(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2014-517877
(P2014-517877A)
(43)公表日　平成26年7月24日(2014.7.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C25B 9/00	***(2006.01)***	C25B	9/00		4K021
C25B 9/04	***(2006.01)***	C25B	9/04	302	
C25B 1/06	***(2006.01)***	C25B	9/00	A	
C25B 15/04	***(2006.01)***	C25B	1/06		
		C25B	15/04		

審査請求 有　予備審査請求 未請求　（全 23 頁）

(21)出願番号　特願2014-512086 (P2014-512086)
(86)(22)出願日　平成24年5月23日 (2012.5.23)
(85)翻訳文提出日　平成26年1月27日 (2014.1.27)
(86)国際出願番号　PCT/US2012/039211
(87)国際公開番号　WO2012/162434
(87)国際公開日　平成24年11月29日 (2012.11.29)
(31)優先権主張番号　61/566,554
(32)優先日　平成23年12月2日 (2011.12.2)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　61/489,059
(32)優先日　平成23年5月23日 (2011.5.23)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　513297058
アドバンスド　コンバスチョン　テクノロジーズ，インコーポレイティド
アメリカ合衆国，カリフォルニア　９１３１１，チャッツワース，マリラ　ストリート　２１７４８
(74)代理人　100099759
弁理士　青木　篤
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100114018
弁理士　南山　知広
(74)代理人　100165191
弁理士　河合　章

最終頁に続く

(54)【発明の名称】可燃性燃料並びにその製造装置及び製造方法

(57)【要約】
液体反応器の特徴は、電界発生装置を含む。電界発生装置は、一連の中間のニュートラルプレートを含む一連の平行な導電性プレートを含む。中間のニュートラルプレートは、アノードおよびカソードの間に、インターリーブされた組の状態で配置される。液体反応器の他の特徴は、密閉された反応容器、流体循環マニホルド、電力モジュレータ、真空ポート、および、隔膜を含んでもよい。電界発生装置の使用方法は、水素気体および酸素気体を生成するための、電解質への浸漬、並びに、外部電圧および真空の適用を含む。反応器および関連する構成要素は、気体燃料または液体燃料を生成するよう配置することができる。一つの用途においては、炭素系物質と液体炭化水素の混合物が加えられる。好ましい炭素系物質は微粉炭である。
【選択図】図９

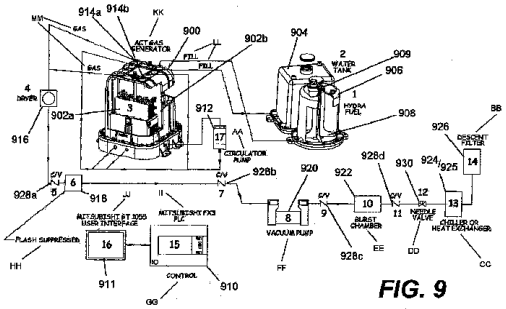


FIG. 9

【特許請求の範囲】
【請求項１】
電界を発生させる装置であって、
プレートからなる一つまたは複数のアレイであって、第１のアレイは非導電性のフレームワークにより支持された導電性の平行な相隔たるプレートを含む、アレイを備え、
プレートからなる前記第１のアレイは、アレイ第１端部において一つまたは複数のカソードとなりうるプレートと、前記アレイ第１端部とは反対側のアレイ第２端部において一つまたは複数のアノードとなりうるプレートと、前記カソードとなりうるプレートと前記アノードとなりうるプレートの間に挟まれた一つまたは複数のニュートラルプレートと、を含み、
前記ニュートラルプレートは、インターリーブされたニュートラルサブセットの状態で配置され、
第１のニュートラルサブセットは、前記カソードとなりうるプレートと、前記アノードとなりうるプレートと、他の任意のニュートラルサブセットと、からは電気的に絶縁され、ともに電気的に接続された、少なくとも三つのニュートラルプレートを含む装置。
【請求項２】
各サブセットの前記プレートは他の前記サブセットの前記プレートの間に挟まれている、請求項１に記載の装置。
【請求項３】
前記プレートは、実質的に、電気分解において相互作用的な触媒によりめっきされた高導電性の素材からなる、請求項１に記載の装置。
【請求項４】
前記相互作用的な触媒はニッケルである、請求項１に記載の装置。
【請求項５】
アノードプレートおよびカソードプレートは貫通するホールのパターンを有し、
前記アノードプレートおよび前記カソードプレートの公称寸法は相似しており、そして、
前記アノードプレートおよび前記カソードプレートそれぞれの前記ホールのパターンの領域は、前記アノードプレートおよび前記カソードプレートそれぞれの残りの固体領域より広い、請求項１から４のいずれか一項に記載の装置。
【請求項６】
前記カソードプレートおよび前記アノードプレートに接続され、波形発生器を含む、印加電力源をさらに備え、
前記波形発生器は、１０％から９０％の範囲のデューティサイクル、１ｋＨｚから３２ｋＨｚの範囲の周波数、および、５ボルトから５０ボルトの範囲のピーク電圧、を有する直流波を発生させる、請求項１に記載の装置。
【請求項７】
アノードおよびカソードの間に配置され、水の上で気体が混合するのを防ぐように伸長した、非導電性の隔膜をさらに備える、請求項１に記載の装置。
【請求項８】
反応容器内の水から水素および酸素を分離する方法であって、
導電性の平行な相隔たるプレートからなる一つまたは複数のアレイの反対側の端部にある一つまたは複数のカソードプレートおよび一つまたは複数のアノードプレートへ電力を供給するステップであって、前記のプレートのアレイは、前記カソードプレートおよび前記アノードプレートの間に置かれた複数のニュートラルプレートからなり、インターリーブされたニュートラルサブセットの状態で配置された前記ニュートラルプレートは、それぞれ少なくとも三つの電気的に接続されたプレートを備え、また、それぞれ他の前記ニュートラルサブセット、前記カソードプレート、および、前記アノードプレートからは電気的に絶縁されているステップと、
電力の供給の間に、気体状態の水素および酸素を発生させるために、プレートの前記ア

レイの周囲に置かれた電解質を含む水を分離するステップと、を含む方法。
【請求項９】
前記電力の供給はさらに、１０％から９０％の範囲のデューティサイクル、１ｋＨｚから３２ｋＨｚの範囲の周波数、および、５ボルトから５０ボルトの範囲のピーク電圧、を有する直流波を供給するステップを含む、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
さらに、水の温度を、約４６．１℃（華氏約１１５度）と約５４．４℃（華氏約１３０度）の範囲に維持し、また、水を分離している間は、真空の下で、水の沸点より低く維持するステップを含む、請求項８に記載の方法。
【請求項１１】
電解質を含む水に炭素系物質を加えた懸濁液を含む液体燃料原液を維持するステップと、
気体状態の出力を生成するために前記液体燃料原液に電流を与えるステップと、
前記気体状態の出力を抽出するステップと、を有する、可燃性流体を調製する方法。
【請求項１２】
前記炭素系物質は、水の中に懸濁させる前に、電荷を有する、請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記炭素系物質は、およそ１０μｍ以下の中央粒径を有する石炭を含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１４】
前記液体燃料原液は、前記電界の印加中は、およそ８２．２℃（華氏１８０度）以上の温度に維持され、また、水を分離している間は、前記液体燃料の原液を水の沸点以下に維持するのに十分な圧力より低い圧力に維持される、請求項１１に記載の方法。
【請求項１５】
前記液体燃料原液はさらに液体炭化水素燃料を含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１６】
炭化水素液：炭素系物質の容積比が、約０．７５：１から約１：１である、請求項１５に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本技術は、可燃性燃料、並びに、効率的かつよりクリーンな可燃性燃料を生産するために必要な方法および装置、の分野に関する。
【背景技術】
【０００２】
様々な形態の装置を用いた、印加電界の下での、水素と酸素を生成するための水の電気分解は周知である。また、電気分解を利用して、水をその構成部分へと変容させるが、しかし、一度放出された水素と酸素を分離しない、酸水素ガス（ＨＨＯ）発生装置も知られている。炭化水素を水素ガス及び水素強化ガスに改質することもまた知られている。しかし、そのような燃料を生産するための、より実用的な方法が必要とされている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
本技術は、クリーンな燃焼燃料が生成される反応を開始又は持続するため印加電界を用いる液体反応器（ａｑｕｅｏｕｓ　ｒｅａｃｔｏｒ）の態様及び使用を対象とする。
【課題を解決するための手段】
【０００４】
本技術の第１の独立した態様において、電界発生装置が、液体反応器における使用のために提供される。電界発生装置は、アレイとなった、導電性の平行な相隔たる一連のプレ

ートを備える。アレイの一つまたは複数の第１のプレートは、アレイの第１の端部に位置し、第１の極性（正または負など）の印加電力源に接続される。アレイの一つまたは複数の第２のプレートは、第１の端部とは反対のアレイの端部に位置し、第１の極性とは逆の第２の極性の印加電力源に接続されている。アレイの第３のプレートの組は、好ましくは、一つまたは複数の第１のプレート（ここでは、「カソードプレート」と呼ぶ）、および、一つまたは複数の第２のプレート（ここでは、「アノードプレート」と呼ぶ）の間に介在されている。第３のプレートは、好ましくは、ニュートラル電極として機能するために、どの印加電力源とも接続されない。第３のプレートは、それぞれがアレイの少なくとも三つのプレートからなるサブセットとして配列することができる。各サブセット内の全てのプレートは、互いに電気的に相互接続することができる。

