

(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2014-221471

(P2014-221471A)

(43) 公開日 平成26年11月27日(2014.11.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
BO1J 7/02 (2006.01)	BO1J 7/02	Z 3H055
F16K 21/04 (2006.01)	F16K 21/04	Z 4G068
HO1M 8/06 (2006.01)	HO1M 8/06	R 5H127
HO1M 8/04 (2006.01)	HO1M 8/04	N

審査請求 有 請求項の数 12 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2014-103888 (P2014-103888)
 (22) 出願日 平成26年5月20日 (2014. 5. 20)
 (62) 分割の表示 特願2011-534881 (P2011-534881)
 の分割
 原出願日 平成21年11月3日 (2009. 11. 3)
 (31) 優先権主張番号 61/140, 313
 (32) 優先日 平成20年12月23日 (2008. 12. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/110, 780
 (32) 優先日 平成20年11月3日 (2008. 11. 3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 501436665
 ソシエテ ビック
 SOCIETE BIC
 フランス共和国 エフ-92110 クリ
 シ リュ ジャンヌ ダニエル 14
 (74) 代理人 100086531
 弁理士 澤田 俊夫
 (74) 代理人 100093241
 弁理士 宮田 正昭
 (74) 代理人 100101801
 弁理士 山田 英治
 (72) 発明者 ローゼンスウェ、アレン
 フランス国、F-94100 セイン モ
 デ フォセ、アベニュー ジャン ジョ
 ルジュ、44ビス

最終頁に続く

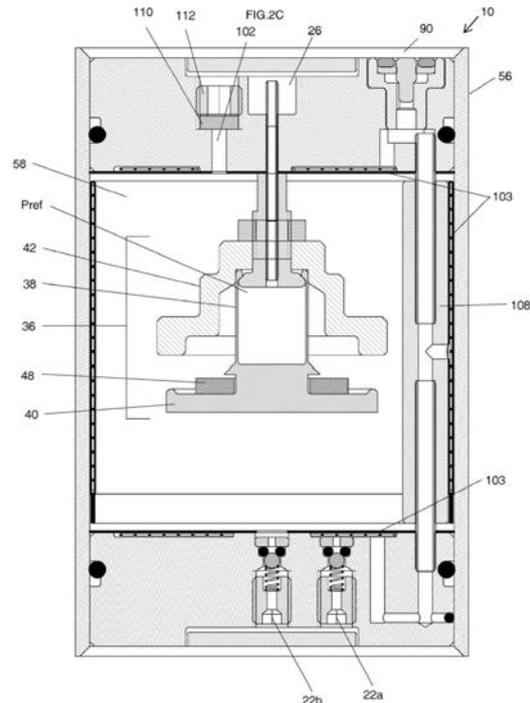
(54) 【発明の名称】 ガス発生装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】化学水素化物を燃料として用いる燃料電池の水素発生装置において、燃料の流れを調節するための反応を自己調節可能な水素ガス発生装置を提供する。

【解決手段】ガス発生装置10は、反応室部58を有し、反応室部内の燃料混合物は、触媒48の存在の下で反応してガスを発生させる。反応室部は、気体透過性であり、液体非透過性であるガス出力複合体103を含み、このガス出力複合体は、少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜と、2つの膜を離間させる格子構造とを有し、生成されたガスが少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜を通じてガス出力複合体に流れ入り、当該ガス発生装置の外部に搬送されるガス発生装置。

【選択図】 図2C



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ガス発生装置であって、
反応室部と、

上記反応室部内の燃料混合物であって、触媒の存在の下で反応してガスを発生させる上記燃料混合物とを有し、

上記反応室部は、気体透過性であり、液体非透過性であるガス出力複合体を含み、上記ガス出力複合体は、少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜と、2つの上記膜を離間させる格子構造とを有し、生成された上記ガスが上記少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜を通じて上記ガス出力複合体に流れて入り、当該ガス発生装置の外部に搬送されることを特徴とするガス発生装置。

10

【請求項 2】

さらに、上記反応室部と、上記ガス出力複合体の壁との間に第2の格子構造を有する請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 3】

生成された上記ガスが上記膜の一方または双方を通じて上記格子構造に入る請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 4】

上記複合体は上記反応室部の内部で圧縮圧力にさらされる請求項1記載のガス発生装置。

20

【請求項 5】

燃料ゲージをさらに有し、上記燃料ゲージは上記燃料混合物の電気抵抗または密度を測定して残留する未反応の燃料を決定する請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 6】

上記格子構造は、固体格子、繊維、織物、ナイロンニット、ウイック、またはメッシュ材料である請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 7】

上記ガス出力複合体はバルブに結合されて、生成された上記ガスを上記バルブへと搬送する請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 8】

さらに、上記少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜の中の1つの気体側からガス圧力を逃がすために配される第1の逃がしバルブを有する請求項1記載のガス発生装置。

30

【請求項 9】

さらに、上記反応室部からガス圧力を逃がすように配される第2の逃がしバルブを有する請求項8記載のガス発生装置。

【請求項 10】

上記格子構造は堅固である請求項1記載のガス発生装置。

【請求項 11】

上記格子構造は柔軟である請求項1記載のガス発生装置。

40

【請求項 12】

さらに、上記少なくとも2つの気体透過性かつ液体非透過性の膜の側部に、かつ上記格子構造の反対側に、配される一対のスクリーンを有する請求項1記載のガス発生装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、全般的には、ガス発生装置に関する。

【0002】

この出願は、2008年11月3日に提出された米国仮特許出願第61/110,780号、および2008年12月23日に提出された米国仮特許出願第61/140,310号、

50

3号の優先権を主張する。これらの出願は参照してここに組み入れる。

【背景技術】

【0003】

燃料電池は、反応物、すなわち燃料および酸素の化学エネルギーを直流(DC)の電気に直接的に変換する装置である。多くの用途において、燃料電池は、化石燃料の燃焼のような従来の発電やリチウムイオン電池のような携帯用蓄電池より効率が良い。

【0004】

一般に、燃料電池技術は、アルカリ燃料電池、高分子電解質燃料電池、リン酸燃料電池、溶融炭酸燃料電池、固体酸化物燃料電池、および酵素燃料電池のような様々な異なった燃料電池を含む。今日、より重要な燃料電池は、いくつかのカテゴリ、すなわち、(i) 燃料として圧縮水素(H₂)を利用している燃料電池、(ii) アルコール、例えばメタノール(CH₃OH)、金属水化物、例えば水素化ホウ素ナトリウム(NaBH₄)、炭化水素、または水素燃料に改質される他の燃料を用いるプロトン交換膜(PEM)燃料電池、(iii) 非水素燃料を直接に消費できるPEM燃料電池、すなわち直接酸化燃料電池、および、(iv) 高温で炭化水素燃料を直接電気に変換する固体酸化物燃料電池(SOFC)を含む。

【0005】

圧縮水素は、一般的に高圧下に維持され、そのため取扱いが難しい。その上、大きい貯蔵タンクが一般的に必要となり、そのため家庭用電子機器のために十分に小さくすることはできない。従来の改質燃料電池は、燃料を水素に変換させて燃料中の酸化剤を反応させるために、改質材や他の気化および補助システムを必要とする。最近の進歩により、家庭用電子機器用に改質材または改質燃料電池が有望になっている。最も一般的な直接酸化燃料電池は直接メタノール燃料電池またはDMFCである。他の直接酸化燃料電池は、直接エタノール燃料電池と直接テトラメチルオルトカーボネート燃料電池を含む。DMFCでは、燃料電池中で、メタノールが直接に酸素と反応し、DMFCは家庭用電子機器用に電力供給上有望である。SOFCは、ブタンのような炭化水素燃料を高熱で電気に変換する。SOFCは、燃料電池反応を起こさせるために、1000度の範囲の比較的高温を必要とする。

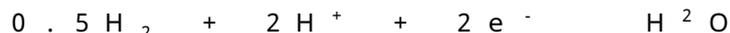
【0006】

電気を発生させる化学反応は燃料電池のそれぞれのタイプごとに異なる。水素ガスを動力源とする燃料電池については、各電極の化学反応およびPEM燃料電池の全体の反応は以下に記述される。

アノードの半反応：



カソードでの半反応：



全体の燃料電池反応：



【0007】

PEMを通る水素イオン(H⁺)がアノードからカソードを通り抜けてマイグレーションするために、また、自由電子(e⁻)がPEMを通り抜けられないため、電子は外部回路を通して流れなければならず、外部回路を通して電流を生じさせる。この外部回路は、モバイルすなわちセル電話、計算機、パーソナルデジタツアシスタツツ、ラップトップコンピュータ、電力ツールなどの有益な消費者向けの電子製品であってよい。

【0008】

一般に、PEMはNafion(商標)などのポリマーから作られており、これはDupontから入手可能であり、厚さが約0.05mm~約0.50mmの範囲のペルフルオポリマー、その他の膜である。アノードは、典型的には、白金ルテニウムなどの触媒の薄層によってサポートされたテフロン(登録商標。Teflonized)のカーボン紙から製造される。カソードは、典型的には、白金粒子が膜の一面に接着されるガス拡散電

10

20

30

40

50

極である。

【0009】

DMFCでは、各電極での化学電気反応と直接メタノール燃料電池に関する総合的な反応は以下のとおり記述される：

アノードでの半反応：



カソードでの半反応：



全体の燃料電池反応：



10

【0010】

DMFCは、特許文献1（米国特許第5,992,008号明細書）および特許文献2（米国特許第5,945,231号明細書）に検討されており、それらの内容は参照してここに組み入れる。

【0011】

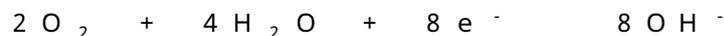
他の直接酸化燃料電池において、水素化ホウ素燃料電池（DBFC）は以下のとおり反応する。

アノードでの半反応：



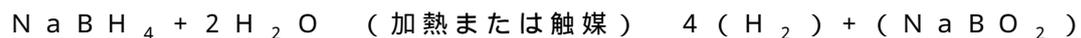
20

カソードでの半反応：



【0012】

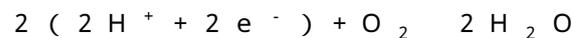
化学金属水素化物燃料電池において、水素化ホウ素ナトリウムは以下のように改質され反応する。



アノードでの半反応：



カソードでの半反応：



30

【0013】

この反応に適切な触媒は、白金およびルテニウム、その他の金属である。水素化ホウ素ナトリウムを改質して生成された水素燃料は燃料電池中で、酸化剤例えば O_2 と反応させられ、電気（すなわち電子の流れ）および水の副産物を生成する。ホウ酸ナトリウム（ NaBO_2 ）の副産物もこの改質プロセスで生成される。水素化ホウ素ナトリウム燃料電池は特許文献3（米国特許第4,261,956号明細書）に検討されており、参照してここに組み入れる。化学勤続水素化物も、後の燃料電池への搬送のために圧縮水素を生成するのに用いて良く、水素は以下に詳述する水素反応を受ける。

【0014】

燃料電池を応用する際に最も重要な特性の1つは燃料貯蔵である。他の重要な特性は燃料カートリッジから燃料電池へ燃料を安定して搬送することである。商業的に有益にするためには、DMFCまたはPEMシステムのような燃料電池は、消費者の通常の利用を満足させるのに十分な燃料を貯蔵する能力を有しなければならない。例えば、移動体すなわちセルラー電話、ノートブックコンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント（PDA）に利用するためには、燃料電池は、少なくとも現行のバッテリーと同じくらい長い時間、好ましくは、それよりも長く、これらの装置を給電する必要がある。さらに、燃料電池は容易に交換可能または再充填可能な燃料タンクを伴って現行の再充電可能なバッテリーに必要とされる長時間に及ぶ再充電の必要性を最小化またはなくす必要がある。

40

【0015】

化学水素化物を燃料として利用する既知の水素発生器の欠点の1つは、反応が開始する

50

とガス発生器カートリッジが効率的に反応を制御できないということである。そのため、反応物の供給が終了するまで、または反応物のソースが手動で遮断されるまで、反応が継続する。化学水素化物水素発生装置の1つの初期の例が特許文献4（米国特許第3,594,222号明細書。Spahrbieler）に開示されている。Spahrbielerの1つの欠点は、触媒が燃料の液体容器中に浸され、かつ、触媒が燃料に選択的に利用可能にあるときに、水素が触媒の周りに形成可能であり、これは触媒が燃料から遮断されるときである。触媒が再び燃料に開放されるとき、少なくとも部分的にはガスの泡の表面張力のために、水素ガスが触媒に付着し続け、これによって、燃料が触媒に接触するのが阻止される。他の欠点は、触媒を燃料に露出させる起動機構が、実質的に平坦な隔膜を有し、この隔膜は適切な感度を実現するには比較的大きな表面面積を必要とすることである。

10

【0016】

したがって、燃料の流れを調節するための水素発生反応を自己調整可能な水素発生装置を獲得する要請がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】米国特許第5,992,008号明細書

【特許文献2】米国特許第5,945,231号明細書

【特許文献3】米国特許第4,261,956号明細書

【特許文献4】米国特許第3,594,222号明細書

20

【発明の概要】

【0018】

この発明は、著しく長期の保存期間を伴い、水素をより効率的に発生させる燃料システム/ガス発生装置に向けられている。ガス発生装置は水素を生成し、水素を燃料電池へ搬送する。

【0019】

1実施例において、この発明は、燃料混合物を伴い、この燃料混合物が触媒の存在下で反応してガスを生成する反応室部と、少なくとも部分的に反応室部に配される触媒シーリング機構とを含むガス発生装置に関する。触媒シーリング機構は少なくとも第1の形態および第2の形態を有し、触媒シーリング機構が第1の形態のときに触媒が燃料混合物により接触可能となり、触媒シーリング機構が第2の形態のときに触媒が燃料混合物により接触不可能になる。反応室部の圧力は触媒シーリング機構を第1の形態および第2の形態の間で起動する。触媒シーリング機構は好ましくは少なくとも1つの経路を有し、この経路が、触媒シーリング機構が第2の形態から第1の形態に移行するときに、燃料混合物を触媒に再導入する。また、触媒シーリング機構は、非平坦な起動可能な部材を有し、第1の形態および第2の形態の間で起動する。

30

【0020】

他の実施例において、この発明のガス発生装置は、燃料混合物およびリアクターブイを伴う反応室部を含み、リアクターブイは代替的に触媒を燃料混合物に露出させ、また、触媒を燃料混合物からシールし、こらは、燃料電池の水素要求度により決定される反応室部の圧力に左右される。

40

【0021】

この発明の1例に従えば、ガス発生装置は燃料混合物およびカップを伴う反応室部を含み、カップは反応室部の壁に対してシールを行い、触媒を燃料混合物からシールし、これは反応室部内の圧力に左右される。

【0022】

他の例においては、この発明のガス発生装置はシャフトケーシングに対してシールすることが可能なボールを具備する触媒シーリングシステムを含み、これは反応室部の圧力に左右され、ボールは触媒を燃料混合物からシールする。

【0023】

50

上述の全般的な説明および以下の詳細な説明は、ともに、事例的であり説明を目的としたものであり、特許請求の範囲に記載される、この発明のさらなる説明を提供することを意図されていることに留意されたい。

【0024】

添付図面は明細書の一部を形成し、明細書との関連において理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1A】この発明の水素発生装置の1実施例の断面図を示す。

【図1B】この発明で利用可能なリアクターパイの代替的な実施例を示す。

【図1C】この発明で利用可能なリアクターパイの代替的な実施例を示す。

10

【図1D】この発明で利用可能なリアクターパイの他の実施例の直交断面図を示す。

【図1E】この発明で利用可能なリアクターパイの他の実施例の直交断面図を示す。

【図1F】この発明のリアクターパイのさらに他の実施例の断面図を示す。

【図1G】図1Dおよび図1Eに示す実施例の斜視図である。

【図2A】この発明の水素発生装置のいくつかの実施例のうちの1つの断面図を示す。

【図2B】この発明の水素発生装置のいくつかの実施例のうちの1つの断面図を示す。

【図2C】この発明の水素発生装置のいくつかの実施例のうちの1つの断面図を示す。

【図2D】この発明のラミネートの断面図を示す。

【図2E】この発明の水素発生装置の他の実施例の断面図を示す。

【図2F】この発明の水素発生装置の他の実施例の断面図を示す。

20

【図2G】図2Fの一部の詳細図を示す。

【図3】この発明の水素発生装置の他の実施例の断面図を示す。

【図4】この発明の水素発生装置の第3の実施例に用いられるパリアインサートの斜視図を示す。

【図5】この発明の水素発生装置の他の実施例で用いられる弾性ボールの側面図を示す。

【図6A】この発明のガス発生装置からの水素出力テスト結果を示す。

【図6B】この発明のガス発生装置からの水素出力テスト結果を示す。

【図6C】この発明のガス発生装置からの水素出力テスト結果を示す。

【図7A】燃料電池 - 燃料安定化システムを閉止状態で示す断面図である。

【図7B】燃料電池 - 燃料安定化システムを開放状態で示す断面図である。

30

【図7C】図7Aおよび図7Bの燃料電池内の圧力降下曲線の代表ファミリである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

