにシステムの健康状態を監視するために使用することができる。別の例では、内部制御装置８０６は、後述するように、プログラム可能論理制御装置を含むことができる。

【００４４】

図８をさらに参照すると、コンピューティングデバイス８０４は、動作パラメータを管理し、ユーザの要求に応じてデータ特性を報告するための外部制御装置８１０を備える。後述するように、コンピューティングデバイス８０４はまた、外部制御装置８１０によって指示されたときに動作パラメータを変更することができる。一例では、動作パラメータ

は、ガスの流れ、蒸気発生システム内の温度、および動作停止のうちの少なくとも１つを含む。ユーザ要求は、ユーザインタフェースを介して行われることができ、ここで、ユーザインタフェースおよびコンピューティングデバイス８０４は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの組み合わせによって実装され得る。コンピューティングデバイス８０４は、ディスプレイ（例えば、タッチスクリーンディスプレイ）、タッチパッドおよび／またはそれらに類するものなどのユーザインタフェースを含み得る。コンピューティングデバイス８０４は、ラップトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、またはデスクトップコンピュータなどの任意の適切なコンピュータとすることができる。別の例では、コンピューティングデバイス８０４はモバイルコンピューティングデバイスであり得る。さらに別の例では、コンピューティングデバイス８０４は、バッテリ駆動式のモノのインターネット（ＩｏＴ）デバイスとすることができる。別の例では、コンピューティングデバイス８０４はプログラム可能論理制御装置であってもよく、プログラム可能論理制御装置はコンピューティングデバイス８０４の内部制御装置として機能する。後者の例では、プログラム可能論理制御装置は、プログラム可能論理制御装置がコンピューティングデバイス８０４および外部制御装置８１０と無線で通信することを可能にする監視制御およびデータ取得プログラムを含むことができる。そのような１つの監視制御およびデータ取得プログラムの一例は、Ｓｃｈｎｅｉｄｅｒ　Ｅｌｅｃｔｒｉｃによる　Ｉｎｖｅｎｓｙｓ　Ｗｏｎｄｅｒｗａｒｅ＆Ｆｏｘｂｏｒｏ　Ｅｖｏ（商標）統合プログラムである。無線通信は、一例では、通信を暗号化するために周波数のスペクトル拡散で動作する無線送信機へのプログラム可能論理制御器の光－光学結合を介して行われ得る。

【００４５】

図８をさらに参照すると、コンピューティングデバイス８０４の外部制御装置８１０は、上位無線帯域幅内のスペクトルにわたって広がるトリプル暗号化を介して動作する信号を有するマスター制御プログラムを備える。一例では、上位無線帯域幅は、３０または３００ｍＨｚ帯域の帯域幅を含む。スペクトル拡散は、同じ周波数の受信機８０８だけがデータを受信することができるようにデータが送信されているときの周波数の変化を示す。一例では、外部制御装置８１０は、動作パラメータを変更するようにならびに要求に応じて動作状態を報告するようにコンピューティングデバイス８０４に命令するために使用することができるマスター制御とすることができる。一例では、要求に応じて報告される動作状態は、温度、圧力、システムの異なる場所での流れ、各燃料電池からの出力電圧、および過熱蒸気発生器２００、３００への入力電流であり得る。

【００４６】

図８をさらに参照すると、内部制御装置８０６とコンピューティングデバイス８０４を外部の干渉から隔離するために、コンピューティングデバイス８０４と内部制御装置８０６はハウジングユニット８０２内に封入されている。外部干渉は、動作パラメータを監視、管理、および変更するコンピューティングデバイス８０４の機能に悪影響を及ぼす可能性がある。一例では、ハウジングユニット８０２はステンレス鋼から構成される。

【００４７】

図８をさらに参照すると、受信機８０８は、外部制御装置８１０がコンピューティングデバイス８０４に命令するための通信機構を提供する。一例では、受信機８０８はハウジングユニット８０２の外部に配置され、内部制御装置８０６に光学的に結合される。すなわち、受信機８０８は、干渉問題を回避するために、信号遮断筐体、すなわちハウジングユニット８０２の外側に配置される。受信機８０８はコンピューティングデバイス８０４と光学的に結合されているので、内部制御装置８０６は受信機８０８と通信することができる。

