

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4515090号
(P4515090)

(45) 発行日 平成22年7月28日 (2010. 7. 28)

(24) 登録日 平成22年5月21日 (2010. 5. 21)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 J
	HO 1 M 8/04 A
	HO 1 M 8/04 N

請求項の数 28 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2003-523046 (P2003-523046)	(73) 特許権者	500101988
(86) (22) 出願日	平成14年8月30日 (2002. 8. 30)		セラミック・フューエル・セルズ・リミテッド
(65) 公表番号	特表2005-527065 (P2005-527065A)		オーストラリア3174ビクトリア州ノーブル・パーク、ブラウンズ・ロード170番
(43) 公表日	平成17年9月8日 (2005. 9. 8)		
(86) 国際出願番号	PCT/AU2002/001184	(74) 代理人	100100158
(87) 国際公開番号	W02003/019707		弁理士 鮫島 睦
(87) 国際公開日	平成15年3月6日 (2003. 3. 6)	(74) 代理人	100068526
審査請求日	平成17年8月19日 (2005. 8. 19)		弁理士 田村 恭生
(31) 優先権主張番号	PR 7406	(74) 代理人	100091465
(32) 優先日	平成13年8月31日 (2001. 8. 31)		弁理士 石井 久夫
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)	(72) 発明者	スコット・ニール・バレット
(31) 優先権主張番号	PR 7407		オーストラリア3810ビクトリア州パケナム、マーフィー・ロード67番
(32) 優先日	平成13年8月31日 (2001. 8. 31)		最終頁に続く
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		

(54) 【発明の名称】 排気を循環させるための燃料電池システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料と酸素含有ガスとから電気を発生させるための燃料電池アッセンブリーと、
 前記燃料電池アッセンブリーへの第一次燃料ラインと、
 前記第一次燃料ライン上にあり、さらに第一次燃料フローにより駆動するように適合されたジェットポンプであって、ノズルと、前記ノズルの下流にある取込みチャンバーと、
 前記取込みチャンバーの下流にある混合チューブと、を有するジェットポンプと、
 燃料電池アッセンブリーからの燃料排気循環ラインであって、燃料排気を取込みチャンバーに供給するため、取込みチャンバーに通じている燃料排気循環ラインと、
 ジェットポンプに対する第一次燃料流量を制御するためのマスフロー制御装置であって、前記ジェットポンプの上流にある第一次燃料ライン上にあるマスフロー制御装置と、を
 備え、
 前記ジェットポンプのノズルが、第一次燃料のフロー領域を変化させるために、調節可能な断面積を有し、それにより前記取込みチャンバー内において第一次燃料に取込まれた燃料排気の比率を変化させることができ、
 前記ノズルが、前記ノズルの断面積を変化させるために、一定の断面積のノズル孔と、前記ノズル孔に対して同軸方向に調整可能なテイパー状バルブボディと、を備え、
 前記バルブボディが前記ノズル孔から完全に取り外された場合、前記ノズル孔が、前記取込みチャンバーから前記混合チューブへの入口の断面積より大きい断面積を有することを特徴とする燃料電池システム。

10

20

【請求項 2】

前記バルブボディとノズル孔が、円形、楕円形及びひれ状から選択される断面を有することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記ノズル孔と前記取込みチャンバーから混合チューブへの入口とが、実質的に同じ断面形状を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記燃料排気循環ラインが、前記燃料電池アッセンブリーから伸びる燃料排気ラインから枝分かれしており、取込まれる燃料排気の体積の分だけを前記ジェットポンプに送ることを特徴とする請求項 1～3 のいずれかに記載の燃料電池システム。

10

【請求項 5】

前記燃料排気循環ラインが、燃料排気の全てをジェットポンプに送り、前記ジェットポンプが、過剰の燃料排気を放出するための、前記取込みチャンバーからの排気出口を有することを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

第一次燃料圧力が 40 kPa 以下で作動することを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 7】

燃料供給源が、第一の圧力で燃料を前記システムに供給し、さらに前記ジェットポンプの上流にある第一次燃料ライン上に備えられた前記マスフロー制御装置が圧力調整器を備え、前記圧力調整器が、高々前記第一圧力の圧力範囲で、前記ジェットポンプへ第一次燃料を供給するように調節可能であることを特徴とする請求項 1～6 のいずれかに記載の燃料電池システム。

20

【請求項 8】

前記マスフロー制御装置が、前記ジェットポンプの上流にある第一次燃料ライン上に、フローセンサーにより制御可能なポンプを備えることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 9】

前記燃料電池アッセンブリーが、
第一次燃料フローにより駆動するよう適合された前記ジェットポンプと共にそれぞれ第一次燃料ラインを有し、

30

前記燃料電池システムが、各燃料電池アッセンブリーからの各燃料排気循環ラインであって、燃料排気を供給するため、統合されたジェットポンプの取込みチャンバーに通じている燃料排気循環ラインをさらに含み、

各ジェットポンプノズルの断面積が、第一次燃料フロー領域を変更することができるように個別的に調整可能であり、そのことにより各ジェットポンプ内の第一次燃料により取込まれる燃料排気の比率を結果的に変化させることができる複数の燃料電池アッセンブリーの一つであることを特徴とする請求項 1～8 のいずれかに記載の燃料電池システム。

【請求項 10】

前記ジェットポンプへの第一次燃料フロー流量を制御するための第一次燃料ラインであって、統合されたジェットポンプの上流の各第一次燃料ラインに各マスフロー制御装置を備えることを特徴とする請求項 9 記載の燃料電池システム。

40

【請求項 11】

前記各第一次燃料ラインが、共通の第一次燃料ラインから枝分かれしており、前記マスフロー制御装置が、前記共通の第一次燃料ライン上に配置されていることを特徴とする請求項 9 記載の燃料電池システム。

【請求項 12】

前記燃料電池アッセンブリー若しくはそれぞれの燃料電池アッセンブリーが複数の燃料電池スタックを備えることを特徴とする請求項 1～11 のいずれかに記載の燃料電池システム。

50

【請求項 1 3】

燃料電池アッセンブリーからの燃料排気を循環させる請求項 1 記載の燃料電池システムを作動させるための方法であって、

第一次燃料ストリームが通過するノズルを介して、燃料排気が、ジェットポンプにより第一次燃料ストリーム内に取り込まれ、第一次燃料ストリームと混合され、

さらに、第一次燃料と前記燃料電池アッセンブリーに配送される燃料排気との混合フローにおける燃料排気の比率を、前記ノズルの断面積を調整しそのことによりノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積を調整することにより変化させることを特徴とする方法。

【請求項 1 4】

10

請求項 1 記載の燃料電池システム内の燃料電池アッセンブリーに対して配送される燃料ストリームにおけるスチームの比率を調整するための方法であって、

第一次燃料ストリームが通過するノズルを介して、ジェットポンプにより第一次燃料ストリーム内に燃料排気を取込みさらに混合することにより、スチームを含む燃料排気を前記燃料電池アッセンブリーから循環させる工程を含み、

第一次燃料と前記燃料電池アッセンブリーに配送された燃料排気の混合フローにおける燃料排気の比率を、前記ジェットポンプノズルの断面積を調節しそのことによりノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積を調節することにより変化させることを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

