

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4932299号  
(P4932299)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int. Cl.		F I	
CO 1 B 3/38	(2006.01)	CO 1 B 3/38	
HO 1 M 8/06	(2006.01)	HO 1 M 8/06	G
HO 1 M 8/12	(2006.01)	HO 1 M 8/12	

請求項の数 37 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-86893 (P2006-86893)	(73) 特許権者	591150029 デラヴァン・インコーポレーテッド DE LAVAN INCORPORATE D アメリカ合衆国アイオワ州50265, ウ エスト・デモイン, フォース・ストリート 811
(22) 出願日	平成18年3月28日 (2006.3.28)	(74) 代理人	100094651 弁理士 大川 晃
(65) 公開番号	特開2006-298753 (P2006-298753A)	(74) 代理人	100123478 弁理士 田邊 隆
(43) 公開日	平成18年11月2日 (2006.11.2)	(72) 発明者	マオ, チェンペイ アメリカ合衆国 アイオワ州, クリーブ, リンカーン・アベニュー 9935
審査請求日	平成21年2月13日 (2009.2.13)		
(31) 優先権主張番号	11/108,066		
(32) 優先日	平成17年4月15日 (2005.4.15)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料改質器用統合燃料噴射・混合装置およびその使用方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料改質器に導入する液状流体を霧化し、混合するための統合燃料噴射・混合装置であって、

圧力のもとで液状流体の微細な液滴を発生する、噴射器チップを有する流体噴射器と、燃料混合気を供給するため前記流体噴射器の前記噴射器チップの出口と流体連通し、前記流体噴射器からの液状流体の微細な液滴を霧化し、第2の流体と混合する混合室と、ここで、前記混合室は末広上部と先細下部とを備えており、

前記混合室の中心部に配置され、前記混合室の前記末広上部と前記先細下部との間の前記中心部に位置決めされた複数のペーンを備えるミキサーと、ここで、前記ミキサーは前記燃料改質器に通じる入口を通して燃料混合気を導入する前に燃料混合気を安定させるため前記混合室内に構成され、配置されており、

を備える統合燃料噴射・混合装置。

【請求項2】

前記燃料改質器が蒸気改質器、自己熱改質器および触媒部分酸化改質器からなる群から選ばれる請求項1記載の統合燃料噴射・混合装置。

【請求項3】

前記流体噴射器が単一型噴射器を備える請求項1記載の統合燃料噴射・混合装置。

【請求項4】

前記流体噴射器がサイフォン型噴射器である請求項1記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 5】

前記流体噴射器が微細な燃料液滴を吸い出し、発生するガスアシスト式噴射器である請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 6】

前記流体噴射器が微細な燃料液滴を発生するためにサイフォン原理および圧力旋回技術の少なくとも 1 つを使用する請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 7】

燃料液滴が高速で前記混合室に流入する請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 8】

前記第 2 の流体が加熱気流または過熱蒸気を有する請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。 10

## 【請求項 9】

前記加熱気流または過熱蒸気が前記燃料噴射器の前記噴射器チップの周囲に均一に供給される請求項 8 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 10】

前記ミキサーがより良好な混合とより均一な液滴サイズとを与えるため高速の燃料液滴を減速することで、前記燃料混合気を安定させる請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 11】

前記ミキサーが高速の燃料液滴を前記燃料改質器の入口全域にわたって均一に再分布させることで、前記燃料混合気を安定させる請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。 20

## 【請求項 12】

前記ミキサーが共旋回および逆旋回動作を与える単一ミキサーならびに 2 重ミキサーを含む群から選ばれる請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 13】

2 重ミキサーが所定の旋回方向を与える 1 個ないしそれ以上のペーンを有する、複数のインナ・ミキサーと、別の所定の旋回方向を与える 1 個ないしそれ以上のペーンを有する、複数のアウト・ミキサーとを備える請求項 1 2 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 14】

前記複数のアウト・ミキサーの所定の旋回方向が前記複数のインナ・ミキサーの旋回方向と反対方向である請求項 1 3 記載の統合燃料噴射・混合装置。 30

## 【請求項 15】

前記統合燃料噴射・混合装置がさらに液状流体の均一なサイズの微細な液滴を発生する 1 層ないしそれ以上のメッシュ型スクリーンを備える請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 16】