添付の図面に示され以下に詳細に検討するように、この発明は、燃料電池に使用され水素を発生する燃料サプライに向けられている。

【0027】

燃料サプライは燃料混合物および触媒を内包する。この燃料混合物は、全体として、固体燃料成分を液体燃料成分中に溶解した生成した溶液である。固体燃料成分は反応されて水素ガスを生成するいずれの固体であってよく、好ましくは水素化ホウ素ナトリウムのような金属水素化物である。他の金属水素化物も使用でき、これに限定されないが、水素化リチウム、水素化ホウ素リチウム、水素化ナトリウム、水素化カリウム、水素化ホウ素カリウム、水素化リチウム・アルミニウム、これらの組み合わせ、塩、および誘導体を含む。固体燃料成分は他の化学物質、例えば、溶解促進化学物質または安定化剤、例えば、溶解可能な金属水酸化物を含んでよく、好ましくは水酸化ナトリウムを含む。他の利用可能な安定化剤は、水酸化カリウムまたは水酸化リチウム、その他である。液体燃料は、水素担持固体と反応して水素を発生することが可能ないずれの燃料でよく、これに限定されないが、水またはアルコールである。液体燃料は添加物、安定化剤、または他の反応促進剤、例えば、安定化剤としての水酸化ナトリウム、界面活性剤としてのポリグリコール、または多くの他の材料を含んでもよい。触媒は白金、ルテニウム、ニッケル、コバルト、および他の金属、その誘導体であってよい。好ましい触媒は塩化コバルトまたは塩化ルテニ

40

50

ウム、またはそれら双方を含む。他の好ましい触媒はコバルトおよびホウ素を含む化合物である。触媒が存在すると、燃料混合物が反応して水素を生成する。好ましい触媒システムは、米国仮出願第 61 / 140 , 313 に検討されており、その内容は参照してここに組み入れる。

【0028】

燃料サプライは、燃料電池がもう水素を必要としなくなったときに触媒を燃料混合物からシールして水素発生反応を中止する装置を含む。この装置は燃料サプライの内部の状態に制御され、好ましくは反応室部の圧力により制御される。この装置は生成を調整し燃料電池の可変水素需要を満たす。

【0029】

ここで使用される用語「固体燃料」は、反応されて水素ガスを発生するすべての固体燃料を含み、これに限定されないが、ここで記述される適切な化学水素化物を含み、添加物および触媒、ならびにこれらの混合物を含む。

【0030】

ここで使用される用語「液体燃料」は、反応されて水素ガスを発生するすべての液体燃料を含み、これに限定されないが、ここで記述される適切な燃料を含み、添加物および触媒、ならびにこれらの混合物を含む。好ましくは、液体燃料、例えば、水またはアルコールが触媒の存在下で固体燃料と反応して水素を発生する。

【0031】

ここで使用される用語「燃料サプライ」は、これに限定されないが、使い捨てカートリッジ、再充填可能/再使用可能カートリッジ、電子製品内に配置されるカートリッジ、電子製品の外部に配置されるカートリッジ、燃料タンク、燃料リザーバ、燃料再充填タンク、燃料を貯蔵する他のコンテナ、および、燃料タンク、コンテナ、燃料電池または燃料電池が給電する電子製品に結合された管材を含む。1のカートリッジがこの発明の例示的な実施例との関連で以下に説明されるが、これら実施例は他の燃料サプライにも適用可能であり、この発明は燃料サプライのいかなる特定のタイプにも限定されないことに留意されたい。

【0032】

この発明の燃料サプライは、燃料電池で使用されない燃料を貯蔵するのに使用しても良い。これらの用途は、これに限定されないが、シリコンチップ上に構築されたマイクロガスタービン用の炭化水素および水素燃料を貯蔵することであり、"Here Come the Microengines"、The Industrial Physicist (2001年12月/2002年1月)、pp. 20 - 25 に検討されている。この出願の目的に関し、「燃料電池」はこれらマイクロエンジンも含む。

【0033】

この発明のガス発生装置は反応室部を含んでよく、これは第1反応物質、第2反応物質、および触媒を含んでよい。第1および第2反応物質は金属水素化物、例えば、水素化ホウ素ナトリウムと、水またはメタノールであってよい。反応物質は気体、液体、水溶性または固体形態であってよい。好ましくは、第1反応物質は固体の化学水素化物または化学水素化ホウ素およびオブシヨンの添加物および安定化剤であり、第2反応物質は、オブシヨンの、選択された添加物および安定化剤、例えば水酸化ナトリウムを混合した水素またはメタノールである。触媒は白金、ルテニウム、コバルト、ニッケル、または他の金属または化合物、例えば塩化コバルトまたは塩化ルテニウムであってよい。水と、安定化された化学水素化物とが触媒の存在下で反応して水素ガスを生成し、これが燃料電池で消費された電気を生成する。代替的には、液体水素過酸化物と固体過マンガン酸とが反応してこの発明のガス発生装置を利用して酸素を発生して良い。酸素を発生させる他の適切な反応は米国特許第 4 , 620 , 970 号明細書に開示されており、その内容は参照してここに組み入れる。

【0034】

固体燃料および液体燃料は個別の室部で保管でき、反応室部に搬送する前にその場で混

10

20

30

40

50

合され、反応室部は触媒、例えば、米国特許第7,329,470号明細書で検討されているものを収容する。その内容は参照してここに組み入れる。代替的には、固体燃料および液体燃料が予め混合されて液体形態で反応室部に貯蔵され、または必要時に反応室部へ搬送される。

【0035】

さらに、ガス発生装置は、触媒の第1または第2反応物質への露出を制御することができる装置またはシステムを含んで良い。好ましくは、触媒シーリング機構が少なくとも部分的に反応室部に残る。反応室部および/またはリザーバの内部の動作状況、好ましくは反応室部の圧力が触媒の反応物質への露出を制御できる。例えば、反応室部内の圧力が第1の予め定められた圧力より小さい、好ましくは、参照圧力より小さい、より好ましくは、予め定められた量だけ参照圧力より小さいときに、触媒が反応物質に露出可能になる。触媒の反応物質への露出が自動制御であることが好ましい。そして、反応室部が第2の予め定められた圧力に達し、好ましくは、参照圧力より予め定められた量だけ高い圧力に達したときに、触媒が反応物質からシールされて水素ガスの発生が停止可能になる。第1および第2の予め定められた圧力は実質的に同一で良く、または、第1の予め定められた圧力が第2の予め定められた圧力より小さくてよい。触媒は多数のこの発明の方法で反応物質からシールされてよく、これらの方法は、これに限定されないが、個別の室部にシールすること、反応物質へアクセスできない、反応室部の一部へ触媒を移動させること、触媒を被覆すること、またはこれらの組み合わせを含む。好ましくは、安定化された水溶性金属水素化物燃料、例えば、水素化ホウ素ナトリウムを利用するときには、触媒は以下の実施例で説明されるように燃料に露出またはシールされる。

10

20

【0036】

図1Aを参照すると、この発明の水素発生装置10が示される。水素発生装置10は、全体的には、ハウジング12、液体燃料ブラダー14、およびアクチュエータ16を含む。チェックバルブ18は液体燃料ブラダー14およびハウジング12を室部28に結合する。ハウジング12は、水素発生装置10を燃料電池または他の水素消費部に結合するための出口20、リリースバルブ22、水素消費部24、および参照圧力ベント26を有する。出口20はバルブ21およびオプションの気体透過性・液体非透過性膜27を有し、この膜27は出口20のリアクター対抗面に渡って固着される。膜27は液体すなわち副産物が水素発生装置10から燃料電池へ出口を介して搬出されたり、水素消費部24へ搬出されたりするのを制約する。フィルターまたは発泡体を膜27と組み合わせて使用して液体や副産物を保持し、詰まりを減少させてよい。膜27は、当業者に知られている任意の液体非透過性、気体透過性の材料から生成してよい。そのような材料は、これに限定されないが、アルカン基を伴う撥水性材料を含んでよい。より具体的な例は、これに限定されないが、ポリエチレン組成物、ポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレン、ポリグラクチン(VICRY(商標))、凍結乾燥硬膜、またはこれらの組み合わせを含む。膜27は、また、GORE-TEX(商標)を有してもよく、また、付加的に、あるいは代替的に、米国特許第7,147,955号明細書に開示された気体透過性・液体非透過性材料のいずれを含んで良く、その内容は参照してここに組み入れる。膜27は、また、多孔質材料、例えば、発泡体、水酸化カルシウム(CaOH)乾燥剤、第2水素発生器またはスポンジを被覆する気体透過性・液体非透過性膜を有しても良い。

30

40

【0037】

バルブ21はオプションとして出口圧力制御バルブであってもよい。そのような出口圧力制御バルブは任意のバルブ、例えば、圧カトリガーバルブ(チェックバルブまたはカモノハシバルブ)または圧力安定化バルブまたは圧力安定器であってもよい。バルブ21が圧カトリガーバルブである場合、ハウジング12内の圧力 P_1 が閾値圧力に達するまで、水素は搬送されない。バルブ21は出口20の内部に配置されて良く、またはガス発生装置10から離れて配置されて良い。連結バルブまたは遮断バルブも好ましくはバルブ21の流路中に含まれてよく、またバルブ21は遮断バルブに連結されて良く、または一体型の安定器を含んでよい。

50

【 0 0 3 8 】

リリースバルブ 2 2 は、好ましくは圧力トリガバルブ、例えば、チャックバルブまたはカモノハシバルブであり、ハウジング 1 2 内の圧力 P_1 が特定のトリガー圧力に達したら自動的に生成燃料を排出する。水素消費部 2 4 は、好ましくは、そうでなければリリースバルブ 2 2 を介して環境中に逃げ出す過剰な水素ガスを水に変換する小型の PEM 燃料電池、または何らかの他の機構、例えば、自由な水素と反応して、水素を不活性状態に変換する不活性化化合物を生成する化合物である。水素消費部 2 4 はハウジング 1 2 に取り付けられ、リリースバルブ 2 2 を被覆する。水素消費部 2 4 のアノード側はリリースバルブ 2 2 に対面し、そのカソード側は周囲空気に開放され酸素と接触する。電気エネルギー消費装置、例えば、レジスタまたは類似の回路、または電気短絡が設けられ、水素消費部 2 4 で生成された電気を消費する。この機構は、安全遮断器のような装置に電氣的に接続されて良い。リリースバルブ 2 2 が開放されてハウジング 1 2 内の過剰に生成されたガスを排出するとき、水素は水素消費部 2 4 のアノード再度と接触する。水素は PEM を横切って反応して電気を生成し、過剰な水素を消費する。そのような PEM 水素消費部は本出願人の出願に係る PCT 公報第 WO 2 0 0 6 / 0 1 3 5 8 9 6 A 2 号および WO 2 0 0 6 / 0 1 3 8 2 2 8 A 2 号に開示され、その内容は参照してここに組み入れる。

10

【 0 0 3 9 】

ハウジング 1 2 内に反応室部 2 8 が配置される。反応室部 2 8 は側壁 3 0 および水素透過性・液体非透過性膜 3 2 を有する。側壁 3 2 は好ましくは液体非透過性材料、例えば金属、具体的にはステンレス鋼、または樹脂またはプラスチック材料から製造される。反応室部 2 8 内には固体燃料成分 3 4 およびリアクターブイ 3 6 が配置される。固体燃料成分 3 4 は粉末、顆粒、または他の固体形態であって良い。フィラーおよび他の添加物および化学物質が固体燃料成分 3 4 に加えられて液体反応物質中の溶解性が改善され、または液体反応物質との反応が遅延または促進される。固体燃料成分 3 4 は水素を発生させるために採用されるこの分野で既知の任意の固体を有してよく、好ましくは、化学水素化物または水素化物の組み合わせであり、より好ましくは、水素化ホウ素ナトリウムまたは以下で検討する他の適切な水素化物である。固体燃料は、安定化剤または他の添加物も含んでよく、好ましくは、安定化剤として水溶性金属水素化物、好ましくは水素化ナトリウムを含む。水素透過性膜 3 2 は当業界で知られている任意のそのような膜であってよく、好ましくは G E L G A R D (商標) および G O R - T E X (商標) のような気体透過性、液体非透過性の材料から成る単一層から製造される。この発明に利用可能な他の気体透過、液体非透過性部材は、これに限定されないが、約 $0.1 \mu\text{m}$ から約 $0.45 \mu\text{m}$ の孔サイズの S U R B E N T (商標) ポリビニリデンフルオライド (P V D F) であり、これは M i l l i p o r e 社から入手できる。S U R B E N T (商標) P V D F の孔サイズは、水素発生装置 1 0 から出る液体燃料 5 0 または水の量を調整する。W . L . G o r e & A s s o c i a t e s 社から入手可能な $0.2 \mu\text{m}$ ハイドロの電子ベントタイプ材料のような材料もこの発明に使用してよい。さらに、A p p l i e d P o r o u s T e c h n o l o g i e s 社から入手可能な約 $10 \mu\text{m}$ 未満の孔サイズの焼結および/またはセラミック多硬質材料もこの発明に使用できる。さらに、または代替的に、米国特許第 7, 1 4 7, 9 5 5 号明細書に開示された気体透過、液体非透過性材料もこの発明に使用できる。そのような材料を使用すると、液体燃料 5 0 および固体燃料成分 3 4 を混合させて生成された水素ガスを水素透過性膜 3 2 を通じてハウジング 1 2 へと透過させ、燃料電池 (図示しない) は搬送でき、同時に、液体および/またはペースト状の化学反応副産物が反応室部 2 8 の内部に入るのを阻止できる。代替的には、液体燃料 5 0 は、当初、反応室部 2 8 の内部に蓄積して良く、固体燃料 3 4 を反応室部 2 8 の外部に蓄積して良い。

20

30

40

【 0 0 4 0 】

リアクターブイ 3 6 は弾性室部 3 8 を有し、これが好ましくは風船であり、第 1 端部キャップ 4 0 と第 2 端部キャップ 4 4 を連結する。代替的には、カップ 4 2 は弾性室部 3 8 と一体であって良い。係留部 4 6 (繋ぎ縄) が弾性室部 3 8 を参照圧力ベント 2 6 に連結する。係留部 4 6 は好ましくは柔軟性がある。係留部 4 6 は空洞であり、弾性室部 3 8 お

50

よびベント 26 と流体連通して弾性室部 38 内の圧力 P_{ref} が雰囲気または他の参照圧力と等しくなるようにしている。代替的には、係留部 46 は省略され、室部 38 が既知の予め定められた参照圧力で封止される。触媒 48 はカップ 42 内に配置されるけれども、室部 38 上、またはキャップ 40 上に配置されても良い。

【0041】

液体燃料 50 は液体燃料ブラダー 14 内に配置され、これは、好ましくは、初めての使用時には、固体燃料と別々に保持される。液体燃料は水またはメタノールを有し、また、他の添加物 / 安定剤、例えば、凍結防止剤、または他の液体反応物質を含んで良い。付加的な適切な流体燃料成分および他の固体および添加物がさらにここで検討される。適切な添加物 / 安定化剤は、これに限定されないが、凍結防止剤（例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、および他のアルコール）、pH 調整剤（例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウムのような塩基、および他の塩基）、および発泡防止剤（例えばポリグリコールのような表面活性剤）を含む。液体燃料管 52 はチェックバルブ 18 を含み、液体燃料ブラダー 14 を反応室部 28 に連結する。代替的には、チェックバルブ 18 は他の開始機構で置き換えて良く、これは例えばワンショット穿孔または壊れやすい膜または壊れやすいフィルムである。

10

【0042】

水素発生装置 10 を動作させるために、アクチュエータ 16 を反応室部 28 方向に押し、ハウジング 12 を絞る。好ましくは、児童安全機構、例えば、挟み・押圧機構または他の 2 方向開閉機構を一体化している。適切な児童安全機構は本出願人の出願に係る国際特許出願第 PCT / US 05 / 04826 号に開示され、これは WO 2006 / 088450 号として公開されており、その内容は参照してここに組み入れる。図示のとおりアクチュエータ 16 は反応室部 28 のまわりに望遠鏡のように配置される。他の構造を採用してよい。これが、液体燃料ブラダー 14 を圧縮し、チェックバルブ 18 を係合し、または開放させる。液体燃料 50 はチェックバルブ 18、液体燃料管 52 を通じて反応室部 28 へと強制的に搬送される。液体燃料 50 は固体燃料成分 34 を渡河して水性燃料混合物を生成する。当初、反応室部 28 内の圧力 P_1 はリアクターバイ 36 を閉じるほど十分に高くない。リアクターバイ 36 が開の間、水性燃料混合物はリアクターバイ 36 内部の触媒 48 に接触する。触媒 48 は燃料混合物を反応させて水素を発生させる。水素は溶解し、または水素透過性膜 32 を通じて反応室部 28 の外部にしみ出る。バルブ 21 が開成に維持されている限り、水素は水素発生装置 10 から出て行く。バルブ 21 が閉成されると、燃料電池または他の水素消費部により水素が必要とされないため、ハウジング 12 内に水素が溜まり、反応室部 28 内の圧力 P_1 を上昇させる。

20

30

【0043】

ハウジング 12 内の圧力 P_1 が弾性室部 38 内の圧力 P_{ref} より小さいか等しいとき、リアクターバイ 36 は開となる。燃料混合物が触媒 48 の存在の下で反応するとき、反応室部 28 内の圧力 P_1 は相対的な水素発生および反応速度に依存して変化する。水素が生成されるより、速く、ハウジング 12 から搬出されると、圧力 P_1 は下降する。水素が、搬出されるより、速く生成されると、圧力 P_1 は上昇する。同様に、バルブ 21 が閉じているならば、圧力 P_1 は上昇する。反応室部 28 内の圧力が上昇するとき、弾性室部 38 は、弾性室部 38 の内部と外部との間の圧力差に起因して収縮する。弾性室部 38 が収縮するとき、第 1 端部キャップ 40 とカップ 42 が一緒になり、触媒 48 を燃料混合物からシールする。圧力 P_1 が弾性室部 38 内の圧力 P_{ref} を超えて上昇するとき、リアクターバイ 36 が閉じる。リアクターバイ 36 は、反応室部 28 ニアブの圧力 P_1 が弾性室部 38 内部の圧力 P_{ref} より大きいとき、閉となり、触媒 48 を燃料混合物からシールする。いくつかの燃料混合物がカップ 42 中に補足されて良い。補足された燃料混合物は消尽するまで反応を続ける。補足された燃料混合物の反応により生成された水素はカップ 42 およびキャップ 40 の間のシールを横切って圧力勾配を形成する。生成されたバスのうちのいくつかは、弾性によって外部にしみ出す、すなわち、吐き出すかもしれず、また、圧力勾配は、さらに燃料混合物がカップ内に入らないようにする。さらに、水素が生