【０００５】

前述の技術は更に、液体反応器内の電界を通したものを除いた他のサブセット、カソードプレート、およびアノードプレートに接続されていないサブセットを含んでもよい。サブセットは好ましくは、各サブセットが、隣接するサブセットの二つのプレート、カソードプレートの二つのプレート、または、アノードプレートの二つのプレート、の間に挿入された少なくとも一つのプレートを含み、また、別の隣接するサブセットの一つのプレート、カソードプレートの一つのプレート、または、アノードプレートの一つのプレート、の周囲に配置された（すなわち、それらを間に挿入した）少なくとも二つのプレートを含むように配置される。プレートサブセットのこのような配置は、以下「インターリービング（ｉｎｔｅｒｌｅａｖｉｎｇ）」または、「インターリーブド（ｉｎｔｅｒｌｅａｖｅｄ）」と呼ばれる。三つのプレートからなるサブセットは、以下「トリプレット（ｔｒｉｐｌｅｔ）」と呼ばれる。

【０００６】

前述の技術は更に、電力モジュレータの反対の極に接続されたアノードプレートおよびカソードプレートを含んでもよい。電力モジュレータは、１００％デューティサイクルで、電界発生装置にステップ変調直流波形（ｓｔｅｐ ｍｏｄｕｌａｔｅｄ ｄｉｒｅｃｔ ｃｕｒｒｅｎｔ ｗａｖｅｆｏｒｍ）またはラダースイッチド直流波形（ｌａｄｄｅｒ ｓｗｉｔｃｈｅｄ ｄｉｒｅｃｔ ｃｕｒｒｅｎｔ ｗａｖｅｆｏｒｍ）を供給してもよい。例えば、電力モジュレータは、ステップ変調直流波形を５０％デューティサイクルで供給してもよい。波形は、比較的低いピーク電圧、例えばおよそ１４ボルトから２４ボルトの範囲のピーク電圧を有すること、および、ゼロと当該ピーク電圧の間を行き交うことにより、特徴づけられていてもよい。しかしながら、本技術はこの範囲のピーク電圧に限られない。

【０００７】

前述の技術は、電界発生装置、反応容器および／または上述の他の態様に加えられるＨＨＯのような水素気体および酸素気体を生成する、水性の作動流体を含んでもよい。電界発生装置は好ましくは作動流体に浸漬され、上述したように電界発生装置の反対側の極に電力が加えられる。水性の作動流体は好ましくは、純粋な蒸留水と、例えば水酸化カリウム（ＫＯＨ）などの水酸化物塩、の溶液からなる。水酸化物塩は電解質として機能し、消費されない。蒸留水は、好ましくは約４６．１℃（華氏約１１５度）と約５４．４℃（華氏約１３０度）の間で、水素と酸素に電気分解される。一定の水レベルを維持するために、水が消費されるのに伴って、補給水を加えてもよい。蒸留されていない水を好ましく使用することはできるが、装置の腐食または腐敗の増加の原因となり得る。

【０００８】

前述の技術はさらに、アノードとカソードの間で液面の上に伸長した、非導電性かつ実質的に気体不透過の隔膜、例えば、ポリマのフィルム素材またはシート素材、を含んでもよい。当該膜は、アノードおよびカソードから発生した気体が混合してしまうのを防ぐための障壁を形成する。

【０００９】

水素気体と酸素気体の混合物は、真空ポンプを用いて、反応容器の外へ取り出してもよ

い。反応器の出力は、作動中の容器内部において維持される圧力および温度によって、変化し得る。このように、流体の再循環を利用して、作動流体の温度を、好ましくは４６．１℃（華氏１１５度）と５４．４℃（華氏１３０度）の間の特定の範囲内に維持する一方で、反応容器中の真空を約０．２気圧から約０．９気圧、より好ましくは約０．２気圧から約０．５気圧の範囲に維持することは有利である。工程中に、水が沸騰したり、または、相当量の水が蒸発する点に水が到達したりするのを防ぐために、真空および温度の平衡が保たれる。

【００１０】

前述の技術は、あるいは、炭素系物質を含む溶液から液体炭化水素燃料を生成するための、電界発生装置、反応容器および／または上述の他の態様に加えられる、水性の作動流体を含むよう用いられてもよい。好ましくは炭素または石炭粉のような炭素系物質は、ここに上述したように、水性の作動流体内に浮遊状態で分散される。水性の作動流体は、好ましくは、ケロシン、ディーゼル、または、ガソリンの分子量に至るまでの、そしてガソリンの分子量を含んだ、他のそのような燃料からなる、炭化水素燃料であって、当該炭素系物質が懸濁状態に維持された、初充填を含む。

【００１１】

上で論じたように、反応器の出力は、作動中の容器内部において維持される圧力および温度によって変化し得る。作動流体の温度は、圧力なしで流体の再循環を利用して、再び沸騰または相当量の水蒸気の発生を防ぐために、８２．２℃（華氏１８０度）から９３．３℃（華氏２００度）の間の特定の範囲内に維持される。圧力下では、温度の上端は適宜上げることができる。

【００１２】

炭素系物質から炭化水素燃料を形成する際に、減少した平均分子量を有する製造過程の炭化水素燃料の減少を確実なものにするために、条件を経験的に調整してもよい。例えば、ほとんどの炭化水素は、８個またはそれより少ない炭素原子を有する炭化水素に再構成される。記述された態様は好ましくは、ともに係属中の、本件出願人による米国の特許出願第１２／８８５，６１７号に記載された工程にしたがって用いられる。当該出願の全体は、ここに参考として組み込まれている。

【００１３】

本技術のさらなる別の態様においては、アノードプレートおよびカソードプレートは、プレートの占領領域より広いオープン領域を提供するために、実質的にプレート全体に渡って伸長するホールのパターンを含む。アノードプレートおよびカソードプレートの公称寸法は、ニュートラルプレートのサイズと同様である。全てのプレートは好ましくは、温度を下げ、よい導電率を確実なものとするため、銅－タングステンのような、高導電性の金属からなる。プレートはまた、電気分解の工程において相互作用する、ニッケルのような触媒により、めっきされる。

【００１４】

前述の技術は、さらに前述の態様のどれでも含むことができ、よりよい結果をもたらすよう組み合わせることもできる。

【００１５】

したがって、本技術の目的は、例えば、水から水素気体および酸素気体を生成したり、炭素または有機化合物を水酸化／水素化したりするような化学反応または反応器内のプラズマの生成を開始または持続するために、印加電界を利用する液体反応器の作動を促進するための、新規な特徴および組み合わせを提供すること、そのような特徴および組み合わせを用いたそのような技術および方法による燃料の出力、を含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】電界発生装置に関連した本技術の一つの実施例を示した模式図である。

【図２】電界発生装置の一実施例に係る、ニュートラルサブセット、カソードプレート、および、アノードプレートの配置を示したブロック図である。

【図３】電界発生装置内で用いるプレートの例を示した平面図である。
【図４Ａ】電界発生装置内のプレートの他の構成を示した模式図である。
【図４Ｂ】電界発生装置内のプレートの他の構成を示した模式図である。
【図５】電界発生装置を組み込んだ液体反応器の透視断面図である。
【図６Ａ】水性の作動流体から水素および酸素を生成するための液体反応器を含む装置の模式的なブロック図である。
【図６Ｂ】気体を分離するためのニュートラルの障壁を含む液体反応器の他の構成の細部の概要を示す図である。
【図７】水性の作動流体から水素および酸素を生成するための液体反応器の動作方法の例を示すフローチャートである。
【図８】図７で示された方法によって使用することのできる追加の動作を示したフローチャートである。
【図９】本技術の他の実施例に係る構成を示した模式図である。
【図１０】一実施例に係るアノードプレートまたはカソードプレートの平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１７】
図１において、液体反応器において使用するための電界発生装置１００は、好ましくは、非導電性のフレームワークまたは部材１０６によって支持された、導電性の平行な相隔たるプレート１０４ａ－１０４ｊのアレイ１０２を備える。プレートのアレイ１０２は、アレイの第１の端部においては、一つまたは複数のカソードプレート１０４ａ、１０４ｃ（集合的に、１０８）を、第１の端部とは反対のアレイ１０２の第２の端部においては、一つまたは複数のアノードプレート１０４ｈ、１０４ｊ（集合的に、１１０）を、含んでもよい。プレートのアレイはさらに、カソードプレート１０８及びアノードプレート１１０の間に挿入された、複数のニュートラルプレート１０４ｂ、１０４ｄ－ｇ、１０４ｉを含んでもよい。ニュートラルプレート１０４ｂ、１０４ｄ－ｇ、１０４ｉは、少なくとも３つの電気的に接続されたプレートからなる、インターリーブされたニュートラルサブセット１１２，１１４の中に配置してもよい。上述したように、ニュートラルサブセットのインターリービングは、各サブセット１１２、１１４が、隣接するサブセットの二つのプレート、カソードプレートの二つのプレート、または、アノードプレートの二つのプレート、の間にはさまれた少なくとも一つのプレート（例えば、１０４ｂ、１０４ｆ、１０４ｉ）を含み、また、隣接する別のサブセットの一つのプレート、カソードプレートの一つのプレート、または、アノードプレートの一つのプレート、の周囲に配置された少なくとも二つのプレート（例えば、サブセット１１２の１０４ｄ及び１０４ｆ、または、サブセット１１４の１０４ｅ及び１０４ｇ）もまた含むということを意味する。ニュートラルサブセット１１２、１１４のそれぞれは、他のニュートラルサブセットから、カソードプレートから、および、アノードプレートから、電気的に絶縁されていてもよい。例えば、ニュートラルサブセット１１２、１１４のそれぞれは、他の全てのニュートラルサブセットから電気的に絶縁されていてもよい。
【００１８】
低電力モードでは、カソードプレート１０８は、水素を生成するための、印加電力の陰極源との接続のために構成してもよい。アノードプレート１１０は、酸素を生成するための印加電力の正極源との接続のために構成してもよい。ニュートラルサブセットはいずれの電力源とも接続されない。
【００１９】
プレート１０４ａ－ｊは好ましくは、銅-タングステンまたは他の高導電性素材である。炭化水素ベースの燃料の製造のために、高導電性素材は、ニッケルめっきにより与えられるような触媒面を含む。導電性プレートのニッケルめっき表面処理は、液体反応器の作動に触媒効果をもたらすことが観察されている。
【００２０】
プレート１０４ａ－ｊは好ましくは、実質的に平面状であり、実質的に均一の厚さＹか