【００４８】

図８をさらに参照すると、コンピューティングデバイス８０４、内部制御装置８０６、および外部制御装置８１０は、一例では、コンピュータ可読プログラム命令を有する１つ（または複数）のコンピュータ可読記憶媒体を介した実行を含み得る。その可能な実行は後述される。

【００４９】
本主題は、システム、方法であり得、および／またはコンピュータプログラム製品による実行を含み得る。コンピュータプログラム製品は、プロセッサに本主題の態様を実行させるためのコンピュータ可読プログラム命令を有する１つ（または複数）のコンピュータ可読記憶媒体を含むことができる。
【００５０】
コンピュータ可読記憶媒体は、命令実行デバイスによる使用のために命令を保持し記憶することができる有形のデバイスとすることができる。コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、電子記憶デバイス、磁気記憶デバイス、光学記憶デバイス、電磁記憶デバイス、半導体記憶デバイス、または前述のものの任意の適切な組合せであり得るが、これらに限定されない。コンピュータ可読記憶媒体のより具体的な例の非網羅的リストには、以下が含まれる：ポータブルコンピュータディスケット、ハードディスク、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）、消去可能プログラマブル読み出し専用メモリ（ＥＰＲＯＭまたはフラッシュメモリ）、スタティックランダムアクセスメモリ（ＳＲＡＭ）、ポータブルコンパクトディスク読み出し専用メモリ（ＣＤ－ＲＯＭ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ）、メモリースティック、フロッピーディスク、パンチカードまたはそこに命令が記録されている溝の中の隆起構造などの機械的に符号化されたデバイス、および前述のものの任意の適切な組み合わせ。本明細書で使用される際、コンピュータ可読記憶媒体は、電波または他の自由に伝播する電磁波、導波路または他の伝送媒体を伝播する電磁波（例えば光ファイバケーブルを通過する光パルス）またはワイヤを介して伝送される電気信号などの一時的な信号それ自体であると解釈されるべきではない。
【００５１】
本明細書に記載のコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ可読記憶媒体からそれぞれのコンピューティング／処理デバイスへ、またはネットワーク、例えばインターネット、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワークおよび／またはワイヤレスネットワークを介して外部コンピュータまたは外部記憶デバイスにダウンロードすることができる。ネットワークは、銅伝送ケーブル、光伝送ファイバ、無線伝送、ルータ、ファイアウォール、スイッチ、ゲートウェイコンピュータおよび／またはエッジサーバを含み得る。各コンピューティング／処理デバイス内のネットワークアダプタカードまたはネットワークインタフェースは、ネットワークからコンピュータ可読プログラム命令を受信し、それぞれのコンピューティング／処理デバイス内のコンピュータ可読記憶媒体に記憶するためにコンピュータ可読プログラム命令を転送する。
【００５２】
本主題の動作を実行するためのコンピュータ可読プログラム命令は、アセンブラ命令、命令セットアーキテクチャ（ＩＳＡ）命令、機械命令、機械依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、または、Ｊａｖａ（登録商標）、Ｓｍａｌｌｔａｌｋ、Ｃ＋＋またはそれらに類するものなどのオブジェクト指向プログラミング言語、および「Ｃ」プログラミング言語などの従来の手続き型プログラミング言語または同様のプログラミング言語を含む、１つまたは複数のプログラミング言語の任意の組み合わせで書かれたソースコードまたはオブジェクトコードであり得る。コンピュータ可読プログラム命令は、ユーザのコンピュータ上で完全に、ユーザのコンピュータ上で部分的に、スタンドアロンソフトウェアパッケージとして、ユーザのコンピュータ上で部分的に、およびリモートコンピュータ上で部分的に、またはリモートコンピュータまたはサーバ上で完全に実行することができる。後者のシナリオでは、リモートコンピュータは、ローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）またはワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）を含む任意の種類のネットワークを介してユーザのコンピュータに接続することができ、または接続は外部コンピュータに対してなされてもよい（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用してインターネットを介して）。いくつかの実施形態において、例えば、プログラム可能論理回路、フィールドプログラム可能ゲートアレイ（ＦＰＧＡ）、またはプログラム可能論理アレイ（ＰＬＡ）を含む電子回路は、本主題の態様を実行するために、電子回路をパ