20

前記ジェットポンプノズルを通過する第一次燃料ストリームに燃料排気が取込まれない状況下で、前記ジェットポンプが作動可能であることを特徴とする請求項 1 3又は1 4記載の方法。

【請求項 1 6】

燃料排気を取込まないように前記ジェットポンプノズルを調節することにより、また第一次燃料ストリームをパージガスストリームで置き換えることにより、前記燃料電池アッセンブリーをパージすることを特徴とする請求項 1 5記載の方法。

【請求項 1 7】

パージガスを前記ジェットポンプから前記排気循環ラインを通して排気放出出口まで通過させることにより、前記燃料電池アッセンブリーと前記ジェットポンプと間の排気循環ライン内の燃料排気をパージすることを特徴とする請求項 1 6記載の方法。

30

【請求項 1 8】

前記第一次燃料ストリームに取込まれる燃料排気の体積の分だけを、前記ジェットポンプにより循環させることを特徴とする請求項 1 3～1 7のいずれかに記載の方法。

【請求項 1 9】

前記燃料排気の全てが、前記ジェットポンプを介して循環し、さらに過剰の燃料排気が前記ジェットポンプから排気放出出口を通して放出されることを特徴とする請求項 1 3～1 7のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第一次燃料ストリームのマスフロー制御が、前記ジェットポンプの上流で行われることを特徴とする請求項 1 3～1 9のいずれかに記載の方法。

40

【請求項 2 1】

第一次燃料流量が減少するに従って、また前記ジェットポンプノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積が減少して混合フロー内の燃料排気の比率が増加するに従って、前記マスフロー制御が、前記ジェットポンプへの第一次燃料ストリームの供給圧力を増加させる工程を含むことを特徴とする請求項 2 0記載の方法。

【請求項 2 2】

前記燃料電池アッセンブリーの燃料電池のアノードサイドに亘って、圧力勾配の範囲を選択された範囲に維持するために、前記ジェットポンプのノズルの断面積を調節する工程を含むことを特徴とする請求項 1 3～2 1のいずれかに記載の方法。

50

【請求項 2 3】

前記燃料電池アッセンブリーの作動条件の範囲において、前記燃料電池のアノードサイドに亘る圧力勾配の偏差が、高々約 10 %であることを特徴とする請求項 2 2 記載の方法。

【請求項 2 4】

前記ジェットポンプにより第一次燃料ストリームを遮断する工程をさらに備えることを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 5】

前記ジェットポンプが、第一次燃料供給源と前記燃料電池アッセンブリーとの間で圧力が降下するように機能し、それにより、前記燃料電池アッセンブリーが、前記システムの排気圧力の変化を受けないことを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 6】

前記燃料電池システムが、各アッセンブリーに対して燃料排気を循環させるためのジェットポンプを有する複数の燃料電池アッセンブリーを含み、

各ジェットポンプノズルの断面積を個々に調整可能であり、そのため通過する第一次燃料ストリームの断面を変化させることができ、これにより第一次燃料と各燃料電池アッセンブリーに配送される燃料排気との混合フローにおける燃料排気の比率を独立して調整することができることを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 7】

各ジェットポンプノズルを別々に調整して、前記ジェットポンプを通過するそれぞれの第一次燃料流量を制御することを特徴とする請求項 2 6 記載の方法。

【請求項 2 8】

前記燃料電池アッセンブリー及びそれぞれの燃料電池アッセンブリーが、複数の燃料電池スタックを備えることを特徴とする請求項 1 3 ～ 2 7 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、燃料電池アッセンブリーを使用するために特に排気を循環させるためのシステム及び方法に関するが、これらに限るというものではない。

【0002】

(背景技術)

最も純粋な反応の形態において、燃料電池は、水素と酸素から、副生物である水と共に電気を発生させる。ここで水はスチームの形態をとる。しかし、自然ガス若しくはより高い (C_2+) 炭化水素のような炭化水素燃料が、水素源として使用され、さらに空気が酸素源として使用されている。ここで、炭化水素の燃料は、燃料電池アッセンブリーの上流において改質される。

【0003】

固体酸化物燃料電池アッセンブリーの利点の一つは、約 700 ～ 1000 °C の作動温度範囲が、各燃料電池のアノードサイドのニッケル触媒において炭化水素燃料の内部スチーム改質を行うのに十分高いことである。固体酸化物燃料電池は、一般的にニッケルベース、例えば、ニッケルサーメットであるので、内部スチーム改質のうち少なくともいくつかをアノード上で実行することが可能である。

【0004】

炭化水素燃料の内部スチーム改質は、特に、発熱性の燃料電池反応と吸熱性の改質反応とのバランスをとるという観点から、燃料電池アッセンブリーの作動効率にとって利点を有する。しかし、炭化水素燃料の完全な内部改質は、改質の吸熱反応により燃料電池を過度に冷却する傾向にあり、また燃料混合物を予め加熱している間に炭素を析出させる可能性がある。そのため、炭化水素燃料のスチーム予備改質及び内部スチーム改質の両方を使用することが提案されている。そのようなシステムの具体例が、セラミック フューエルセ

10

20

30

40

50

ルズリミテッドの国際特許出願WO 01 / 1 3 4 5 2 及びPCT / AU 02 / 0 0 1 2 8 に開示されている。

【0005】

スチームは、燃料電池アッセンブリーに供給される燃料ストリーム内に存在しなければならない。これは内部スチーム改質反応を起こすためである。そして、燃料供給源内の炭素に対するスチームの比率 (S/C) は、改質反応において重要な変数の一つである。さらに、燃料ストリームにスチームが存在することにより、ニッケル触媒上に炭素が析出することを軽減する傾向にある。

【0006】

内部改質反応のためにスチームを与える燃料電池アッセンブリー（1以上の燃料電池スタック等）から排気を循環させることが提案されてきた。スチームが十分である燃料電池システムを作動させるとき、アッセンブリーのアノードサイドに存在する排気ガスを循環させ、引き込まれる第一次燃料ストリームと混合させる。これにより、燃料電池アッセンブリーの燃料利用率の限界を改善するという利点を有する。

【0007】

高温で作動させなければならない配置により、燃料電池システムの排気燃料ガスを循環させる。入口付近の燃料ガスストリームにアノード排気ガスを導入するために、様々な燃料電池開発者によって、様々な配置が提案されてきた。いくつかの燃料電池システムの開発者により賛同されたある提案では、例えば欧州特許出願EP 0 6 7 3 0 7 4に記載されているようなジェットポンプが使用されている。そのような提案のすべてにおいて、挿入される第一次燃料ストリームが、一定の形状に正確に機械加工されたノズルを介して放出される。その結果、高速噴射により、取込みチャンバー内に真空状態を作り出す。これは、吸収ポートを介して循環された燃料排気ガスに取込むために使用される。2つのガスストリームは、ジェットポンプの混合チューブで混合され、燃料電池アッセンブリーのアノードサイドの入口マニホールドに放出される。

【0008】

上記のように使用されるジェットポンプは、最適化された燃料電池システムの熱効率に対して、燃料利用率が一对一对応である設計条件を有する。そのため、ジェットポンプにより取込まれる循環排気ガス体積が第一次燃料ストリームの体積に理論的に比例する。（これは、循環ストリーム内のスチームの体積が変化することだけでなく、このシステムにおける温度の相違、及びそれに対応している第一次フローと循環フローの密度変化に起因する不均一な変化を受け易い。）