40

50

成されるとき、水素は触媒 48 に対してガスポケットを生成して触媒 48 を燃料混合物から隔離する。好ましくは、弾性室部 38 およびキャップ 40 のデュロメータおよび圧力開放の間のバランスが実現され、これによって、触媒 48 が効率的にシールされ、ブイ 36 が過剰な圧力を受けないようにする。過剰な圧力はブイ 36 を損傷する。

【 0 0 4 4 】

好ましくは、リアクターブイ 36 は、このリアクターブイ 36 が閉じられているときに残留水性燃料を保持しないよう、あるいは実質的に保持しないような寸法および形状とされる。さらに、リアクターブイはシール時に押し付けてシールするように構成され、押し付け動作により確実に触媒が清浄に維持されるようにしてよい。バルブ 21 が閉の時には、過剰な圧力が PEM / 水素消費部 24 により消尽されて、圧力 P_1 が安定化する。バルブ 21 が開のときには、水素がハウジング 12 から搬出され、かつ新たな水素が生成されないため、圧力 P_1 は低下する。燃料電池または他の水素消費部が水素を要求するために、バルブ 21 が開であるとき、反応室部 28 内の圧力 P_1 は減少し、弾性室部 38 は膨張する。圧力 P_1 が弾性室部 38 の内部の圧力 P_{ref} を超えて低下するとき、第 1 端部キャップ 40 がカップ 42 からシールを解除してリアクターブイ 36 が再び開となり、この結果、燃料混合物が触媒 48 に接触できるようになり、燃料混合物が反応を再開して水素を生成する。このサイクルはここで繰り返すことになり、圧力 P_1 が水素の発生および搬送速度に左右されて上昇または下降する。水素需要の変動に起因する反応室部 28 の圧縮および減圧は、自動フィードバックシステムとして動作して、燃料電池または他の水素消費部が水素を要求するときのみ水素の発生を安定化させる。このフィードバックシステムは弾性室部 38 を横切る圧力差によって走査し、表 1 を参照して以下に詳述される。

【 0 0 4 5 】

【表 1】

表1:水素発生装置の圧力サイクル

圧力の関係	バルブ21の位置	リアクターブイ36の位置	圧力 P_1 への効果
$P_1 \leq P_{ref}$	閉	開	反応が進み水素が生成されるとき圧力 P_1 が増加する。
$P_1 > P_{ref}$	閉	閉	圧力 P_1 は一定
$P_1 > P_{ref}$	開	閉	水素が出口20を通じて搬送されるとき圧力 P_1 が減少する。
$P_1 \leq P_{ref}$	開	開	生成および搬送の速度に依存して圧力 P_1 が上昇、下降、または一定に止まる。

【 0 0 4 6 】

有利なことに、 P_1 が上昇または減少するとき、リアクターブイ 36 の開動作および閉動作は徐々に行われる。このような徐々に行われるリアクターブイ 36 の開動作および閉動作が触媒 48 へのアクセスを制御し、これが水素需要を満たすように徐々に生成を制御する。

【 0 0 4 7 】

代替的な実施例において、1 または複数の弾性室部 38 が係留部 46 から隔離され参照圧力へと膨張する。この参照圧力は、触媒 48 を燃料混合物から隔離して水素発生反応を停止させる、水素発生装置 10 における水素圧力をより正確に選定できる。自由状態のブイの浮力が水性燃料および副産物の密度と整合して自由状態のブイが反応室部 28 中に浮遊するようにする。代替的な実施例において、係留部 46 は柔軟性があって良く、また完全に省略されて良い。係留部 46 を省略するときには、リアクターブイ 36 は反応室部 28 内で自由に浮遊する。係留部 46 が柔軟である、または省略されている実施例において、リアクターブイ 36 は燃料混合物を混合するのに役立つ。

【 0 0 4 8 】

水素発生器 10 内の温度変化は、理想気体法則に記述されるように P_1 および P_{ref} に影響を与える。しかしながら、温度は絶対スケール（ケルビン度）で測定されるので、温度変化の影響は少ない。さらに、室部 38 がシールされ、例えば係留部 46 が省略されているとき、温度変化により引き起こされる P_1 および P_{ref} の変化は相互に打ち消し合う傾向にある。

【 0 0 4 9 】

他の代替的な実施例において、2個またはそれ以上のリアクターブイ 36 があってよく、その各々は、第1および第2端部キャップ 40、触媒 48 を内包するカップ 42、および弾性室部 38 を具備する。各リアクターブイは係留部 46 を通じて弁と 26 に結合されて良く、また、シールされた弾性室部 38 内部の参照圧力を伴ってよい。異なるリアクターブイ 36 はその弾性室部 38 内で異なる参照圧力を伴ってよく、これにより、異なるリアクターブイ 36 がハウジング 12 内の異なる水素圧力で触媒 48 を隔離する。リアクターブイ 36 を異なる圧力で遮断するので、水素発生速度は、水素圧力および/または水素需要の広範囲に渡ってより細かに調整できる。1または複数のリアクターブイは温度感応的であってよく、これにより、より反応性のある触媒が冷温天候において燃料混合物に露出できるようになり、またその逆も可能である。複数のリアクターブイ 36 を用い、これらリアクターブイ 36 の参照圧力が段階的なとき、ハウジング 12 内部の圧力 P_1 の変化を安定化させる圧力サイクルはより複雑である。 P_{ref1} は第1のリアクターブイの参照圧力であり、 P_{ref2} は第2のリアクターブイの参照圧力であり、 P_{ref2} は P_{ref1} より大きい。表 2 はこの圧力サイクルを記述する。

【 0 0 5 0 】

【表 2】

表2:水素発生装置の圧力サイクル

圧力の関係	バルブ20の位置	第1ブイの位置	第2ブイの位置	圧力 P_1 への効果
$P_1 \leq P_{ref1}$ $P_1 \leq P_{ref2}$	閉	開	開	反応が進み水素が生成されるとき圧力 P_1 が増加する。
$P_1 > P_{ref1}$ $P_1 \leq P_{ref2}$	閉	閉	開	反応が進むとき圧力 P_1 が増加する。ただし、 $P_1 \leq P_{ref1}$ のときより遅い。
$P_1 > P_{ref1}$ $P_1 > P_{ref2}$	閉	閉	閉	圧力 P_1 は一定
$P_1 > P_{ref1}$ $P_1 > P_{ref2}$	開	閉	閉	水素が出口20を通じて搬送されるとき圧力 P_1 が減少する。
$P_1 > P_{ref1}$ $P_1 \leq P_{ref2}$	開	閉	開	生成および搬送の速度に依存して圧力 P_1 が上昇、下降、または一定に止まる。
$P_1 \leq P_{ref1}$ $P_1 \leq P_{ref2}$	開	開	開	圧力 P_1 が上昇、下降、または一定に止まる。ただし、 $P_1 > P_{ref1}$ のときよりより増加しやすい。

【 0 0 5 1 】

複数リアクターブイの実施例において、圧力 P_1 は当初では圧力 P_{ref1} および P_{ref2} を下回っている。これによって、リアクターブイ 36 の双方が開となる。液体燃料 50 が反応室部 28 内に搬送され、固体燃料成分 34 を溶かすとき、その結果生じた燃料混合物が両リアクターブイ 36 中の触媒 48 と接触し、比較的大きな速度で水素を発生させる。この発生速度が、燃料電池への搬送速度より大きいと、反応室部 28 内の圧力 P_1

が上昇する。代替的には、バルブ 21 が閉じられると、圧力 P_1 が上昇する。圧力 P_1 が圧力 P_{ref1} を超えると、第 1 のリアクターブイ 36 が閉じ、第 1 のリアクターブイ 36 中の触媒 48 を燃料混合物から遮断する。この結果、水素発生速度が遅くなる。搬送速度が生成速度を上回ると、少なくとも、圧力 P_1 が P_{ref1} を下回るまで、圧力 P_1 が下降し、これによって第 1 のリアクターブイ 36 が再び開となる。水素発生速度が依然として燃料電池への搬送速度を上回っているならば、あるいは、バルブ 21 が閉であれば、 P_1 は P_{ref2} に到達するまで上昇し続ける。 P_1 が P_{ref2} に到達すると第 2 のリアクターブイ 36 が閉となり、第 2 のリアクターブイ 36 中の触媒 48 を燃料混合物から遮断して水素の発生を終了させる。圧力 P_1 は搬送により下降するか、あるいは、バルブ 21 が会となるまで一定に止まり、そののち搬送により下降する。いずれの場合でも、圧力 P_1 が P_{ref2} を下回ると、第 2 のリアクターブイ 36 が再び開となり、水素の生成が再開される。第 2 のリアクターブイ 36 中の触媒と接触しているとき燃料混合物の反応により水素が発生する速度より水素が搬送される速度の方が速く、このため、 P_1 が、その後、 P_{ref1} を下回るならば、第 1 のリアクターブイ 36 が開となり、燃料混合物が第 1 のリアクターブイ 36 中の触媒 48 と接触できるようになり、水素発生速度が上昇する。

10

【0052】

このタイプのシステムは水素の圧力を P_{ref2} に著しく近づけておくために好ましく、また、システムが出口圧力制御バルブとともに用いられるときに好ましい。システムが出口圧力制御バルブとともに用いられると、バルブ 21 が水素の燃料電池への搬送を停止したならばその停止ができるだけ短くなるように、ハウジング 12 内の圧力 P_1 が P_{ref1} を下回ったときに水素発生速度を立ち上げることでシステムが速やかに応答するようにできる。

20

【0053】

他の実施例において、2つのリアクターブイ 36 は異なる触媒 40 および / または異なる料の触媒 48 を伴う。開のときに、触媒 40 の違いに起因して、一方のリアクターブイ 36 は他方のリアクターブイ 36 より大きな水素発生速度を実現する。この点は、著しく高速の触媒を用いて急速にハウジング 12 内の圧力 P_1 を上昇させ、水素発生反応が発熱的であることからカートリッジの温度を急速に上昇させ、また、遅効正の触媒を用いて圧力 P_1 を若干高い圧力まで上昇させ、圧力 P_1 を微調整するとき、有益である。このようにすると、水素需要が小さいときに、著しく活性のある触媒を繰り返し燃料混合物に対して露出・遮断して起こる圧力の発振を減少させ、同時に、やや低い圧力で大きな水素需要があるときに、装置 10 が対処できるように維持することができる。さらに、異なる触媒を具備する複数のブイを配備して任意の水素需要に適合させても良い。

30

【0054】

リアクターブイ 36 の他の実施例が図 1B に示される。この実施例のリアクターブイ 36 はカップ 42 およびキャップ 40 を有する。弾性室部 38 は部分的にはカップ 42 内に配置され、キャップ 40 と連結されている。弾性室部 38 の内部は参照圧力ベント 26 に係留部 46 を介して結合されている。触媒 48 はカップ 42 の内壁または室部 38 あるいはキャップ 40 に配置される。

40

【0055】

圧力 P_1 が参照圧力 P_{ref} より大きいとき、弾性室部 38 の壁部は内側に変形して、キャップ 40 をカップ 42 の方向に引き下げる。圧力 P_1 が P_{ref} を下回るとき、弾性室部 38 内の増大した圧力がカップ 42 をキャップ 40 から押し離す。さらに、図 1B ~ 1E に全体として示すように、弾性室部 38 が縮小し、またはつぶれるとき、その側壁がカップ 42 に当たり、またはそれ自体に当たり、縮小量が制限される。このように縮小量が制限されると、弾性室部 38 の動作寿命が長くなる。

【0056】

リアクターブイ 36 のこの実施例は、先の実施例とどのような「吐き出し」を実現し、ここでは、キャップ 40 が閉のときにカップ 42 内に補足された燃料混合物が反応し続け

50

、弾性室部 38 の回りのカップ 42 内部の圧力を上昇させ、カップ 42 およびキャップ 40 の間の境界に渡って圧力勾配を形成する。この圧力勾配によって、リアクターブイ 36 は「吐き出し」または開動作を瞬間的に行い生成されたガスを開放できるけれども、燃料混合物がさらにカップ 42 内に入るのを阻止する。カップ 42 内のガスの蓄積、とくに触媒表面の泡の形態のものが触媒 48 のさらなるシールを行う。カップ 42 内の捕捉液体燃料が反応するにつれて、それが消尽され、この結果、リアクターブイ 36 が再び開になるまで水素発生反応が停止する。

【0057】

リアクターブイ 36 のさらに他の実施例が図 1 C に示される。この実施例は図 1 B の実施例と類似であるけれども、この実施例では、触媒 48 がキャップ 40 に付着される。さらに、この実施例では、ブイが閉位置にあるときに燃料を含有する空間が、触媒 48 の近傍に配置された出っ張り 49 に起因して小さくなっている。出っ張り 49 は、ブイ 36 が閉のとき、カップ 42 の内部の空間の一部をシールする。この実施例は、その他の点では、図 1 B の実施例と同様に動作し、燃料混合物の圧力増加に同様に応答し、弾性室部 38 の壁部が変形してキャップ 40 をカップ 42 へと引き下げ、触媒 48 をシールし、また、同様の「吐き出し」効果を実現して触媒 48 に隣接する捕捉ガスが、閉止されたリアクターブイ 36 から逃げ出すようにでき、しかも、新たな燃料混合物がブイ 36 へ入り込むのを許さない。

【0058】

図 1 D および 1 E は、図 1 G に斜視図で示されるリアクターブイ 36 の他の実施例のいくつかの断面図を示す。この実施例は図 1 B および 1 C を参照して説明した実施例と同様であるけれども、この実施例では、キャップ 40 がさらに触媒スペース 41 を有し、触媒 48 が、立ち上がったリング形状でカップ 42 表面に配置され、リアクターブイ 36 が閉のときにカップ 40 が触媒 48 を全体的にシールし、触媒スペース 41 中に触媒 48 を捕捉し、新たな燃料混合物が確実に触媒スペース 41 中へ通らないようにする。触媒スペース 41 は小さく、このため、リアクターブイ 36 が閉のときにわずかな量の液体燃料しか触媒スペース 41 に捕捉されない。燃料は触媒 48 の近くでリアクターブイ 36 中によりわずかしき保持されないので、この実施例では、触媒 48 に隣接して燃料混合物のスペースがより多くある他の実施例に較べて、水素発生反応をより速く遮断できる。酌這い 48 は立ち上がり状のリング形状であるので、リアクターブイはより速く反応できる。なぜならば、燃料混合物が両側から触媒 48 に到達でき、かつ、水素は両側から触媒 48 を避けて流れることができ、触媒はより少なくて済み、リアクターブイ 36 はより迅速に応答できる。

【0059】

キャップ 40 およびカップ 42 も燃料チャンネル 43 を有し、これは図 1 E および 1 G に最も良く示される。燃料チャンネル 43 によって、リアクターブイ 36 の外部の燃料混合物が、リアクターブイ 36 が閉のときでも、弾性室部 38 に接触できるようになっている。これにはいくつかの効果がある。第 1 に、触媒 48 の回りの高圧力ゾーンの弾性室部 38 への影響を最小化し、圧力 P_1 が圧力 P_{ref} を下回るときにリアクターブイ 36 が迅速に開となるのを確実にする。第 2 に、燃料が触媒 48 にアクセスする方向が多数になるようになし、これにより、リアクターブイ 36 が開となる間にそうでなければ燃料の触媒 48 への流れを阻害する泡の効果を最小化し、この結果、燃料混合物の触媒 48 へのアクセスを改善する。

【0060】

検討した変更点の他では、リアクターブイ 36 のこの実施例は先に説明した実施例と同様に動作する。これは圧力増加に対して同様に応答し、ここでは、弾性室部 38 の壁部が変形してキャップ 40 をカップ 42 へと引き下げ、また、同様の「吐き出し」効果を実現して、触媒スペース 41 に捕捉された燃料混合物が反応し、スペース 41 の圧力を上昇させ、キャップ 40 を瞬間的にカップ 42 から強制的に離して、いくらかの生成水素ガスが触媒スペース 41 から逃げ出すようにでき、しかも、新たな燃料混合物がスペース 41 へ

10

20

30

40

50

入り込むことがない。

【0061】

上述の実施例の各々において、リアクターバイ36を閉にするための圧力は、バネを、例えば弾性室部38内に加えたり、弾性体のデュロメータ、厚さ、またはプロフィールを変えたり、参照圧力を変えたりして変更することができる。さらに、リアクターバイ36を閉にするためのキャップ40の動作を、弾性室部38のプロフィールを変更して擦れ動作に変えて良い。例えば、室部の壁部表面に螺旋状のリブを含ませる。室部38は柔軟性があるけれども非弾性的な材料から製造されて良い。例えば、バネが室部38内に採用されるときである。