らなる。反応器の作動中は耐久性を有し硬質であるように、プレートを十分に厚くするのが理想的であると考えられ、また、最適な厚さはそれゆえ、選択されるプレートの素材及びプレートの実装の細部に依存し得る。銅-タングステンが使用される場合、軟質の素材が偶然屈曲するのを防ぐために、プレートは有利に０．３１８ｃｍ（０．１２５インチ）とされる。アレイにおけるプレートは、好ましくは、実質的に均一な約０．３１８ｃｍ（０．１２５インチ）の範囲の距離「ｄ」だけ互いに隔てられる。電界発生装置の「プレート」のさらなる態様を、以下に図３及び図１０と関連して述べる。

【００２１】

非導電性のフレームワークまたは部材１０６は、プレートの外面の周りに一定の間隔があけられたエッジ支持部からなる。エッジ支持部は、作動中、確実に各プレートが定まった場所に留まるようにするために、有利であると考えられる。支持部材は好ましくは他の特徴、例えば、ここに論じられるように、再循環マニホルドのためのノズル１０６を含む。一実施例においては、プレートのエッジは、ポリマ素材のブロック状に形成されたスロットにより支持され、アレイをプレートのエッジの外面の周りに支持する。しかしながら、任意の適切な支持構造を用いることができる。

【００２２】

電界発生装置は、特定の個数のプレート１０４ａ－ｊには制限されないものの、一実施例においては、当該装置は好ましくは、９個以上、４８個以下のニュートラルプレートを備える。ここに記載されるような特徴を有するアレイは効果的であり、２個のカソードプレート２０２、２個のアノードプレート２０４、および、７個のトリプレット２０６ａ－ｇに分けられる２１個のニュートラルプレートからなる合計２５個のプレートを有する場合、恐らくは最も効果的であると考えられる。そのようなアレイ２００は、図２において高度に模式的に図示されている。当該図は、縮尺通りではなく、主に、電界発生装置２００のインターリーブされたプレートの形態の例を示すために描かれている。トリプレット、アノードおよびカソードにおける接続プレートが図示されている態様は高度に模式的であり、図示および説明された形態の態様から離れて、実際の物理的な構成を図示または示唆したものと理解されるべきではない。

【００２３】

ニュートラルサブセット２０６ａ－ｇのそれぞれは好ましくは、奇数個、例えば３個または５個のプレートからなる。図１及び図２に明確に描写されているように、３かそれ以上の任意の奇数でもニュートラルサブセットのインターリービングは可能であるが、ニュートラルサブセット（すなわち、トリプレット）当たり３個のプレートが有利であると考えられる。水の電気分解やその他の反応のための電界発生装置の作動にとって、少なくとも、ここで記述されるような印加電力波形を伴う使用にとって、インターリービングは有利であると考えられる。図２に示されるインターリーブされた実施例において、カソードプレート２０２は第１のニュートラルトリプレット２０６ａとインターリーブされ、そして、アノードプレート２０４は最後のニュートラルトリプレット２０６ｇとインターリーブされる。第１および最後のトリプレット２０６ａ、２０６ｇは、それらに隣接するトリプレット２０６ｂ、２０６ｆそれぞれとインターリーブされる。ニュートラルトリプレット２０６ｂ－ｆは、それぞれ、隣接するトリプレットとインターリーブされる。図１は同様の配置を示している。

【００２４】

アレイ２００は、トリプレット２０６ａ－ｇのような、奇数個または偶数個のニュートラルサブセットを備えてもよい。奇数個のニュートラルサブセットは、少なくとも、ここで記述されるような印加電力波形を伴う使用にとって、有利であると考えられる。

【００２５】

図３は、ここに記述されるような電界発生装置を構成するために使用されるプレート３００の例の平面図および寸法を示している。図示されたプレート３００は、図１、図１０のニュートラルプレート１０４ｂ、１０４ｄ－ｇ、１０４ｉに用いられる。例えば、銅、ニッケルめっき銅、ニッケル、白金もしくはパラジウムめっき金属、またはグラファイト

のような、高導電性の素材が適しているであろう。他の金属もまた使用されてきた。被覆されるか、または、使用中の液体反応器の作動流体によって感知できるほどには腐食しないような、どのような構造の導電性素材でも使用することができる。選択されたどのような表面素材も、電界発生装置の作動に影響を及ぼし得る。電気分解過程においてニッケルめっきがプレート１０４ａ－ｊを覆うとき、触媒効果の存在が観察されるようである。さらに、ニッケル、パラジウム、白金または他の触媒の存在は、低温において所望の反応を促進するのに、有益である可能性がある。未処理の３１６Ｌステンレス鋼を使用した場合でさえも、水酸化カリウム溶液中で活発な水の加水分解が観察されたが、様々な表面処理が、電界発生装置の作動を促進し得る。

【００２６】

プレート３００は、全体的に平行な第１の表面を対置することにより特徴づけられてもよい。これら表面３０２のうちの一つが、図３の平面図に示されている。プレート３００の反対側の表面は、第２の表面からなる。この特徴により、図１及び図２に関連して説明したような電界発生装置の構成が可能となる。これら第１の表面は必ずしも平らで平面的ではなく、その最も近く隣接するプレートの隣接した表面に対して全体的に平行な方向付けを維持する限り、曲線をつけられてもよい。

【００２７】

図３に示された寸法と形状は、限定ではなく、単に例として示されたものである。図示された寸法と形状は、電界発生装置の構成にとって、重大ではないが、有益であると考えられる。プレート３００は、電界発生装置のプレートを支持するために用いられる非導電性の支持部材を収容するため、中央のホール３０４を含む。プレート３００は好ましくは、任意の数のホールまたは切り抜きを含むことができ、そして、様々な形状で形成してもよい。プレート３００は、隣接するプレート、外部の電力源、またはその両方への電気コネクタとして用いられるタブ３０６を含んでもよい。ここで使用されるように、「プレート」とは、全体的に平面状の構成要素、または、板材からなる構成要素に限定されるものではない。代わりに、「プレート」は好ましくは、任意の数の貫通孔を備え、全体的に平らか、曲線がつけられたものか、あるいは、折りたたまれたものであって、任意の適切な素材により形成されると理解されるべきである。例えば、グリッドまたはワイヤメッシュ素材は、作動中にその形状を維持するのに十分に堅いものである限り、ここで記述されるような電界発生装置における「プレート」として設計することができる。

【００２８】

プレート３００に関して上述した実質的に全てのことは、アノードプレート１０４ｈ、１０４ｊおよびカソードプレート１０４ａ、１０４ｃに適用される。記述されるある工程においては、アノードプレート１０４ｈ、１０４ｊおよびカソードプレート１０４ａ、１０４ｃにおいて、これらのプレートにホールを用いるとさらに効率が良くなることが見いだされた。これは、特に炭化水素及び炭素が変化する工程においてよく当てはまる。そのようなアノードプレートおよびカソードプレートは、図１０において模式的に図示されている。代表のプレート３１０は、ホール３１２のパターンを含んでいる。これはしかし、適用され得るホールのほぼ無限のパターンの一つである。目的は、ホール３１２によってプレート３１０を有意にカバーすることである。このタイプのプレートをアノードおよびカソードに採用することで、電力需要がカットされ、気体の生産が増加されることが見いだされた。この特定の実施例において、ニッケルによりめっきされた銅－タングステンのプレートであって、公称の高さ／幅／奥行きが１５ｃｍ（６インチ）×１５ｃｍ（６インチ）×０.３２ｃｍ（８分の１インチ）のプレートにおいて、めっきする前に、約２ｃｍ２（１６分の５平方インチ）のホールが均等に開けられる。やや幅の広い構造上の境界３１４が、プレート３１０の外面の周囲に伸長している。