ーソナル化するためにコンピュータ可読プログラム命令の状態情報を利用することによってコンピュータ可読プログラム命令を実行し得る。

【００５３】

本主題の態様は、主題の実施形態による方法、装置（システム）、およびコンピュータプログラム製品のフローチャート図および／またはブロック図を参照して本明細書に記載されている。フローチャート図および／またはブロック図の各ブロック、ならびにフローチャート図および／またはブロック図中のブロックの組み合わせは、適用可能であれば、コンピュータ可読プログラム命令によって実行することができることは理解されよう。

【００５４】

これらのコンピュータ可読プログラム命令は、マシンを製造するために、汎用コンピュータ、特殊用途コンピュータ、または他のプログラム可能データ処理デバイスのプロセッサに提供されてもよく、その結果、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理デバイスのプロセッサを介して実行される命令は、フローチャートおよび／またはブロック図のブロックまたは複数のブロックで指定された機能／動作を実行するための手段を作成する。これらのコンピュータ可読プログラム命令は、特定の方法で機能するようにコンピュータ、プログラム可能データ処理デバイス、および／または他のデバイスに命令することができるコンピュータ可読記憶媒体に記憶させることもでき、その結果、命令が記憶されているコンピュータ可読記憶媒体は、フローチャートおよび／またはブロック図のブロックまたは複数のブロック内に特定された機能／動作の態様を実行する命令を含む製品を含む。

【００５５】

コンピュータ可読プログラム命令はまた、コンピュータ、他のプログラム可能データ処理装置、または他のデバイスにローディングすることができ、それにより一連の動作ステップがコンピュータ、他のプログラム可能な装置または他のデバイス上で実行され、コンピュータ実行プロセスを生成するようにし、その結果、コンピュータ、他のプログラム可能な装置、または他のデバイス上で実行される命令が、フローチャートおよび／またはブロック図のブロックまたは複数のブロック内に特定された機能／動作を実行するようにする。

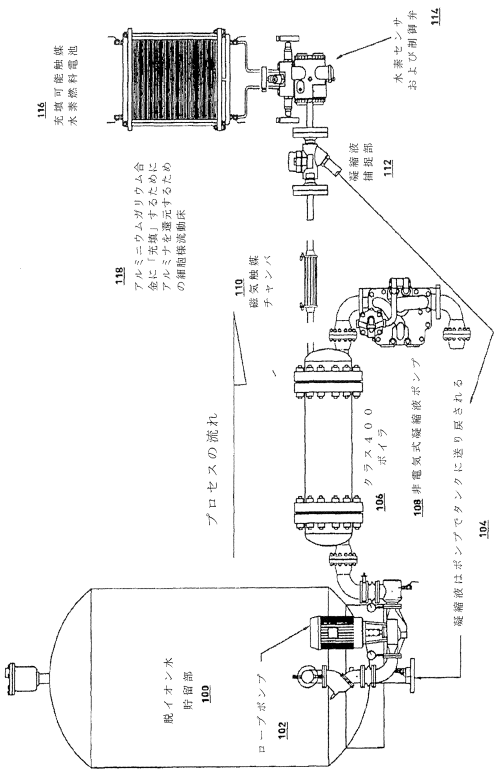
【００５６】

図中のフローチャートおよびブロック図は、本主題の様々な実施形態によるシステム、方法、および／またはコンピュータプログラム製品の可能な実施形態のアーキテクチャ、機能性、および動作を示す。これに関して、フローチャートまたはブロック図の各ブロックは、本開示を実行するための１つまたは複数の実行可能命令を含むモジュール、セグメント、または命令の一部を表し得る。いくつかの代替の実装形態では、ブロック内に示されている機能は、図に示されている順序とは異なる順序で行われてもよい。例えば、連続して示されている２つのブロックは、実際には、実質的に同時に実行されてもよく、または含まれる機能に応じて、ブロックは時々逆の順序で実行されてもよい。ブロック図および／またはフローチャート図の各ブロック、ならびにブロック図および／またはフローチャート図内のブロックの組み合わせは、特定の機能または動作を実行するかまたは適用可能であれば特殊目的ハードウェアおよびコンピュータ命令の組み合わせを実行する特殊目的ハードウェアに基づくシステムによって実行することができることにも留意されたい。