【0062】

さらにリアクターバイ36の他の実施例において、図1Fから理解されるように、リアクターバイ36は上側カップ40および下側キャップ42を有してよく、ここでは、上側カップ40および下側キャップ42が弾性室部38を包囲する。好ましくは、カップ40またはキャップ42の1つの唇部が柔軟であり、または弾性的であり、閉じたときに良好なシールを確実にする。この実施例の弾性室部38は2部分波形ペローズを有し、これが、 P_1 が P_{ref} を上回ったときに圧縮する。代替的には、頂部または底部の波形部分のみが必須である。触媒サポート47は波形ブラダーの第1の部分および第2の部分で連結し、また触媒48を支持する。動作時に、弾性室部38の外部の圧力が上昇するとき、弾性室部38の圧縮によりカップ40およびキャップ42が一緒に引かれ、カップ40の縁がキャップ42の縁をシールして、触媒48をカップ40、42内にシールする。カップ40またはキャップ42の唇部が弾性的なので、上述の吐き出し効果は助長される。他の点では、これは先に説明した実施例と同様に動作する。

【0063】

リアクターバイ36の代替的な実施例では、触媒は、説明した弾性室部の代わりに、隔膜、シリンダ、ペローズ、その他の構造を採用してシールして良い。

【0064】

さらに他の実施例において、触媒は弾性室部中に成型されて良い。

【0065】

図2Aはこの発明の水素発生装置の他の実施例を示す。この実施例において、水素発生装置10はハウジング56を有し、このハウジング56が反応室部58と、バリア62により反応室部58と分離されるピストン室部60とを有する。バネ64がピストン68を押圧する。ピストン69内に配置されたシール用のO-リング98は、ピストン室部60からの圧力をバネ64から隔離してバネ64からのバネ力がピストン室部60内の圧力と平衡するようになる。好ましくは、バネ64を収容する区画はベントされ、バネ64が圧縮され、または伸長されたときに、それぞれ、捕捉された空気が圧縮されず、または、部分的な真空が形成されないようになっている。ピストン68はシャフト70に連結され、これはバリア62を通り抜ける。シャフト70は反応室部58を出入りできる。O-リング74はシャフト70およびバリア62の境界をシールして反応室部58から物質がシャフト70に沿って逃げ出さないようになっている。リアクター72はカップ76および弾性シール部材82を有し、カップ76がシャフト70に固定して結合され、弾性シール部材82が固定してバリア62に結合されている。弾性プラグ78がオプションとしてカップ76内に配置されている。弾性プラグ78に隣接するシャフト70の底部分は触媒48により被覆されている。弾性シール部材82は、ピストン70がカップ76を上方に引っ張るときに、図示の通り、カップ76中の弾性プラグ78とともにシールを形成する。

【0066】

反応室部58の少なくとも一部は水素透過性・液体非透過性膜84を有する。膜84は、膜27および32と同様に、液体反応物質および反応副産物を反応室部58内に保持するよう働く。外側スクリーン86は水素透過性膜84およびハウジング56の間に配置され、膜84はハウジング56が接触しないようにし、またハウジング56をシールしないようになっており、これは水素が反応室部58から出ていくのを阻止し、これにより反応

10

20

30

40

50

室部 58 内で圧力を大きくする。このように早めに圧力が大きくなるとシステムが停止される。内側スクリーン 88 は水素透過性膜 84 の内側表面に隣接して配置して良く、これにより膜 84 がそれ自体をシールするのを阻止する。燃料混合物 100 はバリア 62 のポート 102 を通じて反応室部 58 中に注入される。燃料混合物 100 は好ましくは液体燃料および固体燃料成分の溶液であり、より好ましくは安定化された金属水素化物溶液であり、最も好ましくは水酸化ナトリウムにより安定化された水素化ホウ素ナトリウムの水性溶液であり、これは上述のとおりである。

【0067】

ハウジング 56 は、一端に、吸収発泡体 92 により被覆された出口バルブ 90 を有し、他端に、水素がバリア 62 を迂回してピストン室部 60 に入るようにする水素フィードバック管 94 を有する。バルブ 90 は燃料電池に結合可能であり、燃料電池に制御されて水素の燃料電池への流れを燃料電池の水素要求度に応じて安定化できる。発泡体 92 は好ましくは吸収性があり任意の液体または反応副産物を水素発生装置 10 に保持する。

10

【0068】

水素発生装置 10 を動作させるときに、反応室部 58 は充填ポート 102 を通じて燃料混合物 100 で充填される。燃料混合物 100 は触媒 48 の存在下で反応して水素を発生する。水素は水素透過性膜 84 を通じて拡散する。水素は水素発生装置 10 からバルブ 90 を通じて出て燃料電池または他の水素消費部により使用される。水素はまたフィードバック管 94 を通じてピストン室部 60 に移動する。バルブ 90 が閉のときには、燃料電池または水素消費部は燃料を要求しないので、水素は反応室部 58 内で蓄積開始する。この圧力は、反応室部 58 内の圧力と同一であり、ピストン 68 に作用する。室部 60 内で圧力が増大するとき、この圧力はピストン 68 に対してバネ 64 に抗して押圧を行い、ピストン 68 を強制的にバリア 62 から遠ざける。ピストン 68 がバリア 62 から強制的に遠ざけられる際に、ピストン 68 はカップ 76 を弾性シール部材 82 の方向に引く。カップ 76 が弾性シール部材 82 に当接するとき、弾性シール部材 82 は弾性プラグ 78 とともにシールを形成し、これにより、燃料混合物 100 が触媒 48 に接触しなくなる。この結果、燃料混合物 100 の反応が中断し、上述した「吐き出し」効果の可能性もあるなかで、水素生成が終了する。反応室部 58 の圧力 P_2 は、触媒 48 が燃料混合物 100 からシールされるので、バルブ 90 が開となるまで、安定化している。バルブ 90 が開となると、水素が燃料電池へと流れ始める。水素が反応室部 58 から流れると、反応室部 58 の圧力 P_2 および室部 60 の圧力が減少する。そうすると、バネ 64 がピストン 68 をバリア 62 の方向に押し、これが、カップ 76 を弾性シール部材 82 から強制的に遠ざけ、燃料混合物 100 が触媒と再び接触可能になり、ここで、燃料混合物が反応して水素を生成し、循環的なプロセスを再開させる。

20

30

【0069】

所定の時間において、水素発生装置 10 において、ピストン 68 に働くバネ 64 の力 K_1 はピストン 68 に働く反応室部 58 の圧力 P_2 とバランスし、これは以下のとおりである。

(1) $K_1 = P_2$ に引き起こされる力 F_2 (すなわち $P_2 \times$ ピストン 68 の表面面積)

40

【0070】

K_1 はバネ力であり、 $K = k \times x$ の一般式で支配され、ここで、 k はバネのバネ定数であり、 x はバネの非圧縮の長さからの変位である。バネ 64 に関しては、この式は $K_1 = k \times x_1$ である。バネ 64 が圧縮されると、 x_1 が増加し、このため力 K_1 が増加する。 P_2 が増加すると、これがバネ 64 を押圧してピストン 68 が移動してバリア 62 から離れてリアクター 72 を閉じる。圧力 P_2 が下降するとき、バネ 64 はピストン 68 をバリア 62 の方向に押圧してリアクター 72 を開とする。圧力 P_2 が十分に上昇し、カップ 76 がシール部材 82 に当接するほどピストン 68 がバリア 62 から遠ざかるときに、オプションの停止部 77 がピストン 68 と当接して触媒 48 の過剰圧縮が回避され、圧力 P_2 が上昇してもピストン 68 がさらに上方に移動できないようになっており、これ

50

は図示のとおりである。好ましくは、この圧力上昇のとき、またはその前後で、過剰圧力がバルブ 22 および水素消費部 24 を通じてベントされる。

【0071】

リアクター 72 が開のとき、カップ 76 はシール部材 82 と接触しておらず、このため、燃料混合物 100 は触媒 48 と接触可能であり、反応して水素を生成する。水素発生速度が、水素が燃料電池へと搬送される速度を上回ると、またはバルブ 90 が閉じられると、反応室部 58 内の圧力 P_2 が上昇する。水素が燃料電池へと搬送される速度が水素発生速度を上回ると圧力 P_2 は下降する。表 3 はこの実施例の圧力サイクルのまとめを示す。

【0072】

【表 3】

表3:水素発生装置の圧力サイクル

圧力の関係	バルブ90の位置	リアクター72の位置	圧力 P_2 への効果
$K_1 = F_2$	閉	開	反応が進み水素が生成されるときに圧力 P_2 が上昇する。
$K_1 < F_2$	閉	閉	圧力 P_2 が一定。
$K_1 < F_2$	開	閉	水素がバルブ90を通じて搬送されるとき圧力 P_2 が減少する。
$K_1 = F_2$	開	開	発生および搬送の速度に依存して圧力 P_2 が上昇、減少、一定を維持する。

【0073】

水素発生装置 10 の他の実施例が図 2 B に示される。水素発生装置 10 のこの実施例は、図 2 A を参照して説明した実施例と類似であり、ただし、この実施例は、さきの実施例のピストンおよびシャフトシステムを図 1 C を参照して説明したリアクターブイ 36、または図 1 D、1 E、および 1 G を参照して説明したブイで置き換えている。この実施例は、ガスを燃料混合物から透過させるための膜 84 またはスクリーン 86 または 88、または発泡体 92 を含まず、これに代えて、水素出力ラミネート 103 を有する。水素出力ラミネート 103 は、バルブ 90 に取り付けられ、3 つまたはそれ以上のラミネート層を有する。最も外側の層は、水素のようなガスは透過競るけれども液体は透過させない膜 106 を有し、内側層は格子状材料 104 を支持構造として有しガスが膜 106 を通じてバルブ 90 に流れるようにしている。格子状材料 104 は固体格子、ファブリック、テクスチャー、ナイロンニット、ウィック、メッシュ材料、または、ラミネーションのベースとして働く他のガス透過性構造であってよい。ラミネート 103 は、生成水素を、燃料混合物から透過して、生成水素をバルブ 90 に搬送するよう働く。燃料混合物を封入する膜を使用するのに代えて、液体分離器をこのように構成することにより、より高圧力をハウジング内で採用できる。なぜならば、ラミネートは圧縮されるのに対して、膜 / スクリーン 86 / 84 / 88 のような膜は伸長されるからである。ラミネート 103 は、膜が伸長に耐える分より、より圧力に耐える能力がある。

【0074】

格子状材料 104 は硬くでも柔らかくても良い。代替的には、ラミネート 103 は、いずれかの側面に水素透過性膜を具備する格子状、またはファブリック材料により置き換えて良い。ラミネート 103 は膜 106 の両側に格子状材料 104 と対面するように一対のスクリーンを有しても良い。

【0075】

図 2 C に示されるように、水素発生装置 10 は、図 2 B において説明した実施例と類似している。この実施例は、気体非透過性チューブ 108 がラミネート 193 があつたところに配置される点で、図 2 B の実施例と異なっている。ラミネート 103 はここでは反応室部 58 の 2 つの端部を被覆するように、反応室部 58 の周囲に配置され、ハウジング 5

10

20

30

40

50

6 およびチューブ 108 の間にフィットしている。この実施例において、ラミネート 103 の膜 106 は格子状材料 104 を完全に包囲して、膜 106 を拡散する材料のみが格子状材料 104 に到達できるようにしている。ラミネート 103 の断面を図 2D に示す。生成された水素ガスは、反応室部 58 からラミネート 103 を透過し、さらにラミネート 103 を透過してチューブ 108 に入り、ここで、ラミネート 103 はチューブ 108 およびハウジング 56 の間で押圧される。この実施例はリリーフバルブ 22a および 22b を含む。リリーフバルブ 22a は膜 84 のガス側について水素圧力を開放し、他方、リリーフバルブ 22b は、生成ガスが充分早期にリリーフバルブ 22a を通じて開放できないときに、または膜 84 が詰まったときに、内部カートリッジ圧力を開放するための付加的なリリーフバルブである。この実施例の充填ポート 103 は隔膜（セプタム）110 および六角形空洞のセットネジ 112 を含む。隔膜 110 および六角形空洞セットネジ 112 によりガス発生装置 10 が容易に充填されそののち再度シールされる。

10

【0076】

水素発生装置 10 の他の実施例が図 2E ~ 2G に示される。この実施例は図 2C を参照して説明された実施例と類似であり、ただし、ラミネート 103 が反応室部 58 の 1 つの壁を形成する点が異なる。水素管 114 がラミネート 103 を出口に連結する。カートリッジ圧力管 116 はラミネート 103 の反応室部 58 と対向する側と出口との間の他の管を実現する。図 2E において、係留部 46 およびカートリッジ圧力管 116 は水素管 114 の後方にある。図 2G は、リアクターブイ 36 およびラミネート 103 を含むこの実施例の詳細図を示す。この実施例は、後に検討するように、リアクターブイ 36 をテストするの用に用いられた。

20

【0077】

水素発生装置 10 の他の実施例が図 3 に図説される。水素発生装置 10 のこの実施例は、弾性球 142 が、カップ 76 および弾性プラグ 78 の代わりとなり、シャフト 70 が分割され、第 2 のバネ 126 によりバイアスされる点で、図 2A を参照して説明した実施例と異なる。

【0078】

図 3 にも示されるように、シャフト 70 は下側シャフト 70a および上側シャフト 70b に分割されるけれども、これはこの発明の他の実施例では使用できない。上側シャフト 70b はバネ 64 によりバイアスされ、ピストン 68 はバネ 64 からのバネ力 K_1 およびピストン室部 60 中の圧力からの力 F_2 の間でバランスされ、これは先に検討したとおりである。下側シャフト 70a は第 2 のバネ 126 によりバイアスされ、このバネは好ましくはバネ 64 のバネ定数より小さなバネ定数を伴う。リアクター 72 に直接に結合されているシャフトの一部をバイアスするバネを弱くする目的は、力、具体的にはリアクター 72 に働く閉止力を小さくし、また、水素発生を継続させることなくシーリングを行う際に過剰な水素を「吐き出す」ことができるようにすることである。閉止力が大きければ大きいほど、例えば $F_2 \gg K_1$ のとき、弾性球 142 およびカップ 76 がシャフト 70、70a から分離するようになる。シャフト 70 を分割し、リアクター 72 を開および閉の塀動作をさせるために第 2 のバネ 126 を採用することにより、第 2 のバネ 126 のサイズおよび形状をリアクター 72 に合うものにでき、バネ 64 のサイズおよび形状を、水素需要および生成に合致するように F_2 をバランスさせることができる。

30

40

【0079】

1 実施例において、バネ 64 が既知の量 x だけ移動するならば、バネ 64 により加えられる力の量は $k_1 \times x$ である。バネ 126 もまた同一の量 x だけ移動させられるので、バネ 126 により加えられる力の量は $k_{126} \times x$ である。バネ 126 のバネ定数がバネ 64 より小さければ、バネ 126 により加えられる力はバネ 64 により加えられる力より小さい。代替的には、リアクターがより大きな閉止力が必要ならば、バネ 126 のバネ定数は k_1 より大きくて良い。

【0080】

この実施例において、触媒 48 は弾性球 142 の近くのシャフト 70 の表面に配置され

50

る。リアクター 72 は、球 142 と、シャフト 70 の周りに配されシャフトシール表面 138 を含むシャフトケース 136 と、触媒 48 とを有する。P₂ が高いときには、球 142 がシール表面 138 に対面するように引かれ、リアクター 72 が閉じて触媒 48 が球 142 およびシャフトケース 136 のシール表面 138 によって燃料混合物 100 からシールされる。P₂ が低いときには、球 142 がシール表面 138 から離れるように押され、リアクター 72 が開になり、触媒 48 が燃料混合物 100 に露呈される。

【0081】

図 4 は、図 2 A 3 を参照して説明したような、この発明の実施例と一緒に使用するバリア 62 を図説する。バリア 62 は全体として円筒形の形状をしており、その周の周りを離間して配置される 1 または複数の、貫通するフィードバック管を具備し、これにより、バリア 62 のいずれの側の圧力も等価されるようになる。バリア 62 は貫通する穴 152 を設け、シャフト 70 がこの穴 152 を通れるようになっている。バリア 62 は、オプションで、シールリングを保持できるシールリングスペースを具備して、これにより、穴 152 を通るシャフトの周りをシールして燃料が穴 152 を通らないようにする。

10

【0082】

図 5 は、図 3 を参照して説明したような、この発明の実施例と一緒に使用する球 142 と類似する弾性球の代替的な実施例を図説する。球 156 は、その赤道を迂回する円形のシール部材 158 を具備し、触媒 160 の 1 または複数の部分が球 156 の 1 つの半球の表面に配列される。球 156 が、係留部 162、または、当該球 156 の同じ半球の表面の、触媒 160 の部分としての他の連結部材を介して、シャフト 70 に取り付けられ、これにより、シャフト 70 がピストン室部 60 にさらに入り込むときに、係留部 162 が球 156 をシャフトケース 136 の方向に引くようになっている。シャフトケース 136 は、図 3 を参照して説明したシャフトケース 136 より大きな穴を具備して、球 156 がシャフトケース 136 の方向に引かれるときに、球 156 がシール表面 138 でシールする代わりに、球 156 が部分的にシャフトケース 156 内に入り込む。球 156 のシール部材 158 はシャフトケース 136 の穴の壁部とともにシールを形成し、これによって触媒 48 がシャフトケース 136 内にシールされて燃料混合物 100 から隔離される。すべての他の側面において、弾性球 156 のこの実施例、および、関連する水素発生装置 10 は図 3 を参照して説明した水素発生装置 10 と同様に動作する。