【0009】

電気出力が減少し、その結果燃料供給が減少した状態で燃料電池システムを作動させるために、従来では燃料電池アッセンブリーを通過する燃料フローの体積を減少させていた。低い流量では、燃料電池アッセンブリーの至るところで、フロー分配を均一に維持することを試みなければならない。燃料分配が不均一であることにより、燃料電池アッセンブリー内のセル間での燃料利用率が不均一となる。局所的に燃料利用率が最大となることは、燃料電池の安全な（ダメージがない）オペレーションを制限する要因である。

【0010】

循環するアノード排気ガスの量を制御することにより燃料利用率を調整するとき、利点を得ることができる。燃料電池アッセンブリー内の熱バランスを維持するため、燃料電池システムは、このアッセンブリーからの出力パワーのあらゆる作動範囲で、燃料利用率レベルのバリエーションを必要としている。燃料利用率における変化により、アノード排気のスチームの内容に変化を与え、そのことにより循環したアノード排気ガスの比率に直接影響を与える。これは、十分な S/C 比率を達成するため必要とされる。

【0011】

これ以外に、世界中の自然ガス配給者により行われているように、ピークを削ることにより、水素／炭素比を変えることができる第一次燃料を供給することができる。これは、一年を通して一般のマーケットのガス需要に従って季節ごとに変化する。水素と炭素との

10

20

30

40

50

比率を変化させることにより、第一次燃料マスフローに対する循環するアノード排気ガスの比率の必要条件を変化させる。しかし、これは、結果的に効率を減少させるような最悪の場合のためにジェットポンプを設計すること以外に、上記ジェットポンプによって要求を満たすことができない。

【0012】

上記タイプのジェットポンプの使用を提案するこれらの者は、循環率を変化させるときにかなりの困難に直面する。循環のオンライントリミング (on line trimming of recycle) が利用できず、流れが立ち上がる間システムが、(利用可能なスチームマスフローの) 共鳴時間を有する。これは燃料フローの立ち上がり率を制限する。より多くのスチームを燃料電池アッセンブリーにより発生されるに従って、増加した燃料フローのスチーム条件を満たすため、より多くのスチームを循環させることが必要となる。急激な出力調整能力及びシステムの供給原料燃料ガスの組成比の変化に対して安全なマージンを与えるために、標準的なオペレーションにおいて、過剰のスチーム供給が必要となる。これは、上記のタイプのジェットポンプを使用するとき、燃料電池システムの熱効率に対して実質的に不都合である。

10

【0013】

燃料電池システムの他の開発者は、循環された排気と新鮮な燃料ガスとを適切に混合することを組み合わせた高温ガス送風機を使用してアノード排気ガスを循環させることを提案している。しかし、排気ガスの温度が高いことにより、送風機を使用することは望ましくない。最初送風機の上流のガスを冷却し、その後送風機の下流のガスを再加熱するために熱交換器が必要である場合は、特にそうである。これらの温度で作動する材料の困難性(金属クリープや金属疲労など)に加えて、送風機は作動ノイズや振動だけでなく一般的な機械磨耗により生じる不利益を有する。

20

【0014】

高温の空気の送風機は、循環燃料排気ガスに対する第一次燃料の比率を変化させることができるという利点を有する。しかし、燃料電池システムが高い電氣的ターンダウン(電気発生は少ない)で作動するとき、燃料電池アッセンブリーへの燃料フローを所望の体積に維持するため、排気循環が高いことが必要となる。そのような高い排気循環は、最も高い送風機効率を必要とし、そのため最も高い電気負荷を必要とする。ターンダウンは最も高い送風機パワーの必要条件が存在する期間であるため、燃料電池システムの電氣的効率は、ターンダウンにおいて実質減少する。

30

【0015】

本発明の目的は、燃料電池システム内の燃料排気を循環させるための既知の提案の上記不利益を緩和することである。本発明によれば、これは、ノズル領域の外形を変化させることができるジェットポンプを使用することによりなされる。この外形は、使用中は、ジェットポンプの混合チューブの入口における第一次燃料噴出の断面積、及びそのことによって第一次燃料ストリームに伝えられた運動エネルギーを制御するため適用される。それにより、ジェットポンプにおける第一次燃料ストリームに取込まれた循環燃料排気の比率を制御する。

【0016】

40

領域を調節可能な原動力水素排出装置 (motive hydrogen ejector) として知られるジェットポンプが、Fox Valve Development Company (Dover, New Jersey, United States of America) による燃料電池応用例で使用するために提案されている。これは、彼らのパンフレットの中に、最高温度 500 F (260 °C) で、水素、スチーム、及び空気を循環させるための "燃料電池用水素排出装置" が記載されている。しかし、これらの装置は、原動力となる高圧フローを測定する目的で、塞がれた状態のフロー (音速フロー) 期間において作動する可変性針及びシートの配置を使用する。数百 kPa の第一次ストリーム圧力でマスフローを制御するため使用する装置が提案されている。記載されているように、それらを使用する場合に、原動力となる第一次ストリーム流量と独立して循環ストリーム流量を変化させることは不可能であり、そのため、循環ガスの取込み率を変化させること

50

が不可能である。

【0017】

(発明の開示)

本発明によれば、

燃料と酸素含有ガスとから電気を発生させるための燃料電池アッセンブリーと、

この燃料電池アッセンブリーまでの第一次燃料ラインと、

この第一次燃料のフローにより駆動するように適合され、この第一次燃料ライン内にあるジェットポンプであって、ノズル、このノズルの下流にある取込みチャンバー及びこの取込みチャンバーの下流にある混合チューブとを有するジェットポンプと、

燃料電池アッセンブリーからの燃料排気循環ラインであって、燃料排気の供給のための取込みチャンバーに通じている燃料排気循環ラインと、

ジェットポンプへの第一次燃料流量を制御するためのマスフロー制御装置であって、ジェットポンプの上流にある第一次燃料ライン上にあるマスフロー制御装置とを備え、

ジェットポンプのノズルが、第一次燃料フローの領域を変化させるために、調節可能な断面積を有し、そのことにより取込みチャンバーにおいて第一次燃料に取込まれた燃料排気の比率を変化させることができることを特徴とする燃料電池システムを提供する。

【0018】

さらに、本発明によれば、燃料電池アッセンブリーからの燃料排気を循環させる燃料電池システムを作動させる方法であって、

燃料排気が、第一次燃料電池ストリームが通過するノズルを介して、ジェットポンプにより第一次燃料ストリーム内に取込まれ、第一次燃料ストリームと混合され、

さらに、第一次燃料と燃料電池アッセンブリーに配送される燃料排気との混合フローにおける燃料排気の比率を、ジェットノズルの断面積を調節しそのことによりノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積を調節することにより変化させることを特徴とする方法を提供する。

【0019】

本発明により達成される取込みは、第一次燃料ストリームのマス流量と比例関係にない。これは、燃料電池システムにおいて使用する目的で提案されている典型的なジェットポンプの動作と同じでない。ここで、この典型的なジェットポンプは、一定の外形を有し、さらに第一次燃料ストリームの断面積を変更することができず、さらに第一次燃料ストリームの断面積を一定とした場合、第一次フロー及び取込まれた循環フローは、フローの範囲に亘って略比例関係を保つことができる。