【００２９】

プレート３００，３１０は、全体的に平らで平面状であってもよいが、電界発生装置は、平らなプレート要素の使用に限られない。例えば、隣接するプレートとの全体的に平行な関係が維持しつつ、曲線をつけること、または、折りたたむことが、プレートの表面積

を増すために用いられてもよい。図４Ａは、構造４００における二つの隣接する曲線をつけられたプレート４０２、４０４の上面図を示している。プレート４０２、４０４のそれぞれは、曲線をつけられた表面４０６、４０８をそれぞれ備え、実質的にそれらの全ての空間それぞれについて共線状の（または略共線状の）の法線（ｎｏｒｍａｌ）を維持している。この構成の欠点は、等しい面積のプレートからなるアレイにおいて、各プレートの曲線を個別につくらないと、隣接するプレート間の正確な平行（ｐａｒａｌｌｅｌｉｓｍ）を維持することはできないという点である。これは、図４Ｂに示される代わりの構造４５０を用いることにより、回避することができる。図４Ｂでは、折りたたまれた隣接するプレート４５２、４５６が、実質的に平行な事実上の表面４５６、４５８を定める複数の折りたたみを示している。隣接するプレート４５２、４５６は、それゆえ、隣接するプレートの平行（ｐａｒａｌｌｅｌｉｓｍ）の態様を依然提供しつつ、実質的に同一または等しい曲線形状を共有している。代わりとなる構造４００、４５０は、今のところ試験されておらず、結局は、平らなプレートに比して有利ではないかもしれない。平らなプレートの利点は、製造が簡素化され、コストが低廉になり、平行（ｐａｒａｌｌｅｌｉｓｍ）が簡単に達成され、そして、隣接するプレート間の流量への抵抗が少なく、という点を含む。

【００３０】

図５は、液体反応器５００内に組み立てられた電界発生装置５０２の例を示している。反応器５００は、実質的に閉じられた容器または容器５０４を含み、電界発生装置５０２を浸すための液体作動流体を保持するよう構成される。電界発生装置５０２は、例えば、図３に示されるようなニュートラルプレート３００などのプレートのアレイや、図１０に示されるアノード／カソードプレート３１０を含み、非導電性のフレームワーク５０６により支持されてもよい。プレートを支持フレームワークに固定するよう、円柱状の非導電性支持部材（示されていない）が、プレートの中央のホール５０７を通過してもよい。

【００３１】

プレートは、発生装置５０２の上端の選択された接続タブを横切って置かれたコネクタ（示されていない）を用いて、ここに記述されるような、カソードプレートの組、アノードプレートの組、および、ニュートラルの組を提供するよう接続されてもよい。作動中、容器５０４内の液体の高さは、プレートの接続タブ、例えば、電界発生装置５０２に電力を供給する電気ケーブル５１０に接続されたタブ５０８の高さより低く維持されてもよい。この視野においては見えないが、補完的な電気ケーブルが、同様に、アレイ５０２の反対の端部に位置する反対の極性のプレートに接続されてもよい。

【００３２】

ケーブル５１０またはその補完物が、密閉を維持するよう設計されたフィードスルー５１２を利用して、容器５０４の壁を通過してもよい。流動を分配するために溶液内にパワーストラップ（ｐｏｗｅｒ　ｓｔｒａｐ）が用いられる場合、熱の蓄積を減らし、より大きい触媒表面積を与えるために、それらもまたニッケル被覆がなされ、高導電性素材からなってもよい。容器５０４は、制御インレットポート（ｃｏｎｔｒｏｌ　ｉｎｌｅｔ　ｐｏｒｔ）及び制御アウトレットポート（ｃｏｎｔｒｏｌ　ｏｕｔｌｅｔ　ｐｏｒｔ）を除いて、実質的に密閉される。これらの例が、下記で論じられる。図示された装置５００において、Ｏ－リングシール５１４が基部５１６の周囲に配置されている。しかしながら、任意の適切なシールを用いてもよい。

【００３３】

基部５１６における液体インレット５１８及び液体アウトレット５２０が、ポンプ、熱交換器、および、接続ラインからなる再循環システムとの接続のために提供されてもよい。とりわけ、当該再循環システムは、基部５１６のノズルのアレイを通して作動流体を循環させることができる。当該ノズルは好ましくは、作動流体を、電界発生装置５０２における個別のプレートの間に注入する。プレート間の流体の注入は、プレート間における流体の動き、熱の拡散および混合を促進するのに効果的であり、蓄積した気泡をプレート表面から取り除くのを助けると考えられる。上側のポートは、作動流体成分の追加および構

成のための一つまたは複数の液体追加ポート５２４および５２６、そして固形物入口／点検ポート５２８を含む。

【００３４】

上述の液体反応器は、電界中で水性の作動流体を反応させるための装置６００内で用いられてもよく、そのさらなる態様が図６Ａに図示されている。装置６００は、好ましくは、前述したように、液体反応器６０１のカソードプレートおよびアノードプレートに接続された印加電力源６０２を含む。電力源６０２は、好ましくは、波形発生装置とも呼ばれる、パルス幅変調器６０４からなる。これは、好ましくは、プログラマブル論理制御装置（ＰＬＣ）または電子制御装置（ＥＣＵ）６１１を含む。好ましくは、波形発生装置６０４は、三相交流機６１０の界磁巻線６０８に、直流（ＤＣ）駆動信号６０６を供給することができる。直流駆動信号は好ましくは、約１０％～９０％の範囲のデューティサイクル、約１～３２ｋＨｚの範囲の周波数、および、約５～５０Ｖの範囲のピーク電圧を有する。より好ましくは、ＤＣ駆動信号６０６は、電界発生装置６０３のサイズによって、約５０％のデューティサイクルおよび約１４～２４Ｖのピーク電圧を有する。ステップが切り替わり、そして、パルスが切り替わったとき、当該５０％のデューティサイクルが、電力源６０４における２５％の電流引き込みにより、電界発生装置への駆動信号を与える。

【００３５】

例えば好ましくは、ＰＬＣまたは他の電力源６１１は、ソリッドステートリレーのようなスイッチング装置６１３を駆動させるため、第１の周波数および第１のデューティサイクルの駆動信号６０５を発生させる。電力源６１１は好ましくは、第２の周波数および第２のデューティサイクルのパルス幅変調（ＰＷＭ）電力信号を、スイッチング装置６１３の入力部に与える。一実施例においては、第１及び第２のデューティサイクルは、好ましくは、５０％または約５０％に、等しく、また、設定することができ、そして、第２の周波数は、第１の周波数よりも極めて高く、例えば少なくとも１０倍以上大きくてよい。例えば、一実施例においては、１ｋＨｚの第１周波数が、５０％のデューティサイクルで２４Ｖの駆動信号６０５に用いられてもよく、そして、６０ｋＨｚ、１２Ｖ、５０％のデューティサイクルの第２周波数がＰＷＭ電力信号６０７に用いられてよい。それゆえスイッチング装置は、第１周波数および第１デューティサイクルに等しい周波数とデューティサイクルを有するＤＣ駆動信号６０６を発生させる。キャパシタ６０９は好ましくは、スイッチング装置６１３の入力端子および出力端子にまたがって接続され、第２の高周波数を除去し、電力源６１１からの電流引き込みを減らす。ピーク電圧および駆動信号６０６の強さは、電力信号６０７により決定されるが、この例においては１２Vである。

【００３６】

駆動信号６０６を三相交流機６１０の界磁巻線６０８に与えることで、ジャンクションスイッチ（ｊｕｎｃｔｉｏｎ　ｓｗｉｔｃｈｉｎｇ）の代わりに、磁界を発生および消失させることによりオン／オフスイッチを達成することができる。このように、電力源６０２は、好ましくは金属酸化膜半導体電界効果トランジスタ（ＭＯＳＦＥＴ）または他の精密なスイッチング装置の使用を必要とすることなく、強固で、信頼性のある電力を液体反応器に供給する。好ましくは、三相交流機６１０からの交流（ＡＣ）信号は、三相全波整流器６１２を用いて整流され、電界発生装置６０３の電極へのＤＣ駆動出力を提供する。好ましくは、例えばファンおよび冷却塔などの、交流機６１０の冷却のための冷却器６１５が、駆動出力と交わるように、または、別の電力源に、接続される。

【００３７】

装置６００は好ましくは、さらに、反応器６０１の格納容器の内部へと流体連通する注入口を有する真空ポンプ６１４を含む。例えば、電界発生装置６０１を横切るヘッドスペース６１６から吸引する。真空計６１８は、反応器６０１内の圧力を測定するために用いることができる。水の電気分解については、水の運転温度を得るために、沸騰または水蒸気の大量生成を誘発するのよりも低い圧力を有するヘッドスペース６１６内の真空を維持するのが望ましいということが発見されている。ある真空は、一例としては約０.５気圧の真空で作動するが、より活発な電気分解反応を開始または維持するよう作用し、また、