前記混合室が続けて流動させるために前記混合室の内面に集まる流体のための径路を与え、前記流体に延長気化時間を付与する 1 条ないしそれ以上の反垂れ落ち / 反炭素溝を備えるように構成され、配置される請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 17】

前記混合室が続けて流動させるために前記混合室の内面に集まる流体のための径路を与え、前記流体に延長気化時間を付与する 1 本ないしそれ以上のろう付けワイヤを備えるように構成され、配置される請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。 40

## 【請求項 18】

前記ミキサーが続けて流動させるために前記前記ミキサーの表面に集まる流体のための径路を与え、前記流体に延長気化時間を付与する 1 条ないしそれ以上の反垂れ落ち / 反炭素溝を備えるように構成され、配置される請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

## 【請求項 19】

前記ミキサーが続けて流動させるために前記ミキサーの表面に集まる流体のための径路を与え、前記流体に延長気化時間を付与する 1 本ないしそれ以上のろう付けワイヤを備え 50

るように構成され、配置される請求項 1 記載の統合燃料噴射・混合装置。

【請求項 2 0】

均質な燃料混合気を触媒反応器に供給する方法であって、  
 噴射器チップを有する流体噴射器内に液状流体の微細な液滴を吸い出し、発生し、  
 前記微細な燃料液滴を前記噴射器チップの出口と流体連通している混合室に導き、こ  
 で、前記混合室は末広上部、中心部、先細下部および前記末広上部と前記先細下部との間  
 の前記中心部に位置決めされた複数のペーンを有するミキサーを備えており、  
 前記微細な燃料液滴の霧化を増進するため 1 ないしそれ以上の他の流体を前記混合室に  
 導き、  
 均質な燃料混合気を供給するため前記 1 ないしそれ以上の他の流体を前記微細な燃料液  
 滴と混合し、  
 前記均質な燃料混合気を前記混合室を通して安定させる、  
 ステップを含む方法。

10

【請求項 2 1】

液状流体の微細な液滴を吸い出し、発生するステップが均一なサイズの微細な液滴を吸  
 い出し、発生することを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 2】

液状流体の微細な液滴を吸い出し、発生するステップが前記微細な液滴を発生するた  
 めサイフォン原理および圧力旋回技術の少なくとも 1 つを使用することを含む請求項 2 0 記  
 載の方法。

20

【請求項 2 3】

前記微細な液滴を混合室に導くステップが前記微細な液滴を高速で前記混合室に導入  
 することを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 4】

前記他の 1 つないしそれ以上の流体を前記混合室に導くステップが前記他の流体が前記  
 混合室に流入するとき、前記他の 1 つないしそれ以上の他の流体を前記微細な液滴の周  
 囲に均一に導くことを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 5】

前記他の 1 つないしそれ以上の流体を前記混合室に導くステップが加熱気流および蒸  
 気流の少なくとも 1 つを前記混合室に導くことを含む請求項 2 0 記載の方法。

30

【請求項 2 6】

前記均質な燃料混合気を安定させるステップがミキサーを用いて高速で、均質な燃料混  
 合気を減速することを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 7】

前記均質な燃料混合気を安定させるステップが前記燃料混合気を触媒改質器の入口域全  
 域にわたって均一に再分布させることを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 8】

さらに、前記燃料混合気の均一性を向上するため前記燃料混合気をメッシュ装置を通  
 して導入するステップを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 2 9】

さらに、前記混合室または前記ミキサーの表面に蓄積する燃料液滴の気化を促進する  
 ステップを含む請求項 2 0 記載の方法。

40

【請求項 3 0】

前記混合室または前記ミキサーの表面に蓄積する燃料液滴の気化を促進するステップが  
 前記燃料液滴のさらなる気化を促進するため前記表面に集まる燃料液滴を流動させるよ  
 うに前記混合室の露出表面または前記ミキサーの露出表面に沿って 1 条またはそれ以上の流  
 路または径路を与えることを含む請求項 2 0 記載の方法。

【請求項 3 1】

前記混合室の内面に沿って 1 条ないしそれ以上の流路または径路を与えるステップが 1  
 条ないしそれ以上のら旋溝または 1 本ないしそれ以上のろう付けワイヤの少なくとも 1 つ