20

【0083】

上述の実施例の各々において、リアクターは、燃料の濃度、温度変動、および圧力の変化に応じて適合化して良い。燃料濃度に関しては、燃料濃度が高いと水素の発生が速くなり、これによって、リアクターがすぐに閉じてしまう。圧力が低いと、リアクターの小さな開口により、燃料室部内の圧力を増加させるにたる水素が発生され、リアクターを閉じる。燃料濃度が低いと、水素の発生がより緩やかになる。リアクターは高濃度の燃料の場合に較べて大きく開く。余分な燃料がリアクターに流れ込み、高燃料濃度時に生成された量と同じ量の水素が発生するが、燃料濃度は低いものをしようしている。温度変化に関しては、温度が高くなると、低温時に較べて迅速に水素が生成され、リアクターがより迅速に閉じる。逆に、温度が低いと、水素の発生は緩やかになり、同量の水素を生成するためにより長くリアクターを開に維持する。圧力に関しては、圧力が設定値を超えるときはいつでもリアクターが閉じて水素生成が終了するので、リアクターは反応室部の内部の圧力を制限する。燃料混合物が十分に安定化されているならば、圧力はこの遮断圧力に維持される。

30

40

【0084】

この発明において利用される燃料のいくつかの例は、これに限定されないが、元素周期表の I A - I V A のグループの元素の水素化物およびその混合物、例えば、アルカリ性またはアルカリ金属水素化物、またはこれらの混合物を含む。ただそ、ここで説明される水素発生装置 10 は他のタイプのガス発生に採用されて良い。他の化合物、例えばアルカリ金属 - アルミニウム水素物 (アラネート) および水素化ホウ素アルカリ金属も採用して良い。金属水素化物のより具体的な例は、これに限定されないが、リチウム水素化物、リチ

50

ウム・アルミニウム水素化物、水素化ホウ素リチウム、ナトリウム水素化物、水素化ホウ素ナトリウム、カリウム水素化物、水素化ホウ素カリウム、マグネシウム水素化物、カルシウム水素化物、およびこれらの塩および/または誘導物を含む。好ましい水素化物は、水素化ホウ素ナトリウム、水素化ホウ素マグネシウム、水素化ホウ素リチウム、および水素化ホウ素カリウムである。好ましくは、水素担持燃料は NaBH_4 、または $\text{Mg}(\text{BH}_4)_2$ の固定形態であり、また、メタノールクラスレート化合物 (MCC) であり、これはメタノールを有する固体である。固体形態において、 NaBH_4 は水なしには加水分解せず、このためカートリッジの保管寿命を改善する。ただし、水性形態の水素担持燃料、例えば、水性の NaBH_4 もこの発明に採用できる。水性形態の NaBH_4 を採用するときには、水性形態の NaBH_4 を含む室部が安定剤も含む。例示的な安定剤は、これに限定されないが、金属、水酸化金属、例えば、アルカリ金属水酸化物を含んで良い。このような安定剤は、米国特許第 6,683,025 号に説明されており、その内容は参照してここに組み入れる。好ましくは、安定剤は NaOH である。

10

【0085】

この発明によれば、流体燃料成分は好ましくはオプションの触媒の存在下で水素担持固体燃料成分と反応して水素を生成できる。好ましくは、流体燃料成分は、これに限定されないが、水、アルコール、および/または希釈酸を含む。流体燃料成分の最も一般的なソースは水である。先に、または以下の式において示すように、水は、オプションとしての触媒の存在下で、水素担持燃料、例えば NaBH_4 と反応して水素を発生する。



20

ただし、X は、これに限定されないが、Na、Mg、Li、およびすべてのアルカリ金属を含み、Y は整数である。好ましい実施例において、金属水素化物は NaBH_4 および KBH_4 の混合物を有し、 NaBH_4 : KBH_4 の比は好ましくは約 5 : 2 である。この比は 6 : 4 と同じくらい低くてよく、これは上述の表に示すとおりであり、または 1 : 1 であって良く、また 5 : 1 程度に高くて良い。そのような比は有益である。なぜならば、それがホウ素水素化物燃料およびそのホウ酸塩副産物の双方の溶解性や流動性を助長するからである。より具体的には、固体の NaBH_4 は水に著しく溶解可能であるけれども、これが水素化物 - 水の酸化反応に加わるときにはベトベトしたホウ酸塩のスラリとともに水素ガスを生成する。反対に、 KBH_4 は水中ではスラリを形成するけれども、これが水素化物 - 水の酸化反応に加わるときには、その水性ホウ酸塩副産物はスラリを形成せず、比較的、溶解性がある。そのため NaBH_4 および KBH_4 の NaBH_4 および KBH_4 の NaBH_4 または KBH_4 を単独で使用するにより起こり得る不利益を考慮して、 NaBH_4 および KBH_4 の NaBH_4 および KBH_4 の混合物が、溶解性のあるホウ素水素化物燃料および溶解性のあるホウ酸塩副産物をもたらす相乗的な組み合わせを実現することを発見した。

30

【0086】

流体燃料成分は溶液の pH を増加させ、または減少させるオプションの添加物を含んでも良い。流体燃料成分の pH は水素を生成する速度を決定するのに使用できる。例えば、流体反応成分の pH を減少させる添加物は、水素発生速度を大きくする。このような添加物は、これに限定されないが、酸、例えば酢酸および硫酸を含む。逆に、pH を増大させる添加物は水素が殆ど生成されないレベルまで反応速度を遅くする。

40

【0087】

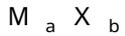
この発明の触媒は、元素の周期律表の V I I I B 族からの 1 またはそれ以上の遷移金属を含んでよい。例えば、触媒は、遷移金属、例えば、鉄 (Fe)、コバルト (Co)、ニッケル (Ni)、ルテニウム (Ru)、ロジウム (Rh)、プラチナ (Pt)、パラジウム (Pd)、オスミウム (Os)、イリジウム (Ir) を含んで良い。さらに、I B 族の遷移金属、すなわち、銅 (Cu)、銀 (Ag)、および金 (Au)、および I I B の遷移金属、例えば、亜鉛 (Zn)、カドミウム (Cd)、および水銀 (Hg) をこの発明の触媒として採用しても良い。触媒の一部として採用できる、他の遷移金属は、これに限定されないが、スカンジウム (Sc)、チタン (Ti)、バナジウム (V)、クロム (Cr)

50

、およびマンガン (Mn) を含む。この発明の触媒システムに使用して有益な遷移金属は、米国特許第 5, 804, 329 号に説明されており、その内容は参照してここに組み入れる。この発明の好ましい触媒は CoCl_2 である。

【0088】

この発明の触媒のいくつかは一般に次の式で定義される。



ただし、M は遷移金属の陽イオン、X は陰イオン、「a」および「b」は、遷移金属錯体の電荷をバランスさせるのに必要な 1 から 6 の整数である。

【0089】

適切な遷移金属の陽イオンは、これに限定されないが、鉄 (II) (Fe^{2+})、鉄 (III) (Fe^{3+})、コバルト (Co^{2+})、ニッケル (II) (Ni^{2+})、ニッケル (III) (Ni^{3+})、ルテニウム (III) (Ru^{3+})、ルテニウム (IV) (Ru^{4+})、ルテニウム (V) (Ru^{5+})、ルテニウム (VI) (Ru^{6+})、ルテニウム (VII) (Ru^{7+})、ロジウム (III) (Rh^{3+})、ロジウム (IV) (Rh^{4+})、ロジウム (V) (Rh^{5+})、パラジウム (Pd^{2+})、オスミウム (II) (Os^{2+})、オスミウム (III) (Os^{3+})、オスミウム (IV) (Os^{4+})、オスミウム (V) (Os^{5+})、オスミウム (VI) (Os^{6+})、オスミウム (VII) (Os^{7+})、オスミウム (VIII) (Os^{8+})、イリジウム (III) (Ir^{3+})、イリジウム (IV) (Ir^{4+})、イリジウム (V) (Ir^{5+})、イリジウム (VI) (Ir^{6+})、イリジウム (VII) (Ir^{7+})、プラチナ (II) (Pt^{2+})、プラチナ (III) (Pt^{3+})、プラチナ (IV) (Pt^{4+})、プラチナ (V) (Pt^{5+})、プラチナ (VI) (Pt^{6+})、銅 (I) (Cu^+)、銅 (II) (Cu^{2+})、銀 (I) (Ag^+)、銀 (II) (Ag^{2+})、金 (I) (Au^+)、金 (II) (Au^{2+})、金 (III) (Au^{3+})、亜鉛 (Zn^{2+})、カドミウム (Cd^{2+})、水銀 (I) (Hg^+)、水銀 (II) (Hg^{2+})、その他を含む。

10

20

【0090】

適切な陰イオンは、これに限定されないが、水素化物 (H^-)、フッ化物 (F^-)、塩化物 (Cl^-)、臭素化物 (Br^-)、ヨウ化物 (I^-)、酸化物 (O^{2-})、硫化物 (S^{2-})、窒化物 (N^{3-})、リン化物 (P^{4-})、次亜塩素酸塩 (ClO^-)、亜塩素酸塩 (ClO_2^-)、塩素酸塩 (ClO_3^-)、過塩素酸塩 (ClO_4^-)、亜硫酸塩 (SO_3^{2-})、硫酸塩 (SO_4^{2-})、硫酸水素塩 (HSO_4^-)、水酸化物 (OH^-)、シアン化物 (CN^-)、チオシアネート (SCN^-)、シアネート (OCN^-)、過酸化 (O_2^{2-})、マンガン酸塩 (MnO_4^{2-})、過マンガン酸塩 (MnO_4^-)、ジクロメート ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$)、炭酸塩 (CO_3^{2-})、炭酸水素塩 (HCO_3^-)、磷酸塩 (PO_4^{2-})、磷酸水素塩 (HPO_4^-)、磷酸二水素塩 (H_2PO_4^-)、アルミン酸塩 ($\text{Al}_2\text{O}_4^{2-}$)、ヒ酸塩 (AsO_4^{3-})、硝酸塩 (NO_3^-)、酢酸塩 (CH_3COO^-)、蓚酸塩 ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$)、その他を含む。好ましい触媒は、塩化コバルトである。

30

【0091】

触媒は上述の触媒の 1 つと水性の NaBH_4 との反応生成物を含んでも良く、また、先に説明した触媒の 1 つの還元生成物であっても良い。主たる触媒が塩化コバルトであるならば、反応生成物は $\text{Co}(\text{BO}_2)\text{OH}$ であって良く、またはコバルト、ホウ素、および酸素を有する化合物であって良く、また、非晶質ホウ化コバルト (Co-B) のようなコバルトとホウ素の合金であって良く、とくにコバルト対ホウ素の原子比率が 2 : 1 または 3 : 1 のコバルトおよびホウ素の合金であって良い。そのような触媒化合物は米国特許第 4, 863, 888 号明細書に開示されており、その内容は参照してここに組み入れる。触媒は、任意の基体、好ましくは多孔質または発泡体基体、例えば、エーロゲル、または、金属発泡体、例えばニッケル発泡体の上に被着して良く、これは親出願の仮出願第 61 / 140, 313 号に開示されている。

40

【0092】

いくつかの例示的な実施例において、オブションの添加物は、流体燃料成分および / または反応室部の内部にあってもよく、このオブションの添加物は、流体燃料成分および / ま

50

たは固体燃料成分の凝固を実質的に防止できる、すなわちその凝固点を小さくできる任意の組成物である。いくつかの例示的な実施例では、添加物はアルコールベースの組成物、例えば、凍結防止剤であってよい。好ましくは、この発明の添加物は $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ である。ただし、上述のとおり、流体燃料成分および/または固体燃料成分の凝固点を小さくできる任意の添加物を採用できる。

【0093】

いくつかの例示的な実施例において、オブションの添加物は、流体燃料成分および/または反応室部の内部にあってよく、このオブションの添加物は、水素生成中に、水素による発泡体または泡の生成を抑制し、または阻止する任意の組成物である。ポリグリコール消泡剤は水性径において効率よく分散し、安定化水素化ホウ素溶液に見いだされるアルカリ環境に耐性がある。他の消泡剤は表面活性剤、グリコール、ポリオール、およびこの分野で当業者に知られている他の化学物質を含んでよい。

10

【0094】

この発明の発明者は、溶液が反応して水素および水性ホウ酸副産物が生成されるときに、生成水素化ホウ素ナトリウムまたは水性金属水素化物の電気抵抗が増加することを観察した。換言すると、生成ホウ酸副産物の電気抵抗は水性の金属ホウ酸水素化物の電気抵抗に比べて約1オーダー大きい。1例において、どのような反応も測定される前、水性の水素化ホウ素ナトリウムの電気抵抗は約16オーム()と測定され、水性のホウ酸ナトリウムおよび未反応の燃料の電気抵抗は約160オーム()と測定された。したがって、水性の溶液の電気抵抗は、水素発生装置10の燃料ゲージとして使用できる。校正曲線を予め容易に設定することができ、使用中、反応室部28中の水性燃料混合物/副産物の電気抵抗を、例えば、容易に入手可能なオームメータまたは電圧計を用いて連続して測定できる。電気抵抗は反応室部28中に残存する未反応の燃料を実際に反映する。

20

【0095】

発明者は、また、より多くの燃料混合物が反応すると水性燃料混合物/副産物の電圧が減少することも観察した。1例において、電圧は、開始から終了まで約25%だけ減少する。さらに、残存の水性燃料混合物/副産物の密度は増加する。容量の約25%未満の降下を測定する反応室部28の表面に選択的に位置づけた窓を有する視覚的な燃料ゲージ、または液体レベル計は残存の未反応の燃料を測定できる。比重計は、既知の質量の物体により置き換えられた体積を測定し、液体の密度を直接に測定する既知の計器であり、反応室部28の中に、または表面に直接組み込みことができる。比重計は、徐々に大きくなる脚部を有し重み付けバルブが脚部を直立させる。密度が変化すると、脚部の高さが変化する。これを用いて残存の未反応の燃料を測定できる。初めから終わりまでの脚部の高さの変化と体積の減少を考慮した校正を、残存の未反応の燃料を測定するために容易に構築できる。密度を測定するために比重瓶を用いる手も良い。

30

【0096】

図2E~2Gを参照して説明した水素発生装置10が構築されテストされた。テストシステムは10gの NaBH_4 を50mlの0.5% NaOH (水溶液)に溶解したものを有する燃料混合物を採用した。使用した触媒は、平坦なディスク形状のニッケル発泡体の表面に被着した40および50mgの間のCoBであった。装置10の3つのテスト結果が図6A~6Cに示され、ガス流速および出力ガス圧力が表示される。テストのとき、そのように構成された水素発生装置は25ml/分の流速で、約0から2psiの間の圧力で、少なくとも11.5~14時間の間、安定した水素ガスの生成を実現した。

40

【0097】

水素発生装置10において水素が生成された後、水素は、図7Aに示すように、燃料電池-燃料安定化器、または安定化器200に搬送される。安定化器200はシャトル202を具備し、これは大きな端部と小さな端部を有する。大きな端部は隔膜204に接触して、かつこれに支持され、小さな端部は隔膜206に接触して、かつこれに支持される。これら隔膜は柔軟であり、シャトル202の移動とともに移動可能である。さらに、隔膜204および206は、隔膜を開放位置に復帰させる所定量のパネ性を有してよい。安定化

50

器 200 は水素入口 208 も具備し、これは隔膜 206 およびシャトル 202 の小さな端部の近くに配置されている。また、流路 210 がその近くに位置決めされ、これは隔膜 206 から出発して燃料電池入口 212 で終端する。燃料電池入口 212 は燃料電池 216 のアノード流路または燃料電池 216 のアノード側に接続される。アノード流路 214 は燃料電池出口 218 で終端する。好ましくは、アノード流路 214 は図示のように曲がりくねった経路を具備してその長さを長くする。燃料電池出口 218 は室部 220 に連結され、これは隔膜 204 およびシャトル 202 の大きな端部により境界付けされる。室部 220 はリリーフバルブ 222 を具備し、これはボールバルブであってよく、室部 220 内の圧力が閾値圧力を上回ったときにその圧力を開放する。

【0098】

生成された水素は、典型的には比較的高圧であり、水素入口 208 で安定化器 200 に入る。当初、室部 220 内の圧力は、スタート時、または最初の使用時に、比較的低い。水素圧力が、図 7B に示すように、シャトル 202 を右方向に押し、隔膜 206 が曲がって水素入口 212 を流路 210 に連結し、これは図示のとおりである。つぎに水素が燃料電池入口 212 に流れ込み、燃料電池 216 のアノード流路 214 に流れていく。先に検討したように、燃料電池が電気を発生して電気/電子装置を給電するときに、燃料電池 216 内で水素が消費される。装置に要求される電気負荷に左右されて、所定量の残存の水素が燃料電池出口 218 を出て室部 220 に入る。

【0099】

電気負荷が大きいときには、残留水素は極めてわずかしが、あるいはまったく、燃料電池から出ず、シャトル 202 は図 7B に示す開構成のままである。しかしながら、装置の電気需要が低いときには、より多くの残存水素が燃料電池 216 を出て室部 220 は入り込み、室部 220 の圧力を増加させる。室部 220 の圧力が大きくなると、この圧力がシャトル 202 を左方向に押し水素入口 208 および流路 210 の間の流体結合を狭めて、水素流量を減少させる。室部 220 の圧力が十分に高くなると、この圧力が先の流体結合を閉じて水素の流れを停止させる。燃料電池における水素消費に起因して、室部 220 の圧力が水素入口 208 の圧力より小さくできる間は、室部 220 の圧力は、室部 220 に対面する、シャトル 202 の翁段部に「起因して、水素の流入を停止するのに足る力 ($F = \text{圧力} \times \text{面積}$) を生成できる。水素の利用量が増加するとき、室部 220 の圧力が減少してシャトル 202 が再び右方向に移動して安定化器 200 を開にする。