【0020】

別の実施の形態では、第一次燃料ストリームに対する循環ストリームの比率を変化させることにより、燃料電池アッセンブリーまでの燃料ストリームのS/Cの比率を変化させる。さらに、本発明によれば、燃料電池システムの燃料電池アッセンブリーに配給された燃料ストリーム内のスチームの比率を調節するための方法であって、

ジェットポンプを用いて、第一次燃料ストリームが通過するノズルを介して第一次燃料ストリーム内の燃料排気を取込み更に混合することにより、燃料電池アッセンブリーから、スチームを含む燃料排気を循環させる工程を含み、

第一次燃料と燃料電池アッセンブリーに配送された燃料排気との混合フロー内の燃料排気の比率が、ジェットポンプノズルの断面積を調節しそのことによりノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積領域を調節することにより変化させることを特徴とする方法を提供する。

【0021】

好ましい実施の形態では、このジェットポンプノズルは、一定の断面のノズル孔と、ノズルの断面積に変化を与えるようにこのノズル孔に対して同軸方向に調整可能であるテーパー状バルブボディとを備える。炉システムにおいて排気ガスを循環させる場合に使用するために、領域可変型のジェットポンプが提案されている。これは、G.H.Priestman 及び J.R.Tippettsによる論文（高温燃料ガスの外的循環に対する領域可変式ジェットポンプの

10

20

30

40

50

応用（ジャーナル オブ インスティテュート オブ エネルギー（１９９５年１２月）
68, pp 213～219））に記載されている。この明細書において、上記論文の内容
を引用している。

【0022】

好ましい実施の形態であるジェットポンプのバルブボディとノズル孔は、適当な断面形
状を有していてもよいが、その形状は、円形、楕円形、ひれ状から選択されることが好ま
しい。概して、このノズル孔と少なくとも取込みチャンバーから混合チューブまでの入口
とは、略同じ断面形状を有することとなる。

【0023】

従来では、このジェットポンプは、ジェットポンプノズルを通過する第一次の燃料スト
リームに燃料排気が取込まれないように作動する。これは、燃料排気循環ラインに遮断バ
ルブがないジェットポンプの好ましい実施の形態において実行することができる。これは
、バルブボディが完全にノズル孔から引き抜かれた場合において、取込みチャンバーから
混合チューブへの入口領域の断面積より大きい断面積を有するノズル孔を与えることによ
り行う。これは、燃料電池アッセンブリーがパージされたとき実質的な利点を有する。そ
れは、第一次燃料ストリームを非可燃性のパージガス（希ガス等）で置き換える場合に、
燃料排気を取り込まないようにジェットポンプを調整することができるためである。

【0024】

燃料電池アッセンブリー内の１以上の燃料電池がいくつかの手段により破壊され若しく
はひびを入れた場合に、そのセルのカソードサイドからアノードサイドまで空気が通
過することが可能であり、それによりアノード破壊が起こる。燃料排気の循環がない場合
、そのようなアノード破壊は、破壊され若しくはひびが入った一つ若しくは複数のセルに
制限される。しかし、燃料排気の循環がある場合は、燃料排気へ空気が進入することによ
り、燃料電池アッセンブリーの燃料サイドの全体を酸素で汚染する可能性が出てくる。概
して、酸素の汚染は、汚染された燃料排気が第一次燃料ストリームと共に循環する前に確
認される。しかし、もし汚染された燃料排気がパージガスに取込まれるならば、燃料サイ
ドのパージは、燃料サイドを酸素で汚染するだろう。燃料排気を取込まないようにジェッ
トポンプを設置することにより、燃料サイドの汚染の危険性を緩和する。

【0025】

そのようなパージにおいて、燃料電池アッセンブリーとジェットポンプとの間の排気循
環ラインの燃料排気は、ジェットポンプから排気循環ラインを通して排気放出口までパ
ージガスを通過させることによりパージすることが好ましい。燃料排気循環ラインが、燃料
アッセンブリーから伸びている燃料排気ラインから枝分かれし、ジェットポンプに取込ま
れた燃料排気の体積の分だけを配送する実施の形態では、燃料排気を取込まないように
ジェットポンプを設定するとき、燃料電池アッセンブリーを通過するように及び燃料排気
循環ラインに沿って逆の方向に原動力となるパージガスを向けてもよい。この配置は、パ
ージ機能の共鳴時間を減少させ、パージのため必要とされるガスの質を減少させる。

【0026】

別の実施の形態では、燃料排気循環ラインが燃料排気の一部をジェットポンプに配送し
、さらにこのジェットポンプは過剰の燃料排気を放出するため取込みチャンバーからの排
気放出口を有する。このジェットポンプが燃料排気を取込まないように設定されていると
き、燃料排気の一部はジェットポンプ排気出口から放出される。この実施の形態では、ジ
ェットポンプが排気を取込まないように設定されているとき、パージプロセスの原動力と
なるパージガスの全てが、ジェットポンプにより燃料電池アッセンブリーに配送されても
よいし、ここから燃料排気循環ラインを通してジェットポンプ排気放出口まで通過して
もよい。

【0027】

ジェットポンプに排気の一部を配送する循環ライン、および過剰の排気を放出するため
取込みチャンバーからの排気出口を有するジェットポンプの特徴は、燃料電池システム以
外の排気循環システムに対して適用することができ、さらに取込みチャンバーを介して直

10

20

30

40

50

接排気の全てを循環させることは、既知の循環システムより構造上単純であるため利点を有する。本発明のこの実施の形態では、燃料から排気を生産するためのアッセンブリーと、このアッセンブリーに接続された第一次燃料ラインと、この第一次燃料ライン上にあり、さらに第一次燃料のフローにより駆動されるように適用されたジェットポンプと、ジェットポンプの取込みチャンバーに通じている、アッセンブリーからの燃料排気ラインであって、アッセンブリーからの燃料排気の全てを供給するための排気ラインと、この取込みチャンバーからの排気放出とを有し、

ジェットポンプのノズルが、第一次燃料フロー領域を変化させることができるように、調整可能な断面を有し、そのことにより燃料排気取込みチャンバー内の第一次燃料により取込まれた燃料排気の比率を変更することができることを特徴とする。

10

【0028】

ジェットポンプを使用する燃料電池システムに関する上記及び下記の議論は、直前のパラグラフにおいて述べたように、燃料から排気を発生させるための他の如何なるシステム及びアッセンブリーに応用可能であることは明らかである。

【0029】

燃料電池システムにおいて、本発明は、オペレーションの間第一次燃料フローの比率に応じて、循環燃料排気のマスフローにバリエーションを与えると、また標準的なオペレーションの間システムを最小の循環率で作動させるときに利点を有し、そのことにより燃料フローの立ち上がり及び電気出力に対してよい反応とすることができる。電気の生成を減少させるとき、そのためより低い燃料フローの必要条件が存在するとき、外形を変化させることができるジェットポンプにより、燃料排気循環をより高くすることができ、第一次燃料ストリームを希釈し、ターンダウン範囲内で燃料電池アッセンブリーに対する所望の燃料フローを維持する。最小のパワー出力で、燃料電池アッセンブリーに対するマス流量を高めて、燃料分配を促進し、可能性として考えられる以上に大きいターンダウンの範囲が与えられる。この特徴がなければ、パワー出力が低いオペレーションの間、燃料電池アッセンブリーへの流量が低いこと及びこの燃料電池アッセンブリー内での燃料の配分が良好でないことにより、一以上の燃料電池内での局所的な燃料の欠乏を徐々に生み出し、アノードが酸化させるにしたがって、不可逆的なアノードダメージが大きくなる。それゆえ、本発明に係る方法は、ジェットポンプノズルの断面領域を調節して、この燃料電池アッセンブリー内の燃料電池を通過する圧力微分の範囲を選択された範囲に維持することを含むことが好ましい。