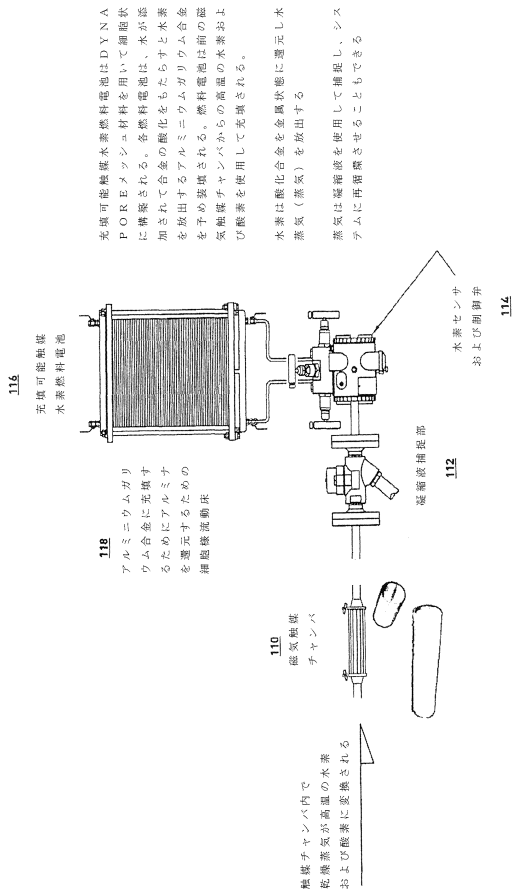
【００５７】

様々な図の様々な実施形態に関連して実施形態を記載してきたが、他の同様の実施形態を使用してもよく、またはそれから逸脱することなく同じ機能を実行するために記載されている実施形態に修正および追加を行うことができることを理解されたい。したがって、開示された実施形態はいかなる単一の実施形態にも限定されるべきではなく、むしろ添付の特許請求の範囲に従う広さおよび範囲において解釈されるべきである。