より低温の気体を生成する。真空ポンプ６１４は好ましくは、反応器６０１から放出される気体を取り除くためにも用いられる。電界発生装置６０３を浸した、純水に水酸化物塩を加えた電解質溶液からなる水性の作動流体を用いて、分離されていないヘッドスペース６１６内の発生した気体は、約６０％の水素分子、約３０％の酸素分子、および、残りは水蒸気または他の不純物からなると考えられる。好ましくは、保存または最終使用のための排出の前に気体を冷却および乾燥するために、発生した気体は熱交換器６２２または冷却器を通過させられる。流量は、任意の適切な流量計６２４を用いて測定することができる。

【００３８】

水素と酸素の混合物の用途は、燃焼の状態や排出を変えるために、従来の炭化水素燃焼エンジンにおいて他の燃料と混合することや、純水を含むがこれに限られない製品を生産する化学工程の原料として供給することを含んでもよい。水素が酸素から分離される場合は、分離された水素と酸素を、モバイル用や固定用の、電力を生産するプロトン交換膜（ＰＥＭ）燃料電池に提供してもよい。さらに、電力や動力を生産するために、水素燃焼機関やガスタービン内で水素を燃焼してもよい。例えば、水素を、太陽エネルギー、風力エネルギー、または、波エネルギーのような、様々なデューティサイクルを有する再生可能資源を用いて生産し、そして、要求に適合した目的のために、水素エンジンやガスタービンにおける燃焼のために保存してもよい。本技術は、反応器６０１から発生する気体についての、どのような特定の最終使用にも限定されない。

【００３９】

図６Ｂに示された、代わりとなる液体反応器６５０の実施例において、一つまたは複数の非導電性の障壁となる膜６５２または隔膜を、アノードプレートおよびカソードプレートの間の電界発生装置６５４の少なくとも二つのプレートの間に配置して、ヘッドスペース６５８を二つ以上の区画６６０、６６２に分けてもよい。当該障壁は、流体の高さの下、電界発生装置６５４のプレートアレイの中へと伸長するべきであるが、完全に流体の高さの下を通過して、アレイの底まで伸長するべきではない。当該障壁は、おおまかにアレイの中央、または、他のニュートラルの位置、例えば、２５個のプレートからなるアレイにおいて、１２番目と１３番目のプレートの間、つまり、１３番目と１４番目のプレートの間に配置してもよい。アレイのニュートラルサブセット内のプレートを接続するジャンパーまたは電気接続６６４が、障壁６５２を通過するのを可能にするため、当該障壁の中にスロットまたは他の切り抜きを設けてもよい。ヘッドスペースの分離された各部分６６０、６６２は、分離した流れの中に退避させてもよい。水素はカソードを含んだ区画６６０内に集め、また、酸素はアノードを含んだ区画６６２内に集めるのがよい。

【００４０】

これら代わりの実施例においては、水素と酸素の分離が行われない実施例と比較して、駆動信号のピーク電圧を減少させることが有利となる。例えば、ここに記述されるように単一の障壁６５２を有して構成された反応器６５０の例については、水素と酸素のより良い分離を達成するために、駆動信号の電圧を、約６～８Ｖの範囲内のいずれかに減少させることが有益であろう。そのような実施例においては、アノードプレートまたはカソードプレートの付近に位置するプレート上に気泡が形成されるのが典型的に観察されるが、障壁６５２の付近の中間プレート上では観察されない。二つ以上の障壁（示されていない）を用いて、アノードもカソードも含まないニュートラルの区画が与えられた場合、それは水素と酸素の混合物を含んでおり、当該混合物は分離して退避してもよい。

【００４１】

再び図６Ａを参照する。装置６００は好ましくは、さらに、反応器６２０内の再循環マニホルドと連結されたアウトレットを備える液体ポンプ６２６を含む。再循環マニホルドは、上記図１および図５と関連して説明されている。当該再循環マニホルドは、再循環した作動流体の一つまたは複数の噴流を、電界発生装置６０３のプレートアレイ内のプレートの間に指向するように配置してもよい。ポンプ６２６はまた、作動流体の温度制御のために、再循環した作動流体を駆動して、熱交換器６２８または他の装置を通してもよい。

様々な反応について、制御された加熱または冷却工程を利用して、作動流体６２０の温度を設定温度に制御することは有利であろう。例えば、ここに記述されるように水の電気分解工程において、周囲温度または他の要素に従って、温度設定点を維持するために、作動流体を冷却または加熱するのが有利であることが確認されている。電解質を高濃度にすることを、持続する低温の機能として採用してもよい。

【００４２】

装置６００は好ましくは、液体反応器６０１の作動中における作動流体６２０を一定量に維持するための反応容器への補給水の供給のため、蒸留水の水槽６３０、および、コントロールバルブ６３２、をさらに含む。作動流体を調製するために蒸留水が用いられたが、本技術は蒸留水の使用には限定されない。例えば、濾過した井戸水、または海水から、使用可能な作動流体を調製することも可能であろう。作動流体に海水を用いると、燃焼熱が分離して用いられ、発生した水素および酸素を燃焼して純水を得ることにより、水の蒸溜および精製の工程において液体反応器を運転することが可能であろう。

【００４３】

前述に従って、水から水素と酸素を分離する工程７００が図７に描かれている。工程７００は、好ましくは、ここに記述されるように、水性の作動流体への電界発生装置の浸漬７０２を含む。水性の作動流体は、純粋な蒸留水または脱イオン水に水酸化物塩を加えた溶液を含むか、または、それから構成されたものであってよい。

【００４４】

方法７００は好ましくは、さらに、ここに記述されたような導電性の平行な相隔たるプレートのアレイからなる電界発生装置の反対側の端部にある一つまたは複数のカソードプレートおよび一つまたは複数のアノードプレートへの電力の供給７０４を含む。プレートのアレイは好ましくは、ここに記述されたタイプのカソードプレートとアノードプレートの間に置かれた複数のニュートラルプレートを含む。ニュートラルプレートは好ましくは、それぞれが少なくとも三つの電気的に接続されたプレートを含むインターリーブされたニュートラルサブセット内に配置される。ニュートラルサブセットのそれぞれは、他のニュートラルサブセット、カソードプレート、および、アノードプレートから、電気的に絶縁されていてもよい。例えば、ニュートラルサブセットのそれぞれは、他の全てのニュートラルサブセットから電気的に絶縁されていてもよい。

【００４５】

方法７００は好ましくは、さらに、電力を供給する一方で、気相の水素および酸素を放出するための、プレートのアレイの周囲の水を含んだ流体の分離７０６を含む。

【００４６】

さらに、図８は、方法７００を実行する装置における使用のために実装してもよい、さらなる選択的な操作８００を示している。操作８００は、どのような操作順序で実行することができる。つまり、同時に、部分的に、または全体的に、特定の時間的な実行順序を要求することなしに、実行することができる。操作は、独立に実行され、相互に排他的なものではない。したがって、そのような操作のうちのいずれをも、別の下流または上流の操作が実行されるか否かにかかわらず、実行することができる。例えば、方法７００が図８の少なくとも一つの操作を含む場合、方法７００は、必ずしも、その後何らかの図示されたような下流の操作を含むことなく、当該少なくとも一つの操作の後に終了してもよい。

【００４７】

操作８００は、１０％～９０％の範囲のデューティサイクル、１～３２ｋＨｚの範囲の周波数、および、５Ｖ～５０Ｖの範囲のピーク電圧を有する直流波の供給８０２による電力の供給を含んでもよい。例えば、５０％のデューティサイクルは理想的と考えられる。周波数は、液体反応器の与えられた構造に対する生産を最大化するよう調整することができ、定まった範囲に限定されない。同様に、ピーク電圧は、動作状態のもとでの反応器のサイズおよびインピーダンスによることができる。

【００４８】

操作８００は、純粋な蒸留水の水酸化物塩混合溶液からなる作動流体の配合の維持８０４を含んでもよい。一実施例においては、作動流体の最初の量を用意するために、１２０グラムから２２０グラム、例えば約１２０グラムの水酸化カリウム塩を、１．５ガロンの蒸留水に溶かしてもよい。当該配合は、気体の発生の間、反応容器内の一定量の作動流体を維持するために、水を加えることによって維持してもよい。作動流体における水酸化カリウム（または他の水酸化物塩）の濃度を定まった範囲よりも下へ大幅に減少させることで、電界発生装置を通る電流フローを減少させ、発生する気体の量を減少させることができる。

【００４９】

操作８００は、例えば上述したように、再循環マニホルドおよびポンプを用いて、流体の少なくとも一つの噴流をアレイ内のプレートの間へ指向すること８０６を含んでもよい。操作８００は、実質的に密閉された反応容器内の電界発生装置を構成するプレートのアレイの維持８０８を含んでもよい。さらに、操作８００は、実質的に密閉された反応容器内において、大気圧より低い気圧にプレートのアレイを維持すること８１０を含んでもよい。例えば、真空圧力の維持には、実質的に密閉された反応容器の内部圧力を、約０．３から０．８気圧の範囲の圧力まで低くすることを含んでもよい。さらなる例としては、約０．５気圧の真空は、電界発生装置から発生する気体の活発な生成の開始および持続を促進するであろう。