20

30

【0030】

燃料電池アッセンブリーの様々な作動状況の下、本発明のシステム及び方法を使用して、アノードサイドに亘る微分圧力は、完全なパワー作動状態から低いパワー出力作動状態まで変化させても約25%以上変化しない。この微分圧力は、約15%以上変化しないことがさらに好ましく、最も好ましいのは、約10%以上変化しないことである。

【0031】

第一次燃料ストリームのあらゆるマスフロー制御が、ジェットポンプの上流において行われる。ジェットポンプを使用する場合の多くの状況において、第一次燃料流量を減少させ、即ちジェットポンプノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積を減少させ混合フロー内の燃料排気の比率を増加させると共に、ジェットポンプへの第一次燃料ストリームの供給圧力を増加させることにより、第一次燃料ストリームのマスフロー制御がジェットポンプの上流で行われる。しかし、燃料の利用率を減少する場合、またジェットポンプノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面積が減少し、第一次燃料流量とは関係なく、混合フロー内の燃料排気の比率を増加させる場合のような状況が存在しうる。このことにより、第一次燃料フローに対する燃料排気の比率を、燃料電池アッセンブリーの化学的必要条件を満足しこのアッセンブリーの作動条件に適合するように変化させる。

40

【0032】

たとえば、燃料電池システム内の送風機若しくはポンプにより第一次燃料フローをジェットポンプに配送してもよい。しかし、この第一次燃料は、部分的に予備改質され、主な

50

圧力が例えば40kPaで燃料電池システムに供給される自然ガスであることが好ましい。そのとき、この流量制御は、圧力を、ジェットポンプで所望のマスフローを制御するために必要とされる圧力より低く調節する圧力調整器を含んでいてもよい。従来、マスフロー制御は、いかなる燃料の予備加熱、予備改質及び/又は脱硫黄処理の上流で行われる。あらゆる適当な技術を使用して、実効マスフローを測定してもよい。例えば、このフローを、フローセンサー（熱散乱、渦、開口部など）により、低温領域内において検知することができる。ある実施の形態では、このマスフロー制御機能を、統合されたセンサー、フロー制御バルブ及び/又は圧力調整器を有するマスフロー測定器により実行してもよい。他の実施の形態では、このマスフロー制御装置は、ジェットポンプの上流にある第一次燃料ラインにおけるフローセンサーにより制御可能なポンプを含む。この実施の形態は、第一次燃料フロー圧力は、所望のマスフローを維持するため増加させることが必要である場合に有用である。

10

【0033】

ジェットポンプは、第一次燃料供給と燃料電池アッセンブリーの間で圧力が降下するように機能し、そのことにより燃料電池アッセンブリーが、例えば排気管効果若しくは内部過渡状態により引き起こされる燃料電池アッセンブリー排気圧力の変化を受けにくい。例えば、好ましい実施の形態のジェットポンプにより第一次燃料ストリームを遮断してもよい。これは、テーパー状のバルブボディを完全にノズル孔に挿入することにより行う。

【0034】

燃料電池システムのある実施の形態では、この燃料電池アッセンブリーは、それぞれが、第一次燃料のフローにより駆動させられるように取り付けられたジェットポンプと共に、そのジェットポンプまでの第一次燃料ラインを有し、

20

さらに、この燃料電池システムは、各燃料電池アッセンブリーからの燃料排気ラインであって、燃料排気を供給するため結合型ジェットポンプの取込みチャンバーに通じている燃料排気ラインを含み、

ノズルを通過する第一次燃料フロー領域を変化させるように個別的に調整可能であり、それにより結果的に各ジェットポンプ内において第一次燃料に取込まれる燃料排気の比率を変化させることができることを特徴とする複数の燃料電池アッセンブリーの一つである。

【0035】

複数の燃料電池アッセンブリーを使用した場合、ジェットポンプへの第一次燃料流量を制御するためのマスフロー制御装置を、統合されたジェットポンプの上流の各第一次燃料ライン上に与えても良い。別の実施の形態では、マスフロー制御装置が共通の第一次燃料ラインに配列されており、各第一次燃料ラインが共通の第一次燃料ラインから枝分かれしていてもよい。

30

【0036】

燃料電池システムは、複数の燃料電池アッセンブリーを含み、この各アッセンブリーは、それぞれのアッセンブリーに燃料排気を循環させるためのジェットポンプを有する場合に、本発明の有利な方法の特徴は、それぞれのジェットポンプノズルの断面積を個々に調節することができ、ノズルを通過する第一次燃料ストリームの断面を変化させ、そのことにより第一次燃料と各燃料アッセンブリーに配送された燃料排気との混合フローにおける燃料排気の比率を独立して調節することである。

40

【0037】

燃料排気は、それぞれの燃料電池アッセンブリーから循環することが好ましいが、混合燃料排気がこれらの燃料電池アッセンブリーの全てに循環するような1以上の他の燃料電池アッセンブリーからの燃料排気を混合してもよい。

【0038】

その燃料電池アッセンブリー若しくはそれぞれの燃料電池アッセンブリーは、複数の燃料電池スタックを含むことが好ましく、それぞれは、ガスセパレータプレートにより分離された近接する一対の燃料電池を有する複数の固体酸化物燃料電池を含むことが好ましい

50

。

【0039】

各燃料電池アッセンブリーに結合された複数のジェットポンプのそれぞれは、共通の供給源からの第一次燃料を供給することが好ましい。第一次燃料流量の偏りが無いので、ジェットポンプの微分調整は、これらのアッセンブリーの間で第一次燃料フローを配分するように機能する。ジェットポンプノズルの断面積の調整は、そのジェットポンプ内のフロー抵抗に対して変化を引き起こす。そして、各ジェットポンプに亘る圧力降下が同じである場合、第一次燃料フローは各ジェットポンプの間で比例して変化するだろう。

以下に、本発明に係る燃料電池システム及び方法の2つの実施の形態を、具体例だけに
より、添付の図面に関してより完全に記載している。

10

【0040】

(発明を実施するための最良の形態)

図1を参照して説明する。炭化水素燃料電池の第一次フロー(原動力となるフロー)を、外形を変化させることができるジェットポンプ4の入口3へ燃料ライン2を介して供給し、その後燃料電池スタック6の燃料マニホールド15の燃料入口5に向かって供給する。さらに、燃料は、アッセンブリーの各燃料電池のアノード上を通過し、燃料出口マニホールド17を介して排出ライン7まで排出される。燃料排気の一部を、ライン7から循環ライン8を介してジェットポンプ4へ取込み、ライン2を介して配給された第一次燃料フロー(原動力となるフロー)と混合する。燃料をスタック6に供給する間に、空気も空気入口ライン9から空気入口マニホールド16へスタックを通過するように供給する。このスタックでは、燃料がスタック内の各燃料電池セルのカソード上を通過し、その後、空気排気マニホールド18を介して空気出口ライン10へ通過する。