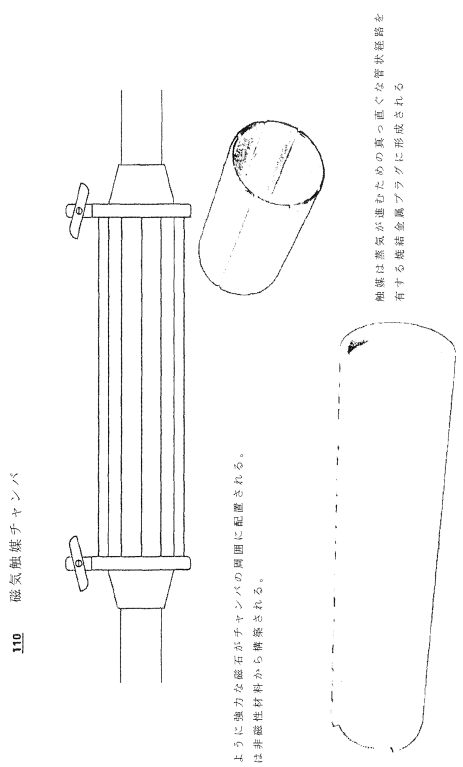
【図１Ａ】



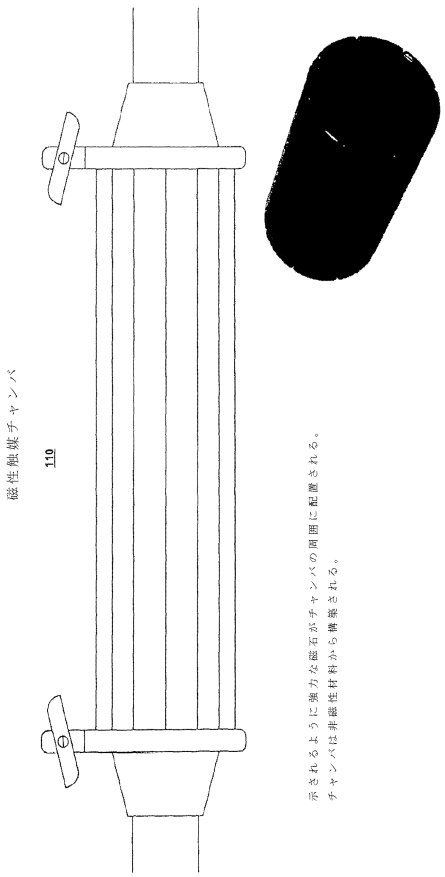
【図１Ｂ】



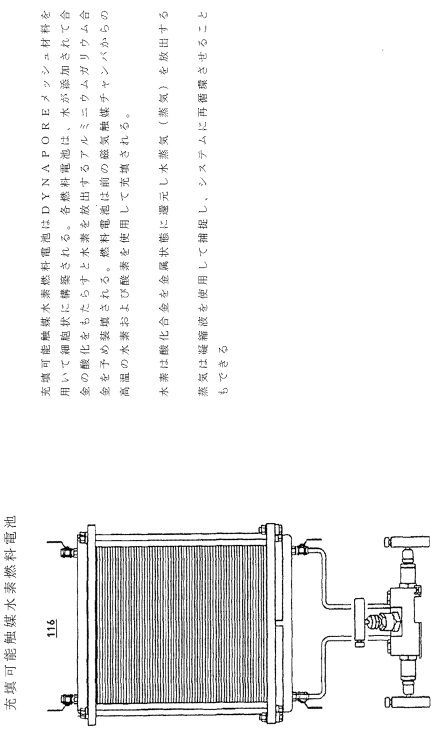
【図１Ｃ】



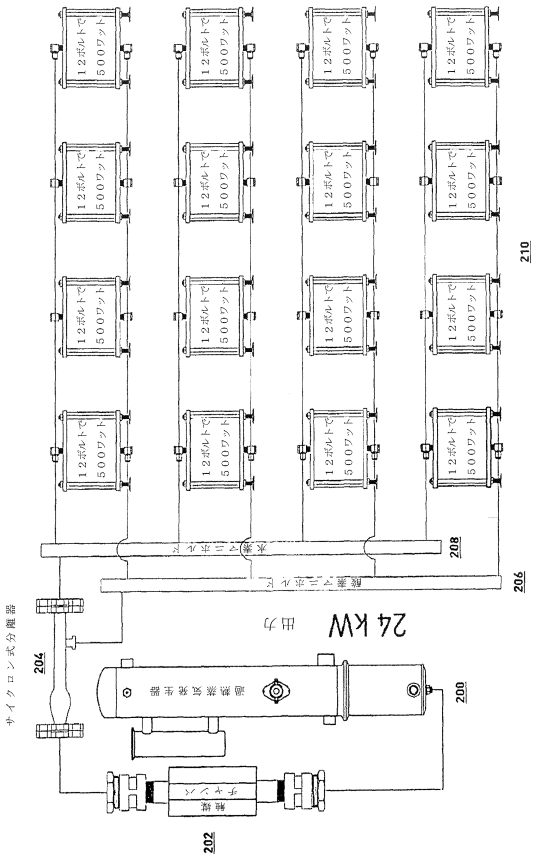
【図１Ｄ】



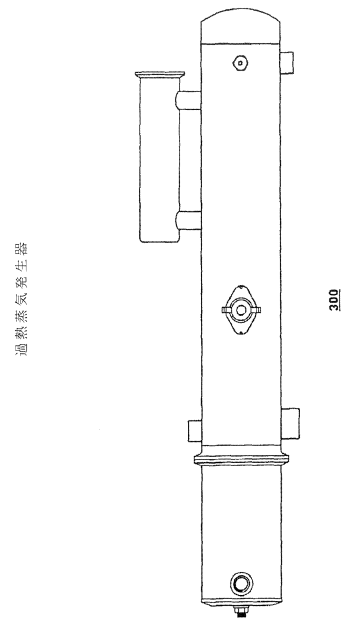
【図１Ｅ】


充填可能触媒水素燃料電池
116
充填可能触媒水素燃料電池はＤＹＮＡＰＯＲＥメッシュ材料を用いて細胞状に構築される。各燃料電池は、水が添加されて合金の酸化をもたらすと水素を放出するアルミニウムガリウム合金を予め装填される。燃料電池は前の蒸気触媒チャンバからの高温の水素および酸素を使用して充填される。
水素は酸化合金を金属状態に還元し水蒸気（蒸気）を放出する
蒸気は凝縮器を使用して捕捉し、システムに再循環させることもできる