【００５０】

操作８００は、流体を分離する間、流体の温度を設定した点に維持すること８１２を含んでもよい。一実施例においては、流体は、初め運転の前には作動流体の凝固点より高く作動流体の沸点より低い周辺温度であり、そして液体反応器の作動中は４８．９℃（華氏約１２０度）の定点またはその付近に、維持してよい。

【００５１】

操作８００は、ポンプを用いて反応容器から水素および酸素の混合物を取り除くこと８１４を含んでもよい。低電力の実施例においては、これは、カソードプレートに近くアノードプレートからは末端に位置する第１の反応容器部分からの水素を主に含む第１の流出を除去することを含んでもよい。そのような実施例においては、除去はまた、アノードプレートに近くカソードプレートからは末端に位置する第２の反応容器部分からの酸素を主に含む第２の流出の除去を含んでもよい。これは、反応容器内の水の上のヘッドスペースの第１および第２の部分が、アレイの少なくとも二つのプレートの間に置かれた非導電性隔膜によって隔てられることを想定している。これらおよび他の実施例においては、水素および酸素の混合物は、結合したヘッドスペースから合わせて取り出してもよい。

【００５２】

ＨＨＯを生成するために炭素系物質なしで水が使用されるときは、上に述べたように、液体反応器内の温度は典型的には４６．１℃（華氏１１５度）と５４．４℃（華氏１３０度）の間で観察される。液体反応器９００内の真空は、１．５気圧まで変化することが観察されており、典型的に観察される大きさは、工程の最初でおよそ０．６７気圧から０．８気圧の真空、そして、工程が４６．１℃（華氏１１５度）から５４．４℃（華氏１３０度）の間で運転しているときにおよそ０．３３気圧から０．５気圧である。安定した状態では、電界を発生させる電力は、適切な温度の設定点を達成するために、変化し得る。運転中は、液体反応器内の電界に、１～２５アンペアの間で１２～２４ボルトの間の電力を供給されているのが観察される。反応器９００における電力の引き出しは、１２～１４ボルトでおよそ６～６．５アンペアであることが観察されている。同様の燃料の生産量は、４個の反応器９００を一連に電気的に接続し、１２ボルトで６．５アンペアの電力を与えられた１個の反応器９００を用いて生産されるように、反応器９００に１２ボルトで２．４アンペアを供給することにより達成することができる。従来のエンジンへの応用における使用については、必要な電力を、それぞれ周知の従来設計を有した二つの交流機および二つのブリッジ増幅整流器塔（ｂｒｉｄｇｅ　ａｍｐｌｉｆｙｉｎｇ　ｒｅｃｔｉｆｉｅｒ　ｔｏｗｅｒｓ）から供給することにより、４個の反応器９００がそのように配置されたセルか

ら、十分な生産量の燃料をつくりだすことが可能であろう。

【００５３】

本技術の代わりの態様が、図９に図示されている。この構成においては、本技術は、上で述べたようなタイプの、一連の電極プレートセット９０２ａおよび９０２ｂそして水性の作動流体を含んだ、液体反応器９００を利用する。この工程におけるアノードプレートおよびカソードプレートは好ましくは、上述し、図１０で図示したように、代表的なプレート３０であり、また、触媒めっきされたプレートを使用することができる。作動流体は好ましくは、上述したように、流体タンク９０４から反応器９００に供給され、そして好ましくは脱イオン化水を使用する。水性の作動流体はまた、炭化水素成分を含むが、当該成分は好ましくは、炭化水素燃料タンク９０６から供給される。好ましくは、作動流体は、石炭粉のような炭素系物質を、一種またはそれ以上の液体炭化水素と必要量の水に混合した懸濁液である。当該液体炭化水素は、好ましくはケロシン、ディーゼル、または、分子量においてガソリンに至るまでの、そして、ガソリンを含んだ、何か他の液体炭化水素であって、より急速に石炭の分解を促進するために提供される。

【００５４】

本技術が炭素系物質を利用する場合、炭化水素燃料ミキサ９０８もまた、液体および炭素系物質の混合物を作動中の液体反応器に供給するために与えられる。炭化水素燃料タンク９０６は好ましくは、炭化水素燃料タンク９０６内の流体における炭素系物質の懸濁を維持するための攪拌機９０８を含む。好ましい実施例においては、炭素系物質は、粒径の中央値が２μｍと５０μｍの間、そして好ましくは、５μｍから１０μｍの間の微粉にまで挽かれた石炭であろう。タービンの回転する工程、または、電荷をもった細かい炭素微粒子を生じさせる工程を通して炭素粉が生産される場合、本技術の改良された結果が存することが発見された。炭化水素燃料タンク９０６は、液体中の炭素系物質の懸濁を維持するのに必要な攪拌機９０８を操作する駆動モータ９０９を含む。

【００５５】

好ましくは、工程が開始すると、液体反応器はおよそ約７．６リットル（２ガロン）の水、約２３０グラム（８オンス）の石炭のような細かい炭素系物質、および、約１１０～１７０グラム（４～６オンス）の液体炭化水素を含み得る。ケロシン、ディーゼル、または、分子量においてガソリンに至るまでの他の液体炭化水素が、工程において機能することが示されている。液体炭化水素は、液体反応器への導入の前に、炭素素材と混合される。反応器においては、この範囲の混合物は、印加電界の存在下で、分離された水素および酸素とともによりよく改質するものと思われる。液体炭化水素および炭素系物質の両方とも、電気分解の分離された要素の存在下で、消費される。液体反応器におけるこれらの比率の成分は、コントローラ９１０の命令により、水タンク９０４から追加の水を供給するか、あるいは、炭化水素燃料タンク（ｈｙｄｒｏ　ｆｕｅｌ　ｔａｎｋ）９０６から炭化水素および懸濁した炭素系物質の追加の液体混合物を供給することにより調整される。好ましい実施例においては、上述したように、コントローラは好ましくは、三菱（Ｍｉｔｓｕｂｉｓｈｉ）のＧＴ１０５５ユーザインターフェース９１１を通してインターフェース接続する三菱（Ｍｉｔｓｕｂｉｓｈｉ）のＦＸ３ＰＬＣである。コントローラ９１０はまた、炭化水素燃料タンク（ｈｙｄｒｏ　ｔａｎｋ）９０６の懸濁の状態を監視し、それを維持するのに必要な駆動モータ９０９を運転する。

【００５６】

液体反応器は好ましくは、上述したデューティサイクルを通じた電界下で作動し、液体反応器９００を通る流体の流れが、上述し、また図９で図示したような態様で、コントローラ９１１によってまた制御される循環ポンプ９１２の使用を通して、好ましく促進される。液体反応器の燃料の生産物は、反応器９００から真空ポンプ９２０によって気体アウトレット９１４ａ、９１４ｂを通して退避される。

【００５７】

本技術の好ましい実施例においては、反応器９００から取り除かれた燃料の生産物を、乾燥機９１６に通して気体から液体を全て取り除き、フラッシュサプレッサ９１８に通し

て反応器９００からの揮発性燃料の出力によって生じる潜在的な危険性を最小限度にする。本技術はまた、好ましくは、爆発の際にバーストするよう設計されたバースト室９２２や、任意の発火源が液体反応器９００に到達するのを防ぐ一連のチェックバルブ９２８ａ、９２８ｂ、９２８ｃのような、他の安全装置を含む。

【００５８】

反応器９００の燃料の生産物は、気体の状態あるいは液化された状態で、使用することができる。燃料を気体の状態で使用する場合は、燃料気体は、熱交換器９２４により加熱され、下降フィルタ９２６に通される。その後、燃料気体は、燃焼室に供給され、気体燃料として機能する。代わりに、燃料気体が液化燃料として用いられる場合には、当該燃料気体は冷却器９２５によって冷却される。いずれの場合も、圧力を制御するために、ニードル弁（または適切な事前に選択された圧力定格の逆止め弁）９３０が、バースト室と冷却器９２５／熱交換器９２４の間に置かれる。真空ポンプ９２０および冷却器９２５または熱交換器９２４もまた、主制御機９１０により制御される。

【００５９】

上で概説したように図９に図示された技術を用いて、炭素系物質および炭化水素燃料が液体反応器９００内の作動流体に加えられるとき、実験結果は、当該システムは０．５気圧の真空において作動することができることを示す。当該運転システムにおいて、液体反応器９００に適用される真空または圧力はない。液体反応器工程の開始時には、実験結果は、１２ボルトでおよそ３．８アンペアの電力が、反応器セルにおける反応を開始するのに適切であることを示している。反応器内部の流体の温度が一旦、およそ８２．２℃（華氏１８０度）と９３．３℃（華氏２００度）の間に到達すると、所要電力は１２ボルトでおよそ２．８アンペアにまで減少することが観察されている。電気入力が停止された後でさえも、プラズマが消えるまでの時間、気体出力を生成し続けるプラズマが、液体反応器内部に形成されると考えられる。これらの生産レベルにおいては、図９で図示された技術は、一時間あたりおよそ約２３０グラム（８オンス）の石炭を消費することが、観察されている。