20

【0041】

炭化水素燃料は、自然ガス若しくはより重い炭化水素燃料であることが好ましい。これらを、ジェットポンプ4の上流にあるスチーム予備改質器(図示せず)において、部分的にスチーム予備改質してもよい。ジェットポンプ4の上流及び好適にはあらゆる予備改質器の上流には、流量制御装置12がある。燃料供給が自然ガスである場合、主要な圧力を約40kPaとして自然ガスを燃料電池システム1に供給してもよい。主要な圧力が約40kPaである場合、このマスフロー制御装置12は、圧力減少バルブに接続されたフローセンサーを備えていてもよい。ここで、この圧力減少制御バルブは、第一次燃料入口3において所望のマスフローを提供するように調整可能である。別の実施の形態では、例えば、この装置12は、所望のマスフローを供給するために様々な速度のポンプに接続されたフローセンサーであってもよい。

30

【0042】

この燃料電池スタック6は、以下の燃料電池アッセンブリー内の固体酸化物燃料電池のいくつかのスタックの一つであってもよい。ジェットポンプ4は、第一次燃料と循環した燃料排気との混合フローをこの燃料電池アッセンブリーに供給する。好ましい実施の形態では、このジェットポンプ4は、そのような4つの燃料電池スタック6に燃料ストリームを供給する。固体酸化物燃料電池の燃料電池スタックは、一般によく知られており、都合上、さらに詳細には記載していない。

40

【0043】

これから図2aを参照して説明する。ジェットポンプ4のある具体例20を概略的に図示している。このジェットポンプ20はボディ22を有し、このボディ22は入口チャンバー24、取込みチャンバー26、一定の断面積を有する混合チューブ28及び燃料フロー放出出口30の領域を定める。この混合チューブ28と出口30との間の拡散したディフューザー部分は、小さい角度で、出口及び下流の配管の形状及び大きさとなり、一定の圧力では、混合ガスフローの運動エネルギーを回復する。この第一次燃料入口3は、この入口チャンバー24に通じており、この入口チャンバー24は、ノズル孔32を介して取込みチャンバー26に伝わる。燃料排気循環ライン8は、アパーチャー34(図2aに部分的に図示されているだけである)により取込みチャンバーに通じており、この取込みチ

50

チャンバーは、入口 3 6 を介して混合チューブ 2 8 に伝わる。

【0044】

槍状バルブボディ 3 8 は、同軸上に、この入口チャンバー 2 4 内に延在する。これは、ある手段（図示せず）により軸調整するためこの入口チャンバー中に支持されている。従来、この調整手段は、ねじ山状の配置を含み、そのためバルブボディの回転により、このバルブボディを押し込むか若しくは引き抜く。入口チャンバー 2 4 は、ジェットポンプボディ 2 2 の端部 4 0 において壁部（図示せず）により閉じられている。そして、槍状バルブボディ 3 8 は、密閉した状態で、そのような壁部を貫通して延びる。槍状バルブボディ 3 8 は、入口チャンバー 2 4 において同軸上に延在するとき、この第一次燃料入口ライン 3 は、このチャンバーの横側に通じている。

10

【0045】

槍状バルブボディ 3 8 は、このバルブボディの先端端部においてテーパー状の槍状部 4 2 を有する。このテーパー状の槍状部をノズル孔 3 2 に挿入し、このノズル孔と共に、第一次燃料フローに対してノズル領域を変化させることができる。しかし、バルブボディ 3 8 の許容される軸調整は、ノズルを閉じるためにテーパー状の先端端部 4 2 を完全にノズル孔 3 2 に挿入するか、若しくは完全にノズル孔から先端端部を引き出すように行ってもよい。

【0046】

ノズル孔 3 2、槍状バルブボディ 3 8、混合チューブ 2 8、及び混合チューブ入口 3 6 は、円形状断面により示されているが、それらは例えば楕円形状であってもよい。ノズル孔 3 2 は直径 d を有する。この直径 d は、混合チューブ 2 8 への入口の直径 D より大きい。そのため、ノズル孔の断面積は、混合チューブ入口の断面積よりも大きい。槍状バルブボディのテーパー状先端端部 4 2 は、約 40° のコーン角を有する。図示しては無いが、別の実施の形態では、このコーン状の先端端部 4 2 を丸い先端端部（例えばパラボリック状）に置き換えてもよい。この丸い先端端部は、非常に小さな角度（例えば、 $0 \sim 5^\circ$ の範囲）でバルブボディの残りの部分と一致するようにして、ノズルの閉じられた部分に対して良好な制御性を与えることが好ましい。

20

【0047】

ジェットポンプ 4 の別の具体例 4 4 が、図 2 b に示されている。ジェットポンプ 4 4 は、ジェットポンプ 2 0 と略同じ大きさであり、そのため、簡単のためジェットポンプ 2 0 と異なる範囲で記載するのみである。このジェットポンプ 4 4 は、槍状のバルブボディ 4 6 を有する。この槍状バルブボディ 4 6 は、拡がる放射状のひれ状部若しくは丸い突出部 5 0 を備えるテーパー状先端端部 4 8 を有する。ノズル孔 5 2 は、それに対応する断面を有し、そのことにより槍状バルブボディの先端部 4 8 は、ノズルを閉じるか若しくは完全にノズル孔から引き抜く。図示しては無いけれども、さらに、放出チューブ 5 4 及び入口 5 6 は、それに対応する断面形状を有する。この形状は、ノズル孔の形状の面積より小さい。混合チューブ入口 5 6 の、対応する突出形状の断面形状は、ディフューザー部 5 8 を介して、若しくは混合チューブ 5 4 内において、徐々に燃料配給出口 3 0 ' の円柱状としてもよい。丸い突出状若しくはリブ状の配置により、循環燃料排気の入込みと混合を高めてもよい。

30

40

【0048】

便宜のため、燃料電池システム 1 内のジェットポンプ 2 0 の作動を記載している。以前から提案されているジェットポンプ燃料電池排気循環システムに関していえば、槍状のバルブボディ 3 8 をノズル孔に配置しノズルの断面積を制限するとき、ジェットポンプ入口チャンバー 2 4 内において第一次燃料がノズル孔 3 2 を通過するように方向付けることにより、取込みチャンバー内の第一次燃料ジェットの断面積を変化させ、この第一次燃料ジェットの速度を増加させる。従って、ノズルの上流での第一次燃料フローの圧力は、ノズル部において、運動エネルギーに部分的に変換される。これにより、ノズルを通過すると連続的に圧力が降下する。この圧力降下は、取込みチャンバー内の第一次燃料フローの圧力を、循環燃料排気入口 8 での圧力以下に減少させる効果を有し、そのことにより燃料排

50

気を取込みチャンバーに取込み、さらに、その後混合チューブ 28 に引き込む。この混合チューブ 28 では、2 つのストリームが混合される。その後、断面積が減少している混合チューブの下流における圧力に従って、混合ストリームの運動エネルギーは回復する。

【0049】

槍状バルブボディ 38 をノズル孔 32 に前進させることにより、ノズルでの圧力降下が増加し、より多くの燃料排気が、取込みチャンバー 26 及び混合チューブ 28 に引き込まれる。これにより、実質的に一定の圧力微分を、燃料電池スタック内の燃料電池のアノードに亘って維持することが可能となる。これは、ターンダウンの間、即ちフロー制御装置 12 によりジェットポンプ及びスタックまでの第一次燃料フローを減少させることにより、燃料電池からより小さな電気が出力されるときに維持される。第一次燃料の低マスフローを維持することにより、圧力調整器の調整により達成される動的圧力の増加を必要とする。