【0100】

室部 220 の圧力が高いときには、リリーフバルブ 222 が過剰の水素を好ましくは水素再結合部 24 または他の装置に排出して水素を中和させる。リリーフバルブ 222 は、室部 220 の圧力が永久的に安定化器 200 を遮断してしまう状況を回避させる。例えば、室部 220 の圧力が水素入口 208 の圧力レベルに近づくと、シャトル 202 の2つの端部の面積に相違に起因して、シャトル 202 は右に移動して安定化器 200 を開にすることができないであろう。1例において、室部 220 の圧力が、(シャトル 202 の小さな端部の面積 / シャトル 202 の大きな端部の面積) \times 入口水素圧力のとき、またはこれを下回るときには、リリーフバルブ 222 は排気を行わなければならない。

【0101】

安定化器の利点は、燃料電池および/または燃料電池に接続された電気負荷を使用して燃料電池を通じて流れる水素の流量を安定化するということである。負荷が高いときには、安定化器 200 は開のまま、または、ほとんど開である。負荷が低いときには、安定化器 200 は燃料電池により必要とされる水素の量を自動的に調整して、安定化器 200 は燃料電池に到達する水素の量を減少させ、または水素の流れを停止できる。したがって、電気負荷が低いときに、水素が浪費されない。図 7C は、入口 212 および出口 218 の間のアノード流路 214 に沿う水素圧力降下の理想状態のグラフであり、この図を参照すると、高水素利用または高電気負荷は曲線 A におり表され、水素利用が徐々に低くなる場合をそれぞれ曲線 B ~ D で示す。最高負荷時の一定流量は、低水素利用または低負荷では無駄になる。遅い流量は曲線 A B C D の進行と類似の圧力低下を経験するであろう

10

20

30

40

50

。この発明の安定化器では、動作時に、圧力曲線が曲線 A B A と繰り返し進行する。

【0102】

安定化器 200 を使用して、従来のシステムで使用されていた、電気機械駆動され、または他のタイプのパーキングシステムを置き換えることもできる。これらのシステムにおいて、燃料電池のライン中の最後の電池からの性能の減少を利用してパーズバルブを起動する。この安定化器では、最後の電池の出力を電氣的に検出してその信号を変換してソレノイドバルブを起動させる必要がなくなる。出口 218 で水素圧録が減少すると、安定化器の入口 212 で開口が増大して、より多くの水素を燃料電池に供給し、その際、どのような電気信号を生成する必要がない。より複雑なパネベースの安定化器を内部パイピングを修正して採用しても良い。

10

【0103】

先に参照してここに組み込んだ、親出願の仮出願第 61 / 140 , 313 号で検討したように、水素発生器の熱力学をバランスさせて効率的に水素を発生させることは有益である。同様に、触媒負荷の量、すなわち、水素を生成させるための反応を支援するために使用される触媒の量、および、触媒の熱質量を最大化するべきである。反応の圧力および温度も、ガス発生器内で起こり得る副産物の沈澱化を最小化するように制御すべきである。' 313 親出願の開示も、ここに開示されたガス発生器およびリアクターパイプに適用することができる。

【0104】

当該明細書およびここで開示された発明の実践を考慮することにより、当業者にはこの発明の他の実施例が明らかであろう。例えば、ここに開示された触媒シール部材のいずれも電気制御部、例えば、マイクロプロセッサにより制御して良い。同様に、1つの実施例の要素、例えば、アクチュエータまたは水素消費部を他の実施例で採用して良い。また、圧力安定化バルブを含ませて、燃料電池へ向けられる水素流の圧力の変化を減少させても良い。この明細書および例は事例としてのみ考慮すべきであり、この発明の範囲および精神は特許請求の範囲およびその均等物により示されるべきであることに留意されたい。

20

[技術的特徴 1]

反応室部と、

上記反応室部内の燃料混合物であって、触媒の存在の下で反応してガスを発生する、上記燃料混合物と、

30

触媒シール部材であって、実質的に非平坦な圧力感知部材を有し、少なくとも部分的に上記反応室部に配置される、上記触媒シール部材とを有し、

上記触媒シール部材は少なくとも第 1 の形態および第 2 の形態を伴い、上記触媒は、上記触媒シール部材が上記第 1 の形態のときに上記燃料混合物により接触可能であり、上記触媒は、上記触媒シール部材が上記第 2 の形態のときに上記燃料混合物により接触不可能であり、上記反応室部の圧力が上記非平坦な圧力感知部材を起動して上記第 1 の形態および上記第 2 の形態の間を移動させることを特徴とするガス発生装置。

[技術的特徴 2]

上記非平坦圧力感知部材は実質的に円筒形状である技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 3]

40

上記触媒シール部材は、柔軟性のある室部を有し、上記触媒は上記触媒シール部材の内部に配置され、上記第 1 の形態で、上記触媒シール部材は開になり、上記第 2 の形態で、上記触媒シール部材が閉になり、上記柔軟性のある室部の圧力が、上記反応室部の圧力より大きいときに、上記パイプが開になり、上記柔軟性のある室部の圧力が、上記反応室部の圧力より低いときに、上記パイプが閉になる技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 4]

上記柔軟性のある室部は弾性体である技術的特徴 3 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 5]

上記弾性体の室部はハウジングの外部と流体的に接続され、上記弾性体の室部の圧力が雰囲気圧力である技術的特徴 4 記載のガス発生装置。

50

[技術的特徴 6]

上記反応室部中に複数の触媒シール部材があり、上記触媒シール部材中の弾性室部の圧力が相互に異なり、上記触媒シール部材が上記反応室部内部の異なる圧力で開および閉動作する技術的特徴 4 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 7]

第 1 のバネが、上記反応室部内の圧力により与えられる反応室部力をバランスするためのバネバイアス力を供給し、上記バネバイアス力が上記反応室部力より大きいときに、上記触媒シール部材が上記第 1 の形態であり、上記バネバイアス力が上記反応室部力より小さいときに、上記触媒シール部材が上記第 2 の形態である技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

10

[技術的特徴 8]

上記触媒シール部材はシール部材と対抗して配置可能なカップを有し、上記カップは上記第 1 の形態のときに上記シール部材と対抗して配置されず、上記カップは上記第 2 の形態のときに上記シール部材と対抗して配置される技術的特徴 7 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 9]

上記第 1 のバネは上記カップを上記カップに連結されたシャフトを通じてバイアスし、上記シャフトとピストンが連結され、上記第 1 のバネは上記ピストンに作用する技術的特徴 8 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 10]

上記触媒は上記シャフトの表面または上記カップの内部にある技術的特徴 9 記載のガス発生装置。

20

[技術的特徴 11]

上記触媒シール部材は、シャフトケースと、上記シャフトケースに対して相対的に移動可能な球とを有し、上記第 1 の形態では上記球は上記シャフトケースから離間させられ、上記第 2 の形態では上記球は上記シャフトケースに対抗して押される技術的特徴 7 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 12]

上記触媒は上記球に取り付けられ、または上記球に連結されたシャフトに取り付けられ、技術的特徴 11 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 13]

第 2 のバネが設けられ、上記触媒シール部材を上記第 1 の形態および上記第 2 の形態の間で移動させる技術的特徴 7 記載のガス発生装置。

30

[技術的特徴 14]

上記燃料混合物は少なくとも 2 つの化学水素化物と水とを有する技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 15]

上記ガスは水素または酸素を有する技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 16]

上記反応室部は気体透過性・液体非透過性複合材を有し、格子状構造が 2 つの気体透過性膜の間に配置され、生成されたガスが上記膜の一方または双方を通じて上記格子状構造に流入する技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

40

[技術的特徴 17]

上記反応室部は気体透過性・液体非透過性複合材を有し、上記複合材は上記反応室部内で圧縮圧力にさらされる技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 18]

上記触媒シール部材は、上記第 2 の形態で、上記触媒を実質的に隔離する触媒隔離室を有する技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

[技術的特徴 19]

上記触媒シール部材は、上記燃料混合物を上記触媒に接触させることができる少なくとも 1 つの燃料チャンネルを有する技術的特徴 1 記載のガス発生装置。

50

[技術的特徴 2 0]

上記少なくとも1つの燃料チャネルは、上記触媒シール部材と通じて形成される技術的特徴19記載のガス発生装置。

[技術的特徴 2 1]

上記触媒シール部材は波形のベローズおよび一対のカップを有し、上記触媒シール部材が上記第1の形態のときに、上記ブラダーが伸張して上記カップが開になり、上記触媒シール部材が第2の形態のときに、上記ブラダーが縮んで、上記カップが閉じる技術的特徴1記載のガス発生装置。

[技術的特徴 2 2]

上記触媒はコバルト、ホウ素、および酸素を有する技術的特徴1記載のガス発生装置。

10

[技術的特徴 2 3]

上記触媒は $\text{Co}(\text{BO}_2)\text{OH}$ である技術的特徴22記載のガス発生装置。

[技術的特徴 2 4]

反応室部と、

上記反応室部内の燃料混合物であって、触媒の存在の下で反応してガスを発生する、上記燃料混合物と、

触媒シール部材であって、少なくとも1つの燃料チャネルを有し、少なくとも部分的に上記反応室部に配置される、上記触媒シール部材とを有し、

上記触媒シール部材は少なくとも第1の形態および第2の形態を伴い、上記触媒は、上記触媒シール部材が上記第1の形態のときに上記燃料混合物により接触可能であり、上記触媒は、上記触媒シール部材が上記第2の形態のときに上記燃料混合物により接触不可能であり、上記反応室部の圧力が上記触媒シール部材を起動して上記第1の形態および上記第2の形態の間を移動させ、上記第2の形態において、上記少なくとも1つの燃料チャネルが上記燃料混合物を上記触媒と接触可能にすることを特徴とするガス発生装置。

20

[技術的特徴 2 5]

上記少なくとも1つの燃料チャネルは上記触媒シール部材を通じて形成される技術的特徴24記載のガス発生装置。

[技術的特徴 2 6]

燃料混合物を内包する反応室部であって、上記燃料混合物は触媒の存在の下でガスを発生する上記反応室部を有し、

30

上記反応室部は気体透過性・液体非透過性複合材を有し、格子状構造が2つの気体透過性膜の間に配置され、生成されたガスが上記膜の一方または双方を通じて上記格子状構造に流入することを特徴とするガス発生装置。

[技術的特徴 2 7]

上記複合材は上記反応室部内で圧縮圧力にさらされる技術的特徴26記載のガス発生装置。

[技術的特徴 2 8]

反応室部と、

上記反応室部内の燃料混合物であって、触媒の存在の下で反応してガスを発生する、上記燃料混合物と、

40

燃料ゲージであって、上記燃料混合物の電気抵抗または密度を測定して残留する未反応の燃料を決定する上記燃料ゲージとを有することを特徴とするガス発生装置。

【符号の説明】

【 0 1 0 5 】

- 1 0 水素発生装置
- 1 2 ハウジング
- 1 4 液体燃料ブラダー
- 1 6 アクチュエータ
- 1 8 チェックバルブ
- 2 0 出口

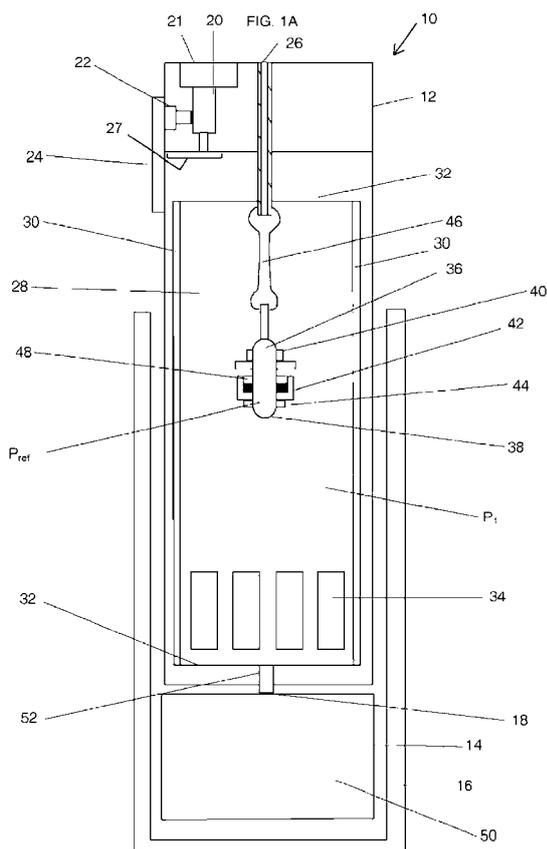
50

- 2 4 水素消費部
- 2 6 参照圧力ベント
- 2 7 気体透過性・液体非透過性膜
- 2 8 反応室部
- 3 0 側壁
- 3 2 水素透過性・液体非透過性膜
- 3 4 固体燃料成分
- 3 6 リアクターパイ
- 3 8 弾性室部
- 4 0 キャップ
- 4 2 カップ
- 4 6 係留部
- 4 8 触媒
- 5 0 液体燃料
- 5 2 液体燃料管
- 5 6 ハウジング
- 5 8 反応室部
- 6 0 ピストン室部
- 6 2 バリア
- 6 4 バネ
- 6 8 ピストン