【００６０】

図９で図示された技術の出力の変化は、水酸化カリウムのレベルおよび内容および／または選択された炭素系物質燃料の量のみならず、液体反応器内部の温度および圧力を制御することにより、制御することができる。例えば、反応容器中の水酸化カリウムのレベルの増加は、追加の電力をシステムへ引き込むが、しかし、出力の生産性を低くしてしまう可能性がある。作動流体の温度は、水蒸気または沸騰を相当量生成するのを防ぐために、圧力なしで流体の再循環を利用して、８２．２℃（華氏１８０度）から９３．３℃（華氏２００度）の間の特定の範囲内に維持される。圧力下で、温度の上端を適宜上げることができ、生産性が増加すると考えられる。

【００６１】

商業的に生産的な単位については、およそ２気圧（２バール）および１４９℃（華氏３００度）において作動する液体反応器９００を、図９に図示された技術を用いて、商業的な量の燃料を生産するように構成することができると考えられている。

【００６２】

他のパラメータ、例えば圧力を制御することにより、燃料出力の特性の他の変種を調整することができる。高い圧力が図９で図示された技術による気体の生産を促進することが観察されている。高い圧力で生産された気体は、より多くの水素分子を有する傾向がある。しかしながら、より軽い燃料は、反応容器内部の圧力を減少させることにより、生産することができる。図９に図示された技術は、温度、圧力、電界電圧および／またはアンペア数のどのような特定の組み合わせにも限定されず、また、選択される炭素系物質の、どのような濃度、大きさ、または、選択によっても限定されない。

【００６３】

＜実験例１＞

それぞれが図３に示されたようなステンレス製のプレートを有する、２５個のプレート

からなる２個の電界発生装置が、密閉された反応容器内において図２に示された形態に従って構成され、そして、電力源に平行に接続された。真空ポンプが、各容器から発生する気体を取り出すために配置された。１２０グラムの水酸化カリウム（ＫＯＨ）塩に約５．７リットル（約１．５ガロン）の純粋な蒸留水を加えてなる作動流体が調製され、各反応容器に供給され、電界発生装置を浸した。障壁の隔膜は存在しなかった。真空ポンプが、各液体反応器内のヘッドスペースを、大気圧より約１８ｃｍ（７インチ）（水銀）低く（すなわち、１８ｃｍ（７インチ）の真空）するため用いられ、１２０ボルトで約６００ワットを引き出した。作動流体の温度は、説明したように、再循環ポンプを用いて２２０ボルトで約４００ワットを引き出し、作動流体を冷却器に通し、そして、電界発生装置下の再循環マニホルドへ放出して、８２．２℃（華氏約１８０度）に維持された。方形波で５０％デューティサイクルの直流入力が電界発生装置に供給され、最大の観察された気体発生は約１５ボルトピークで、約７．３アンペアを引き出す結果となった。純粋な蒸溜された補給水が、気体発生中に、反応容器内の液体の高さを維持するために、液体反応器に加えられた。非常に活発な気体発生が、電界発生装置内の全てのプレートにおいて一様に生じるのが、観察された。発生した気体は、真空ポンプを用いてヘッドスペースから取り出され、反応容器内の約１７８ｍｍＨｇ（７インチ水銀）（Ｈｇ）の一定の真空を維持した。真空ポンプから排出されたものは、ボールフロートの流量計に通され、そして、大気へ放出された。排出されたもののサンプルは、実験室の気体試料袋に取り込まれ、ガスクロマトグラフィを用いて分析された。約６０％の水素、約３０％の酸素、という試料結果が得られた。標準温度と標準気圧（ＳＴＰ）における約１００Ｌ／ｍｉｎの総流量が、液体反応器の合同した排出から観察されたが、これは約６０Ｌ／ｍｉｎの水素つまり一時間当たり約１／３ｋｇの水素に相当する。排出内に存在すると考えられるいくらかの水蒸気または凝縮水を仮定した場合に予想されたように、一時間あたり３ｋｇより少し多い水が装置によって消費された。

【００６４】

＜実験例２＞

図６Ｂで示されたように、アノードプレートとカソードプレートを隔てる単一の気体障壁を用いた代わりの構成が、先の段落に説明されるような他の条件によって、テストされた。しかしながら、直流入力電圧は、６～８ボルトの範囲内に調節された。これらの条件下、約４０Ｌ／ｍｉｎの流量の気体が障壁のカソード側から得られ、約２０Ｌ／ｍｉｎの流量の気体がアノード側から得られた。カソード側から得られた気体は、空気中で可燃性だが、爆発性ではないことが観察された。アノード側から得られた気体は可燃性ではなかった。これらの観察結果は、障壁の反対側からの分離された水素気体および酸素気体の生成物と整合がとれている。

【００６５】

白金、パラジウム、またはニッケルのような触媒は、プラズマの生成のための温度を減少させ、それによって炭化水素の燃料への改質の温度を減少させるために用いてもよい。

【００６６】

このように、液体反応器、および、反応器の様々な用途が、開示された。本技術の実施例および応用が図示され説明されたが、当業者にとっては、ここにおける発明思想から離れずに、さらに多くの変更が可能であることは明白であろう。したがって、本発明は、追加請求項の意図におけるものを除いて、限定されるものではない。

【図１】

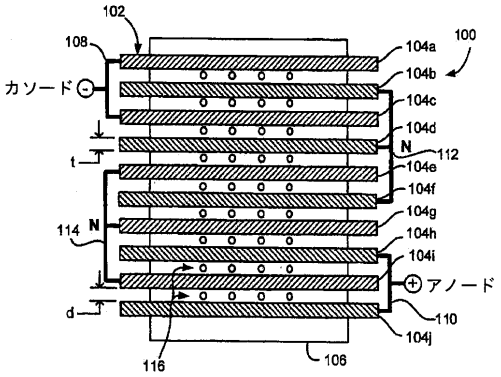


FIG. 1

【図２】

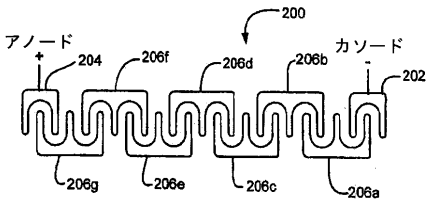
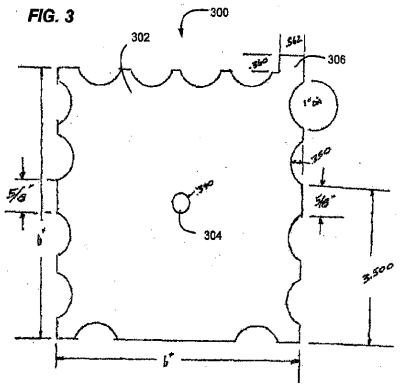


FIG. 2

【図３】



【図４Ａ】

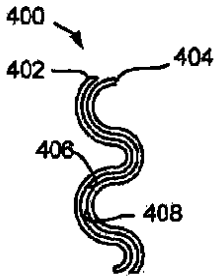


FIG. 4A

【図４Ｂ】

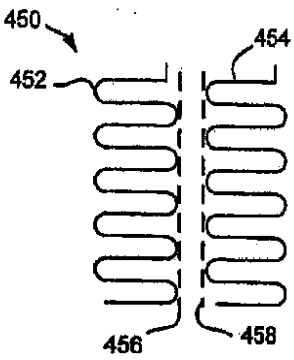
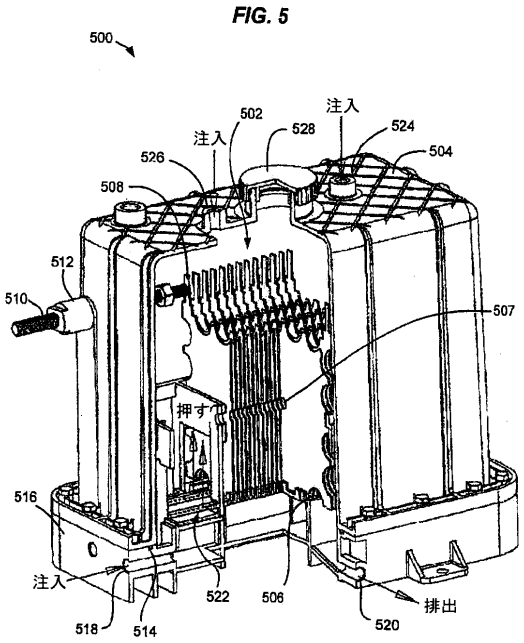
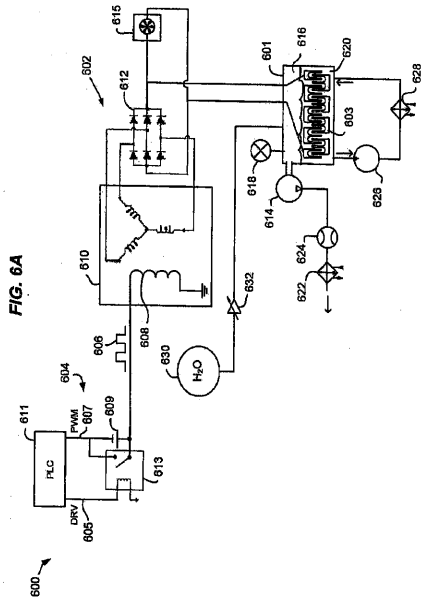