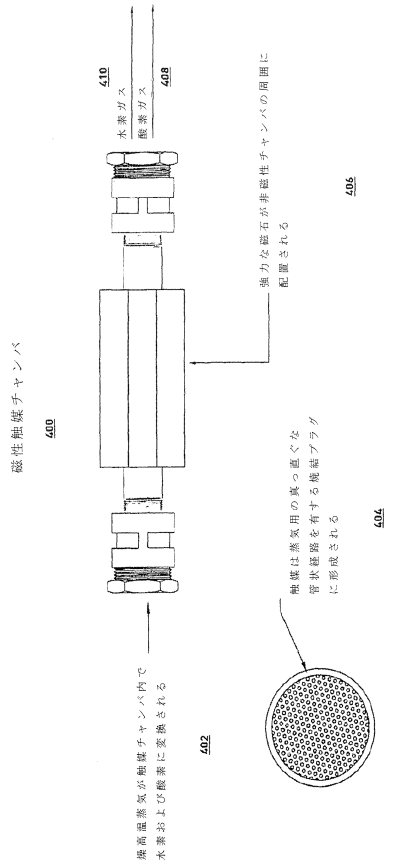
【図２】


12ボルトで500ワット
24 kW 電力
サイクロン式分離器
204
202
208
206
210

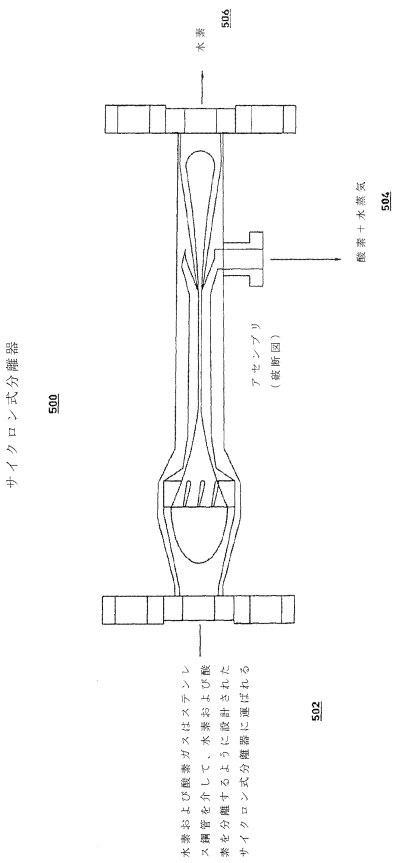
【図３】


過熱蒸気発生器
300

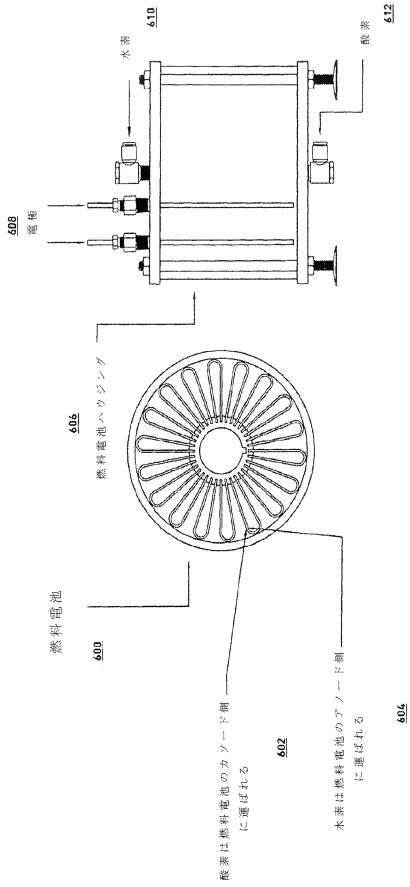
【図４】


磁性触媒チャンバ
400
410
水素ガス
酸素ガス
408
強力な磁石が非磁性チャンバの周囲に配置される
406
触媒は蒸気用の真っ直ぐな管状経路を有する焼結プラグに形成される
404
乾燥高温蒸気が触媒チャンバ内で水素および酸素に変換される
402