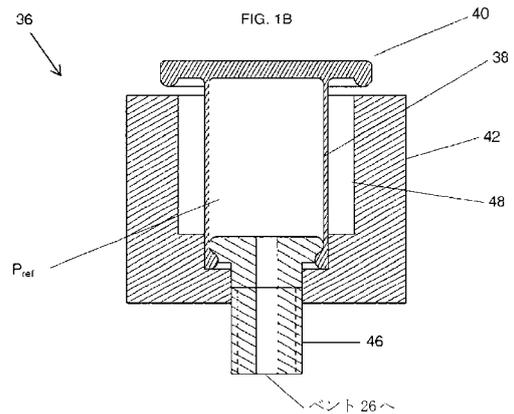
10

20

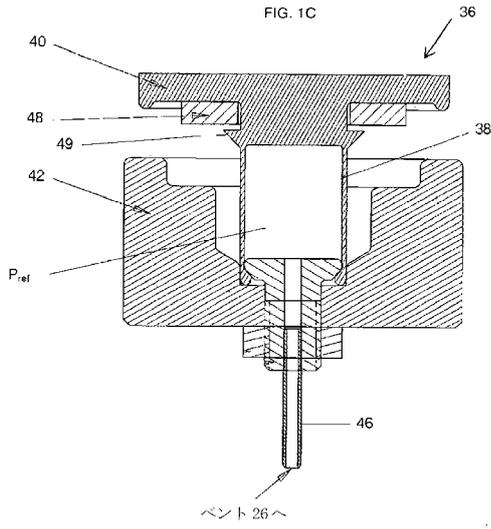
【図 1 A】



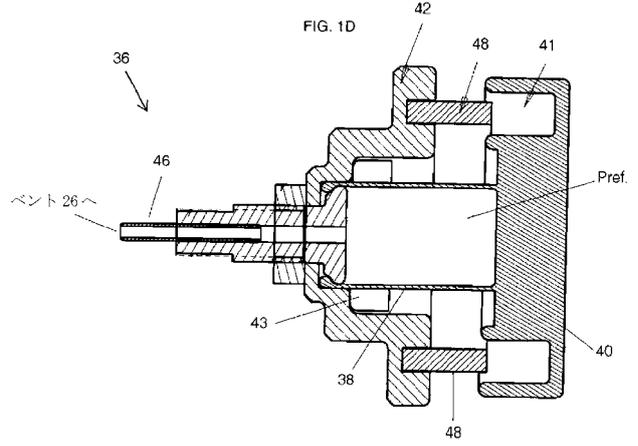
【図 1 B】



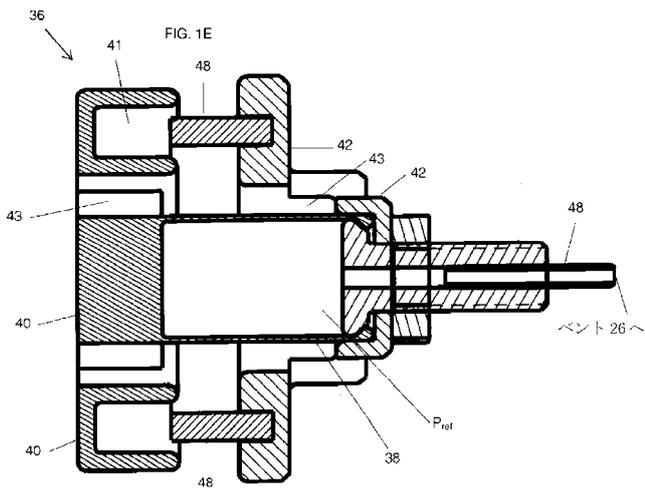
【図1C】



【図1D】



【図1E】



【図1G】

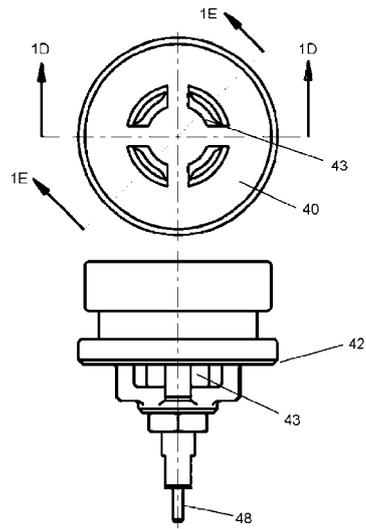
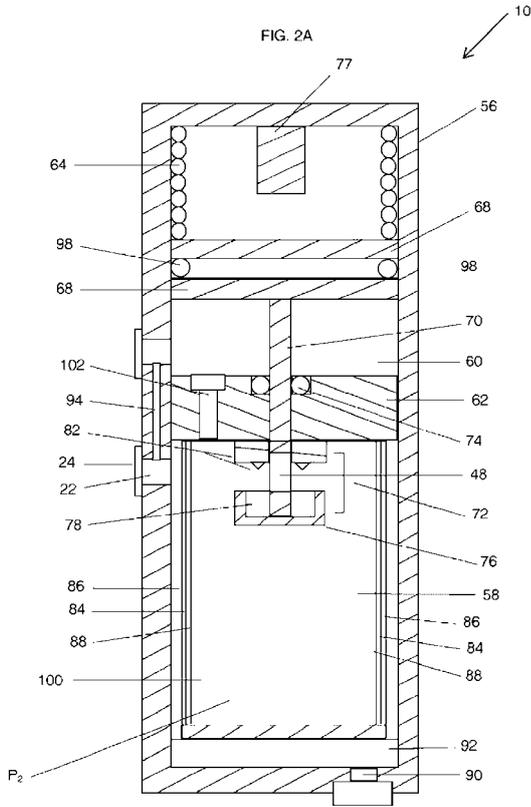
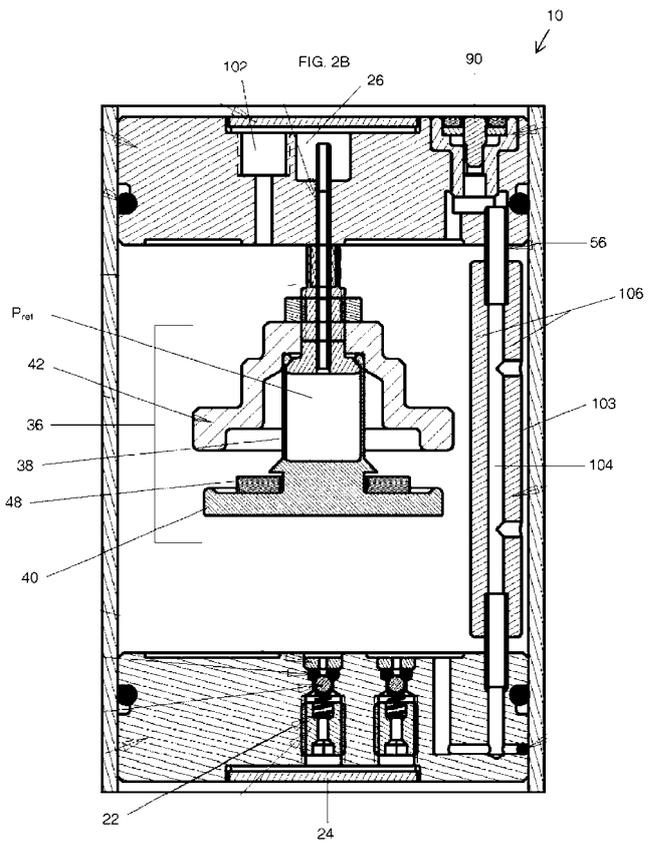


FIG. 1G

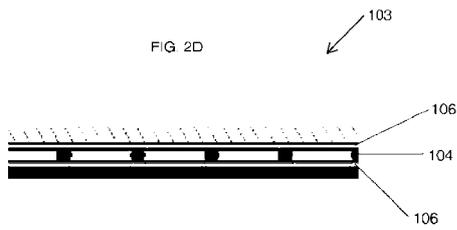
【 図 2 A 】



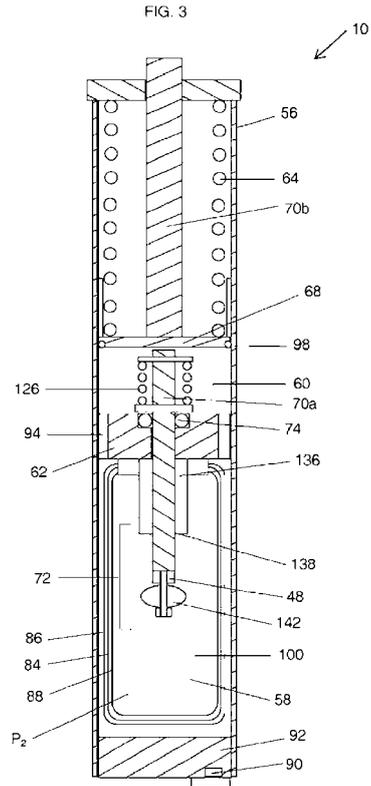
【 図 2 B 】



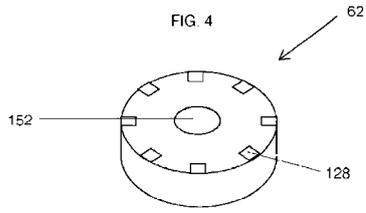
【 図 2 D 】



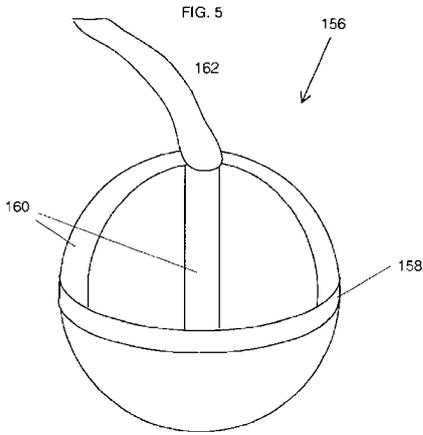
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 7 A 】

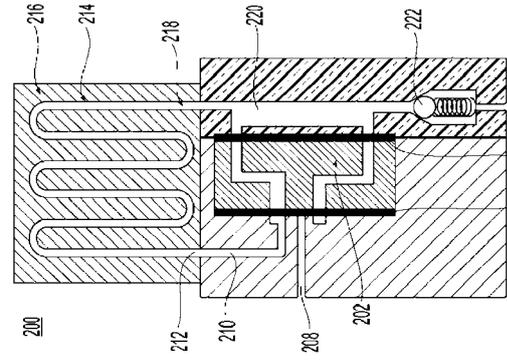


Fig. 7A

【 図 7 B 】

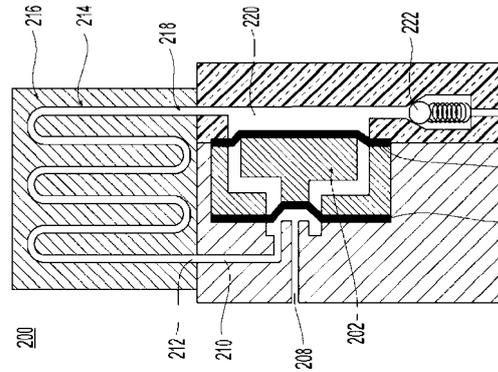


Fig. 7B

【 図 7 C 】

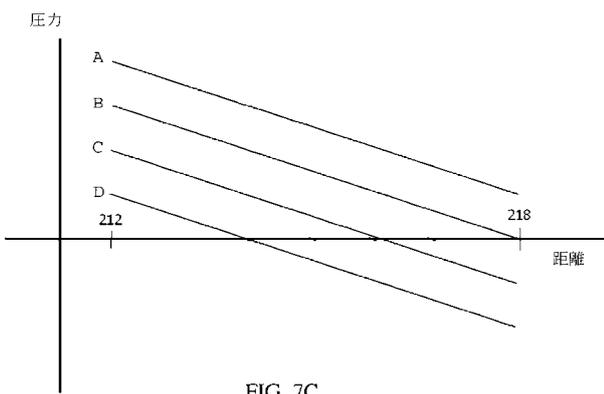
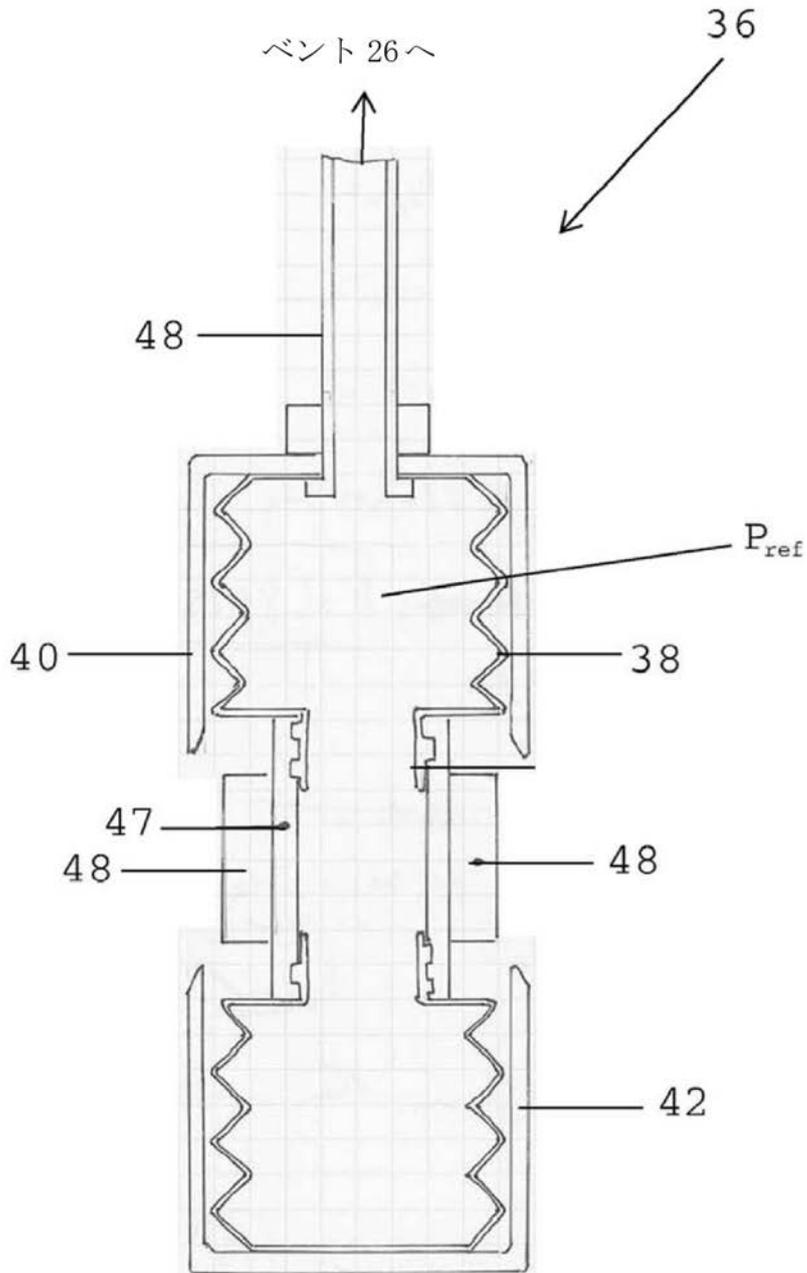