FIG. 4B

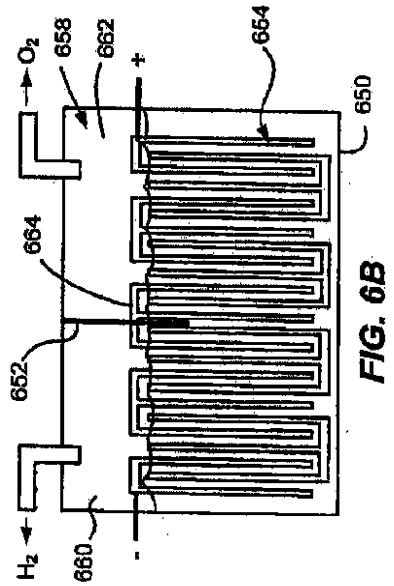
【図５】



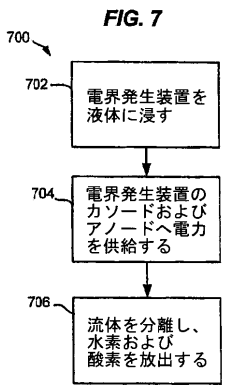
【図６Ａ】


FIG. 6A
600
602
604
605
606
608
609
610
611
612
613
615
616
618
620
622
624
626
628
630
632
601
603
614
PLC
PWM
DRV
H2O

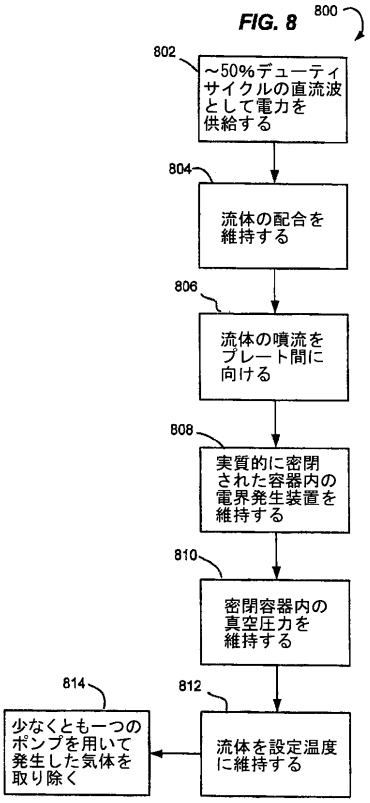
【図６Ｂ】


FIG. 6B
O2
H2
658
662
654
650
664
652
660
+
-

【図７】


FIG. 7
700
702
電界発生装置を液体に浸す
704
電界発生装置のカソードおよびアノードへ電力を供給する
706
流体を分離し、水素および酸素を放出する

【図８】


FIG. 8
800
802
～50%デューティサイクルの直流波として電力を供給する
804
流体の配合を維持する
806
流体の噴流をプレート間に向ける
808
実質的に密閉された容器内の電界発生装置を維持する
810
密閉容器内の真空圧力を維持する
812
流体を設定温度に維持する
814
少なくとも一つのポンプを用いて発生した気体を取り除く

【図９】

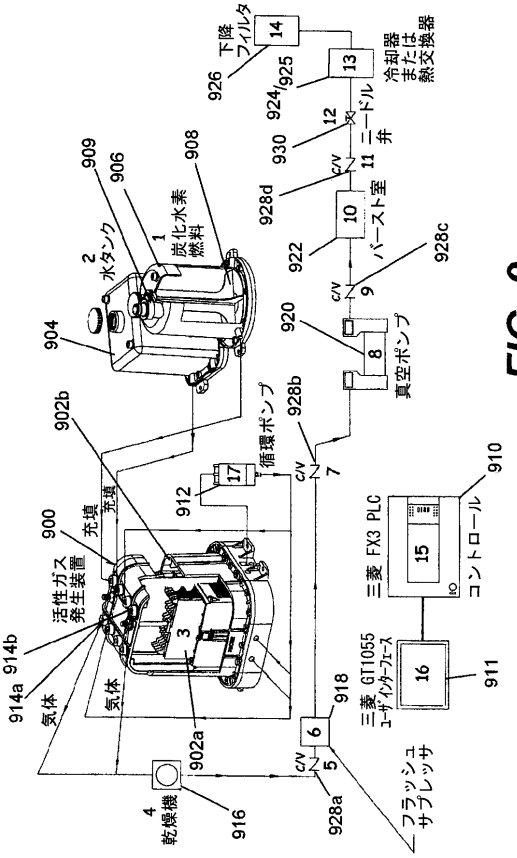


FIG. 9

【図１０】

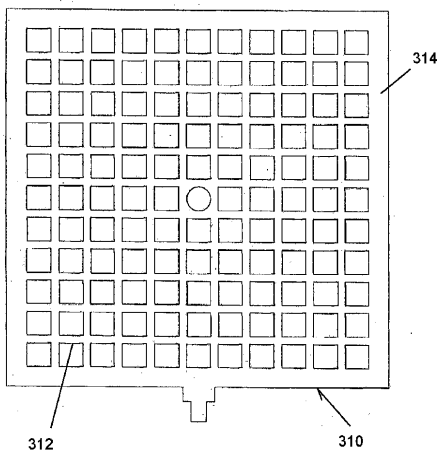


FIG. 10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US12/39211

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(8) - C25C 7/02 (2012.01)
USPC - 204/258
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)
IPC(8): C25C 7/02, C25B 9/00, 11/03 (2012.01)
USPC: 204/258, 267, 270, 284, 296

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)
MicroPatent (US Granted, US Applications, EP-A, EP-B, WO, JP (bibliographic data only), DE-C,B, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); IP.com; Google/Google Scholar; IEEE; Search Terms Used: ((aqueous or water or hydro*8) adj3 reactor*1 or fuel adj3 cell*1) and anode and cathode and (plate*1 or electrode*1) near5 (array or plurality or multiple) and interleav*3

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 5843292 A (SPIROS, S) December 1, 1998, figure 2, 4, 6, column 6, line 64 to column 7, line 50, column 9, lines 33-53	1, 2, 5/1, 5/2, 7, 8 --- 3, 4, 5/3, 5/4, 6, 9-16
X	US 4,643,809 A (BOTTS, T et al.) February 17, 1987, figure 2, column 5, lines 35-66, column 5, lines 18-23	11
Y	US 7,143,722 B2 (ROSS, B) December 5, 2006, column 7, lines 2-6, column 10, lines 14-40	3, 4, 5/3, 5/4
Y	US 7793621 B2 (STEHL, W et al.) September 14, 2010, column 4, line 38 to column 5, line 19	6, 9
Y	US 7,799,452 B2 (YANAGITA, Y et al.) September 21, 2010, column 10, lines 65-67	10, 14
Y	US 5482517 A1 (IKEDA, H) January 9, 1996, column 1, lines 7-24, column 1, line 65 to column 2, line 15, column 4, lines 23-28, column 4, lines 40-67	11-16
Y	US 2009/0286889 A1 (FIATO, R) November 19, 2009, paragraph [0003]	16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐

* 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
03 October 2012 (03.10.2012)	21 NOV 2012
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201	Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US12/39211

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See Extra Box

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US12/39211

—Continued from Box III—

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fee must be paid.

Group I: Claims 1-10 are directed toward an apparatus for generating an electric field, comprising one or more arrays of plates, the first array including electrically conductive parallel spaced-apart plates supported by a non-electrically conductive framework, wherein the first array of plates includes one or more plates capable of being a cathode at a first end of the array, one or more plates capable of being an anode at a second end of the array opposite to the first end, and one or more neutral plates interposed between the plates capable of being a cathode and an anode, wherein the neutral plates are arranged in interleaved neutral subsets, a first neutral subset including at least three neutral plates electrically connected together and electrically isolated from the plates capable of being a cathode and an anode and any other neutral subsets, a source of applied electrical power connected to the cathode plates and to the anode plates including a waveform generator, a waveform generator, wherein the waveform generator produces a direct current wave having a duty cycle in a range of 10% to 90%, a frequency in a range of 1 kHz to 32kHz and a peak voltage in a range of 5V to 50V.

Group II: Claims 11-16 are directed toward a process for preparing a combustible fluid, comprising maintaining a liquid fuel stock including a suspension of carbon based material in water with an electrolyte; applying an electric current across the liquid fuel stock to create a gaseous output; extracting said gaseous output, the liquid fuel stock is maintained at a temperature of approximately 180 degrees F or above during the application of said electrical field and under sufficient pressure to maintain the liquid fuel stock below the boiling point of the water while disassociating the water, and the liquid fuel stock includes a liquid hydrocarbon fuel.

Group I and Group II do not share any common technical features.

Since Group I and Group II do not share any common technical features, Groups I and Group II lack unity.

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,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,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA

(74)代理人 100151459
弁理士 中村 健一
(72)発明者 ゲイリー ジェイ. ベスレム
アメリカ合衆国, カリフォルニア ９１３１１, チャッツワース, マリラ ストリート ２１７４８

Ｆターム(参考) 4K021 AA01 BA02 BA17 BA18 CA05 DA09 DA11 DA13 DC01 DC03