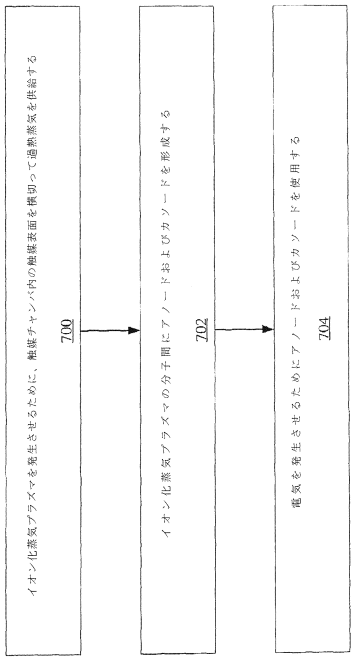
【図５】


サイクロン式分離器
500
水素
506
酸素＋水蒸気
504
アセンブリ
（破断図）
水素および酸素ガスはステンレス鋼管を介して、水素および酸素を分離するように設計されたサイクロン式分離器に運ばれる
502

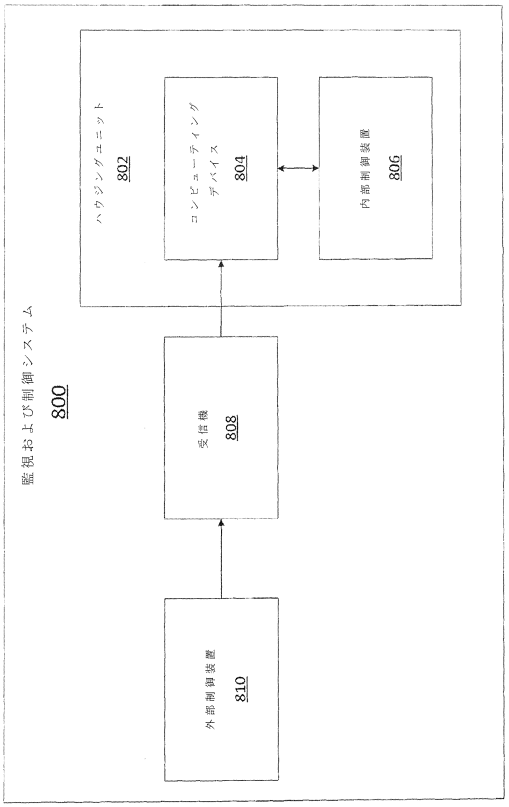
【図６】


水素
610
酸素
612
電極
608
燃料電池ハウジング
606
燃料電池
600
酸素は燃料電池のカソード側に運ばれる
602
水素は燃料電池のアノード側に運ばれる
604

【図７】


イオン化蒸気プラズマを発生させるために、触媒チャンバ内の触媒表面を横切って過熱蒸気を供給する
700
イオン化蒸気プラズマの分子間にアノードおよびカソードを形成する
702
電気を発生させるためにアノードおよびカソードを使用する
704

【図８】


監視および制御システム
800
ハウジングユニット
802
コンピューティングデバイス
804
内部制御装置
806
受信機
808
外部制御装置
810

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
C25B	***9/00***	***(2021.01)***	C25B	9/00	A
H01M	***8/04701***	***(2016.01)***	H01M	8/04701	
H01M	*8/10*	*(2016.01)*	H01M	8/04	Z
			H01M	8/10	101

(72)発明者 レッドワイン，マイケル，エー.
アメリカ合衆国，テネシー州 ３７６０４，ジョンソン シティ，スイート １５１，２１０９
ウエスト マーケット ストリート，ワン サイエンティフィック，インコーポレイテッド内

審査官 西井 香織

(56)参考文献 特開平０８－１０９００２（ＪＰ，Ａ）
特開昭４７－０２３７３３（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１１／０２６２３１３（ＵＳ，Ａ１）
米国特許出願公開第２０１１／０２５９７５７（ＵＳ，Ａ１）
特表２０１０－５３２７４４（ＪＰ，Ａ）
特表２００８－５４５６０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－００２６０３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１０２２２１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｈ０１Ｍ	８／０４	－	８／０６６８
Ｈ０１Ｍ	８／００		
Ｈ０１Ｍ	８／１０	－	８／１００６
Ｃ２５Ｂ	１／０４		
Ｃ２５Ｂ	９／００		
Ｃ０１Ｂ	３／００	－	３／５８