10

【0050】

これに対して、ノズル孔 32 から槍状バルブボディ 38 を部分的に抜き出すことにより、ノズルでの圧力降下を減少させ、結果として、循環ライン 8 から引き込まれる燃料排気の割合がより小さくなる。

【0051】

燃料電池システム内の熱バランスを維持するため燃料利用率を調整することが望まれる場合、燃料排気と共に循環されるスチームの比率を調整することが望ましい。これは、ノズルの断面積を調整すること、及びそれによって上流部にある流量制御装置を調整しなくてもノズルでの圧力降下を調整することにより達成することができる。さらに説明すると、熱バランスを維持するため、燃料電池システムは、燃料電池スタックからの出力パワーの作動範囲に亘って、燃料利用率レベルの広がりが必要とされる。利用における変化により、スタックからのアノード排気におけるスチームの比率を変化させる。そのようにして、ノズルの断面の直径を調節し、それによりノズルでの圧力降下を調整することにより循環率を変化させることを使用して、これを補ってもよい。

20

【0052】

第一次燃料フローが減少する場合に、スタックに亘って確実に燃料の十分なフロー配分が維持されるように、スタックの燃料サイドに亘って微分圧力を略一定に維持することを意図しているとき、所望のスチーム対炭素比が、排気を循環させることにより出力パワー作動範囲に亘って十分に維持される。それにより、高い燃料利用率が、このシステムの出力パワーの範囲に亘って利用される。これにより、利点を得ることができる。それは、低い燃料利用率においてスチームを添加することにより燃料の汚染がセルの電圧出力を減少させる傾向にあるからである。本発明によれば、スタック内のより良好なフロー配分、より高いマスフロー、より低い熱微分により、第一次燃料フローがより低い場合の利用率の限界を緩和することができる。

30

【0053】

典型的な燃料利用率は、25～70%である。これは、システムの設計及びパワーの出力条件に依存する。燃料利用率が65%である場合、スタックの燃料サイド上において微分圧力が略一定である場合のスチーム炭素比は、40%のシステム出力パワーにおいて例えば約2.25～約4.8（典型的なデザインの表示として）の範囲で変化しうる。これらの条件においては、上流の予備改質器における一定の比率S/Cが1であることを使用して規格化することにより、燃料電池内のフローは341標準リットル/分から196標準リットル/分まで変化する。このスタックにおけるS/C比率が2.25でジェットポンプ第一次燃料入口圧力が15kPaである場合では、341標準リットル/分であり、このスタックにおけるS/C比率が4.8で、ジェットポンプ第一次燃料入口圧力が40kPaである場合では、196標準リットル/分である。これは、第一次燃料流量の変化の指数（標準リットル/分）である。スタックに対する実効体積流量は、およそ一定に維持され、燃料サイドに亘る所望の圧力微分を維持する。しかし、それは、減少するか若しくは僅かに増加する可能性がある。温度及び燃料利用率（これはガスの組成比を変化させ

40

50

る)により影響を与えられる。

【0054】

以下、図1に関して記載された実施の形態の燃料電池システム応用例をモデリングしている。ここで、およそ40kWの大きさでの燃料電池システムの効率及び熱バランスを想定している。出力パワーが40%まで減少した状態下において、このシステムが熱的自己維持を保つ具体的な値として、一定の燃料利用率65%が想定される。例えば、網目状のガス圧力から40kPaの原動圧力が、第一次フローに対して利用可能であることが想定される。これは、上流でのマスフロー制御機能により指示される。

【0055】

出力パワーが減少するに従って、第一次燃料フローはモル流量の36%まで減少する。または、ジェットポンプを調整することにより、この循環排気の体積流量は、モル流量の35%増加し、スタックへの第一次燃料フローの減少を補填する。

10

【0056】

スタックへの混合流量は、完全なパワー時のスタック入口でのモル流量の90%まで減少する。それにより、モル流量がいくらか減少することがスタックにおいて観測されるけれども、この減少は、第一次ガスのモル流量の64%の減少と不釣り合いである。燃料電池スタックのアノードサイド上の圧力微分は、完全なパワー時の微分圧力の77%で維持される。圧力における不均衡な変化は、スタックでの均一な熱グラジエント及び均一なフロー分配の維持のために利点を有する。

【0057】

20

上記の燃料電池システムのためのさらなる具体例が続く。ここでは、上流にあるマスフロー制御機能により指示される75kPaの原動圧力が、第一次フローに対して利用可能であることが想定されるという点が相違する。この場合、この原動圧力を、高い網目状のガス圧を利用すること若しくは速度を変化させることができる送風機を使用することにより与えても良い。この送風機は、上流にあるマスフロー制御機能の一部として組み込まれている。

【0058】

出力パワーが38%まで減少した状況下では、一定の燃料利用率65%が、システムが熱的自己維持を有する状況の具体例として想定される。

【0059】

30

この場合、第一次流量は、完全なパワー時のモル流量の36%まで減少し、更に循環した排気体積流量は、ジェットポンプの調整によりモル流量の76%増加し、スタックへの第一次燃料フローの減少を補填する。

【0060】

スタックへの混合フローのモル流量は、完全なパワー時のオペレーションの間に使用されるモル流量より12%増加する。それによりセルスタックのアノードサイドに亘って完全なパワー時の設計においてターゲットとしている圧力微分を維持する。

【0061】

熱バランスを維持するため燃料の利用率を変化させることにより、熱バランスを維持しつつ、システムの出力パワーはさらに減少する。上記の具体例は、最大の燃料利用率オペレーションの限界を超えてジェットポンプを使用することを示している。

40

【0062】

さらに一般的に言えば、第一次燃料のモル流量が減少したときにアノードサイドにおける体積燃料フローの必要量を増加させるために、燃料電池スタック6から燃料排気を使用することにより、燃料分配のため十分なフローを維持しつつ、燃料電池のターンダウン範囲は拡張することができる。即ち、(1) ターンダウンの間にパワー出力必要量が減少したことによる、燃料電池スタックに供給される第一次燃料の体積の減少、(2) 燃料の利用率の変化、若しくは例えば(3) 季節の要求により、燃料の供給者が第一次燃料の水素と炭素との比率を変化させるときは、混合された第一次燃料とスタックに供給された循環排気フローにおける排気との比率を変化させることにより容易に補填することができる。

50

これにより、スタックのアノードサイドは、十分なスチームの供給及びフロースルーを有し、効果的にオペレーションを続ける。ここで、燃料の不十分な分配により、個々のセルに対してダメージを引き起こし、シャットダウンする可能性がある。

【0063】

例えば、循環した排気が、スタック6に対して供給された燃料フローにある必要が全くなく、このために、ジェットポンプ20は $d > D$ となるように設計される。ジェットポンプが、ノズルを通る第一次流量の断面積が、混合チューブ入口34の断面積より大きくなるように操作される時、排気が燃料フローに取込まれる。空気が、セル若しくは同様のものにおけるクラックにより、一つの燃料電池の燃料サイドにリークする可能性があるとき、そのようなモードのオペレーションが、特に利点を有する。これは、スタックを循環することが許されるならば、酸素含有燃料排気により、全体としてスタックのダメージを引き起こすためである。この問題は、燃料電池システムの標準的な使用において、若しくはシステムがパージされ、そのことによって燃料電池の一つにおいてリークが発生するとき