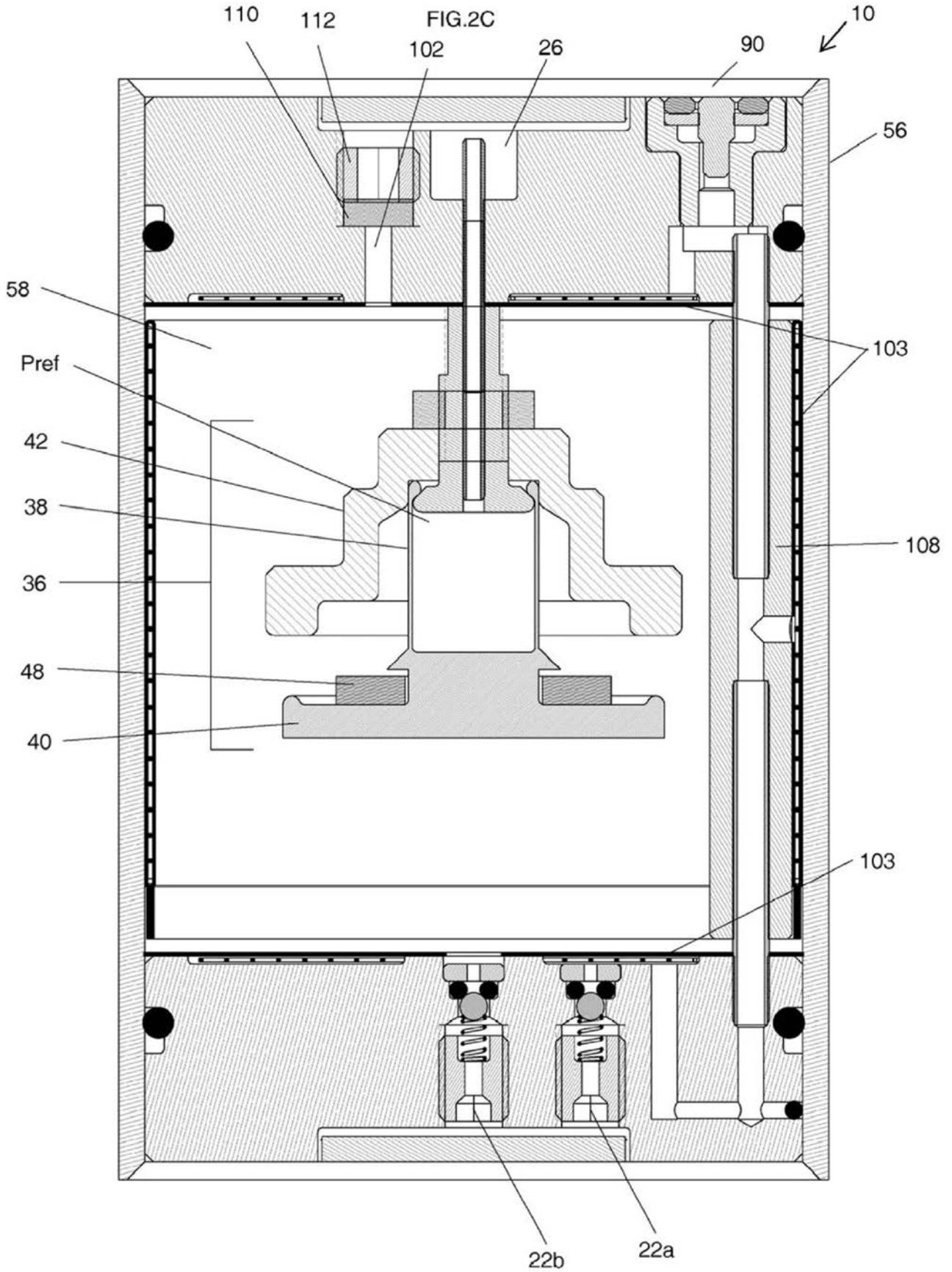
FIG. 7C

【図1F】

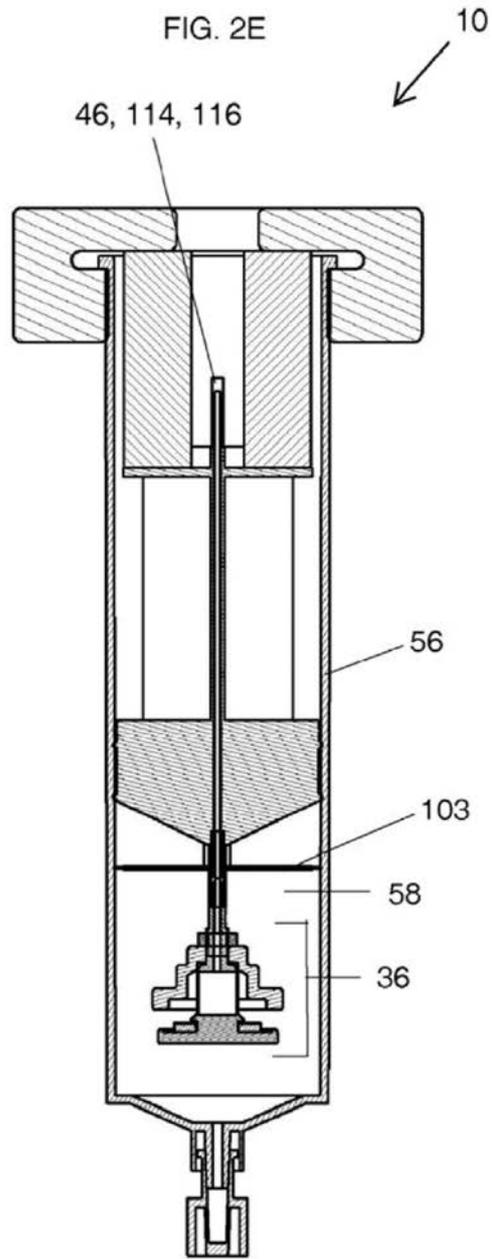
FIG. 1F



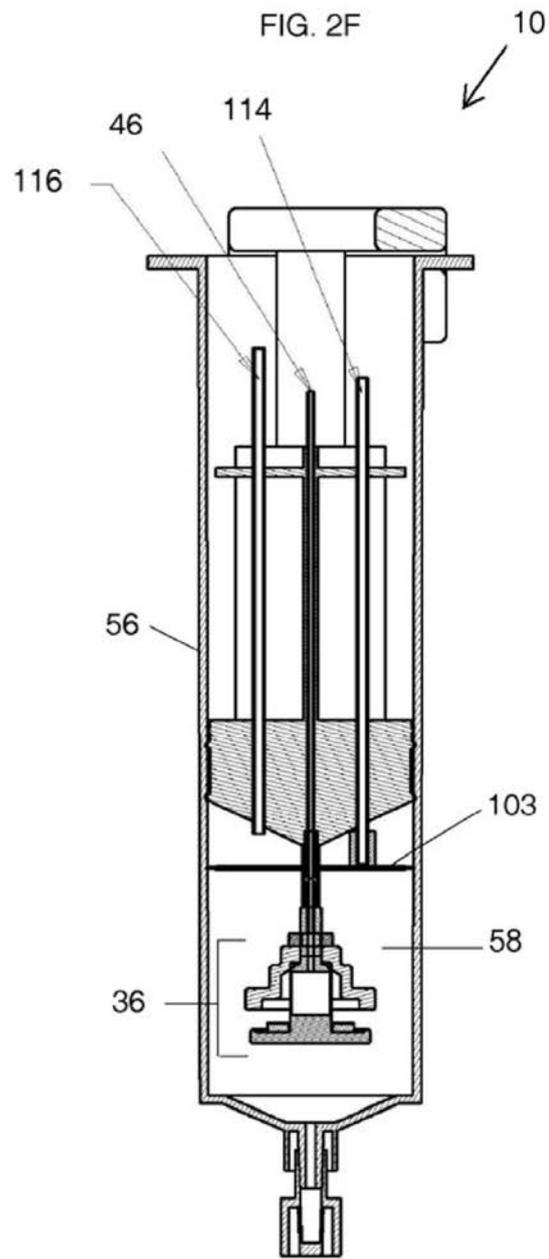
【 図 2 C 】



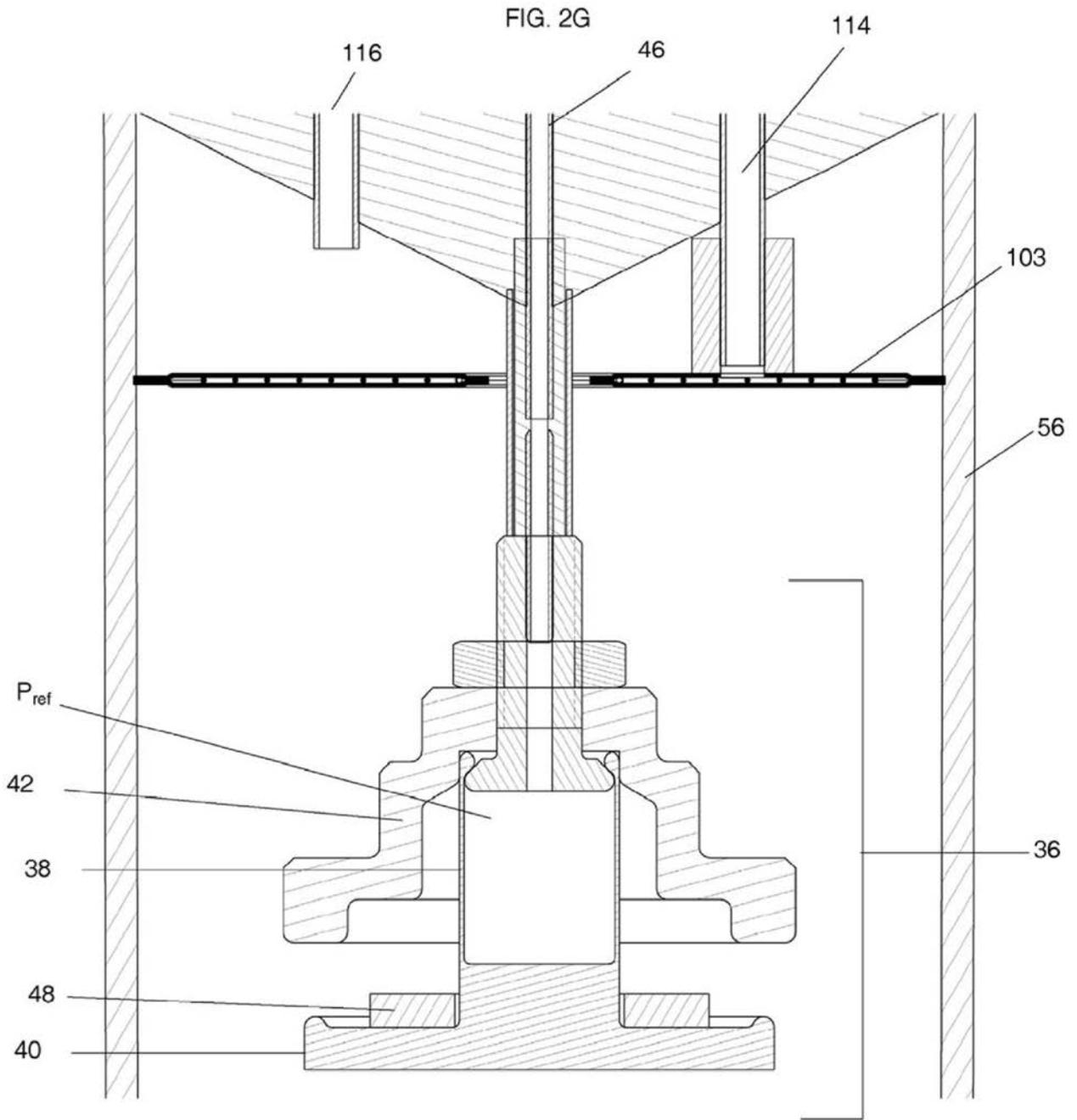
【 図 2 E 】



【 図 2 F 】

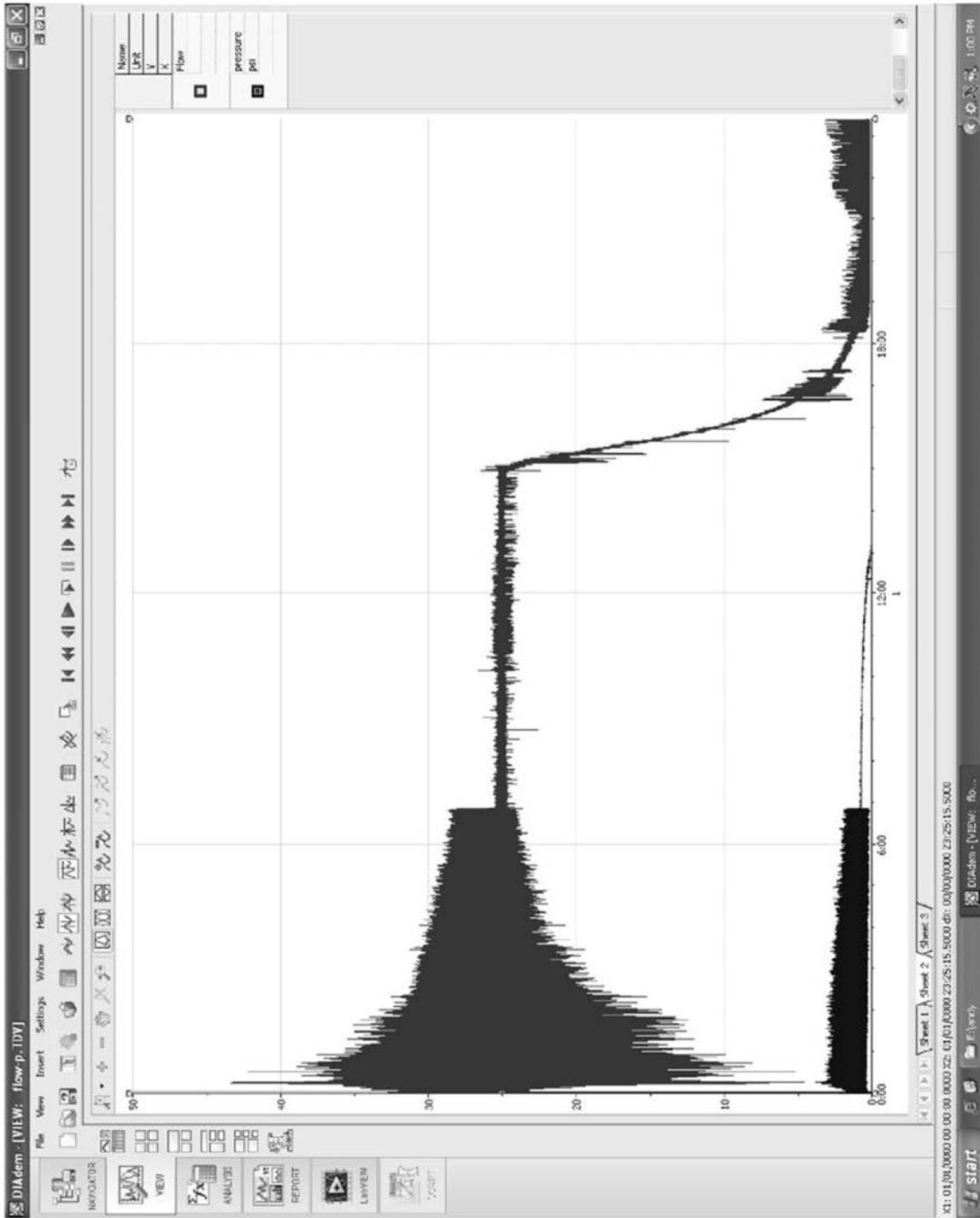


【 図 2 G 】



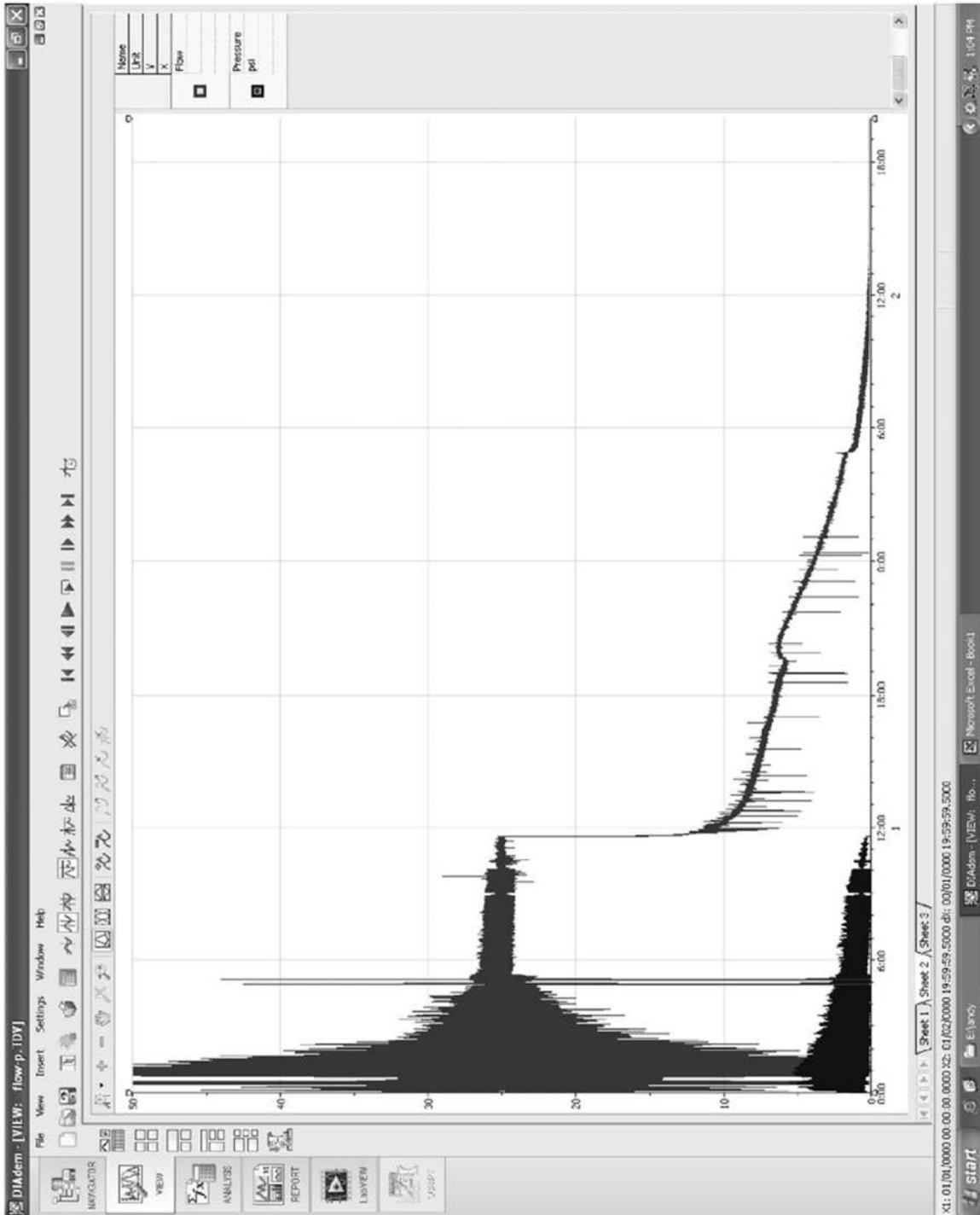
【 図 6 A 】

FIG. 6A



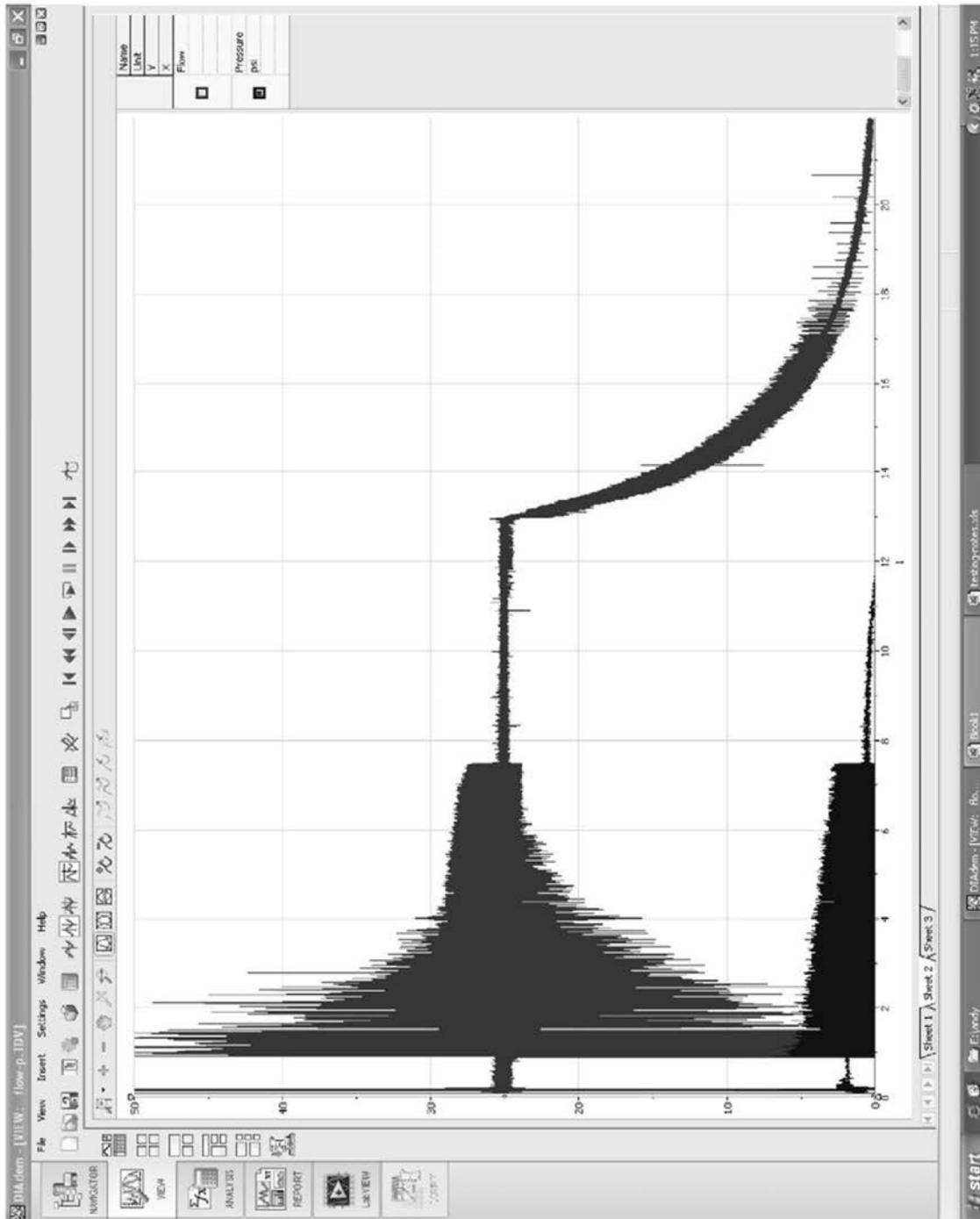
【 6 B 】

FIG. 6B



【 6 C 】

FIG. 6C



フロントページの続き

(72)発明者 クレロ、アンドリュー、ジェイ .

アメリカ合衆国、06518 コネチカット州、ハムデン、エラモ テラス 15

(72)発明者 スパー、ポール

アメリカ合衆国、06512 コネチカット州、ニューヘイブン、ウッドワード アベニュー 5
02a

(72)発明者 クレロ、マイケル、アール .

アメリカ合衆国、06410 コネチカット州、チェシャー、ラニオン ドライブ 332

Fターム(参考) 3H055 AA05 BA02 CC07

4G068 DA10 DB11 DB17 DC01 DD11 DD15

5H127 AA06 AB05 BA02 BA16 BA23 BA24 BA26 BA59 BA60 BB02

EE12 EE13