10

【0064】

”パージ”の操作のため、第一次燃料の代わりに、パージガス（好ましくは挿入ガス）が、ジェットポンプ20の入口チャンバー24に対して供給される。また、槍状バルブボディ38をノズル孔32から引き抜くことによって、排気がパージガス内に引き込まれないように、ジェットポンプノズルを設定する。このパージガスは、燃料電池スタックのアノードサイドを通過し、それをパージする。さらに、 $d/D > 1$ の場合、挿入ガスがこぼれ出ることが利用され、そのことにより挿入ガスの一部が取込みチャンバー26から排気ライン7に沿って押し込み、循環ライン8の流量を逆流させることによりシステム1からの排気を完全にパージする。

20

【0065】

本発明の燃料電池システムの第二の実施の形態60が、図3に示されている。これは、燃料ライン62が、フロー制御装置68により様々な外形ジェットポンプ66の入口ポート64に、逆に燃料電池スタック72の燃料入口ポート70に第一次の燃料を供給する点で、図1に示されたシステム1と略同一のレイアウトを有するように、排気をリサイクルするためのシステム60が示されている。燃料は同様にして、スタック内の各燃料電池のそれぞれのアノード上を通過し、排気ライン74に排出される。空気入口ライン76及び空気出口ライン78は、スタックのカソードサイドを空気が流れるようにし、スタック72が電気を発生するようにするため与えられる。

30

【0066】

しかし、システム60は、図1に示された燃料排気ライン7から枝分かれした分離循環ライン8を有さない。これは、スタックからの排気ライン74が、直接ジェットポンプ66に供給されるためである。ジェットポンプ66からの循環排気出口ライン80により、スタック72を循環しない如何なる排気も、システム60から排出される。

これから、図4を説明する。図4は、システム60の燃料サイドのみを示している。ジェットポンプ66は、図2aのジェットポンプ20（若しくは図2bのジェットポンプ44）と同様であってもよい。そこで、相違点だけ記載している。ジェットポンプ66は、拡張された取込みチャンバー82を有する。この取込みチャンバーにおいては、燃料排気の全てが、排気ライン74により配給され、循環排気出口ライン80が、この取込みチャンバーから燃料電池システムから排気するために導かれる。全ての燃料排気が、取込みチャンバー82を通過するという事実から離れて、ジェットポンプ66は、ジェットポンプ20の厳密に同じ方法で作動される。

40

【0067】

このシステム60は、排気ライン74が、ジェットポンプに直接パスされ、そのことにより、排気ライン7から枝分かれした循環ライン8を通して別々に引き込むために、さらなる配管工事が必要ではない点で、図1に関して記載されたシステムに対して付加的な利点を有する。

50

【0068】

本技術分野の当業者は、本明細書に記載された発明が、特に記載されたもの以外にもバリエーション及び修正が可能であることを認識することができるだろう。本発明が、その発明の精神及び技術範囲を包含する全てのバリエーション及び修正を含むことが理解される。本発明は、この明細書で個々に若しくは集合的に言及若しくは指摘された全てのステップ、特徴、組成及び合成物、若しくは、2以上のそのようなステップ若しくは特性のコンビネーションを含む。特に、システム60は、燃料からの排気を発生させるアセンブリーから排気を循環させることが利用される分野に応用され、特に燃料電池の技術に使用することに限定する必要はない。

【0069】

10

これらの明細書及び次の請求の範囲に亘って、文脈の中に、“comprise”及びそれを変形した“comprises”及び“comprising”のような単語は、述べられた完全体若しくはステップの包含、若しくはそれらのグループを含むことを意味するものと理解される。よって、いかなる完全体若しくはステップ、若しくは完全体若しくはステップのグループを除外することを意味するものではない。

【0070】

この明細書において、他の先行技術に対して言及していないが、その先行技術が共通の一般知識の一部を形成しているという認容若しくは如何なる提示とらえるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0071】

20

【図1】図1は、燃料電池スタックの排気循環のある実施の形態を示したシステムの概略レイアウトである。

【図2】図2aと図2bは、図1のシステムに使用される別の実施の形態のジェットポンプの部分断面斜視図である。

【図3】図3は、燃料電池スタックの排気循環の第二の実施の形態を示したシステムの概略レイアウトである。

【図4】図4は、図3のシステムの燃料サイドの部分断面斜視図である。

【図 1】

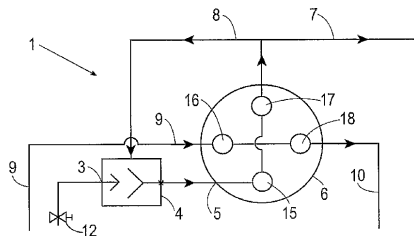


FIGURE 1

【図 2 a】

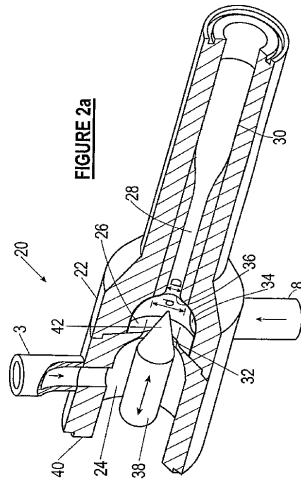


FIGURE 2a

【図 2 b】

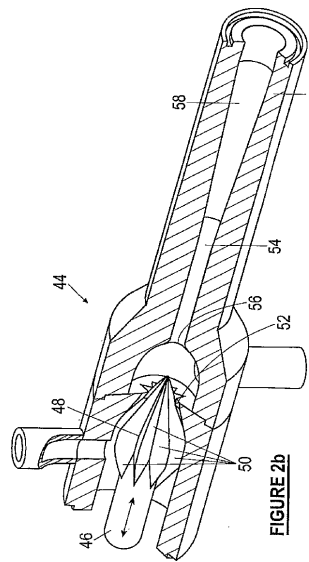


FIGURE 2b

【図 3】

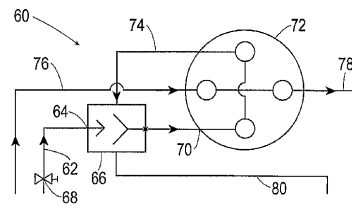


FIGURE 3

【図 4】

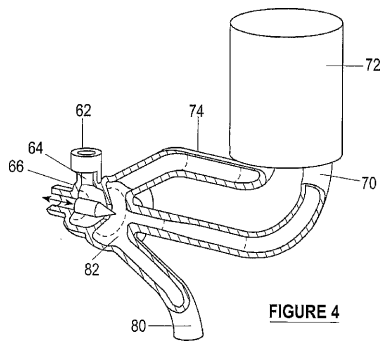


FIGURE 4

フロントページの続き

(72)発明者 ズボンコ・ラジック

オーストラリア 3083 ビクトリア州バンドゥーラ、サミュエル・コート 38 番

審査官 清水 康

(56)参考文献 特開平 07-272742 (JP, A)

特開平 09-213353 (JP, A)

特開昭 53-041804 (JP, A)

特開平 03-040379 (JP, A)

実開昭 55-129231 (JP, U)

特開平 05-065900 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04