50

を与えることを含む請求項 30 記載の方法。

【請求項 32】

前記均質な燃料混合気を供給するため前記他の 1 ないしそれ以上の流体を微細な燃料液滴と混合するステップが前記微細な燃料液滴と前記他の 1 ないしそれ以上の流体との均一な混合を増進するため補助流体を前記混合室に導入することを含む請求項 20 記載の方法。

【請求項 33】

前記補助流体を導入するステップが加熱気流および蒸気流の少なくとも 1 つを前記混合室に導入することを含む請求項 32 記載の方法。

【請求項 34】

燃料混合気を触媒改質器に導入する前に均質な燃料混合気を供給するための統合燃料噴射・混合装置であって、

液状流体の液滴を発生する、噴射器チップを有する流体噴射器と、

燃料混合気を供給するため前記流体噴射器の前記噴射器チップの出口と流体連通し、前記流体噴射器からの液状流体の微細な液滴を霧化し、第 2 の流体と混合する混合室と、ここで、前記混合室は末広上部と先細下部とを備えており、

前記混合室の中心部に配置され、前記混合室の前記末広上部と前記先細下部との間の前記中心部に位置決めされた複数のペーンを備えるミキサーと、ここで、前記ミキサーは前記触媒改質器に均質な燃料混合気を導入する前に均質な燃料混合気を安定させるため前記混合室内に構成され、配置されており、

を備える統合燃料噴射・混合装置。

【請求項 35】

燃料改質器に導入する液状流体を霧化し、混合するための統合燃料噴射・混合装置であって、

液状流体の液滴を発生する、噴射器チップを有する噴射手段と、

燃料混合気を供給するため前記噴射手段の前記噴射器チップの出口と流体連通し、前記噴射手段からの液状流体の微細な液滴を霧化し、第 2 の流体と混合する混合手段と、ここで、前記混合手段は末広上部と先細下部とを備えており、

前記混合手段の中心部に配置され、前記混合手段の前記末広上部と前記先細下部との間の前記中心部に位置決めされた複数のペーンを備える旋回手段と、ここで、前記旋回手段は前記燃料改質器に通じる入口を通して燃料混合気を導入する前に燃料混合気を安定させるため前記混合手段内に構成され、配置されており、

を備える統合燃料噴射・混合装置。

【請求項 36】

液体燃料を水素リッチ流体に改質するための燃料改質器であって、前記燃料改質器が前記燃料改質器に導入する液状流体を霧化し、混合するための統合燃料噴射・混合装置を備え、前記統合燃料噴射・混合装置が、

圧力のもとで液状流体の微細な液滴を発生する、噴射器チップを有する流体噴射器と、

燃料混合気を供給するため前記流体噴射器の前記噴射器チップの出口と流体連通し、前記流体噴射器からの液状流体の微細な液滴を霧化し、第 2 の流体と混合する混合室と、ここで、前記混合室は末広上部と先細下部とを備えており、

前記混合室の中心部に配置され、前記混合室の前記末広上部と前記先細下部との間の前記中心部に位置決めされた複数のペーンを備えるミキサーと、ここで、前記ミキサーは前記燃料改質器に通じる入口を通して燃料混合気を導入する前に燃料混合気を安定させるため前記混合室内に構成され、配置されており、

燃料混合気を水素リッチ流体に改質する触媒反応器と、

を備える燃料改質器。

【請求項 37】

燃料電池のための改良物であって、前記改良物が液体燃料を水素リッチ流体に改質する燃料改質器を備え、前記燃料改質器が前記燃料改質器に導入する液状流体を霧化し、混合

10

20

30

40

50

するための統合燃料噴射・混合装置を備え、前記統合燃料噴射・混合装置が、  
 圧力のもとで液状流体の微細な液滴を発生する、噴射器チップを有する流体噴射器と、  
 燃料混合気を供給するため前記流体噴射器の前記噴射器チップの出口と流体連通し、前  
 記流体噴射器からの液状流体の微細な液滴を霧化し、第2の流体と混合する混合室と、こ  
 こで、前記混合室は末広上部と先細下部とを備えており、

前記混合室の中心部に配置され、前記混合室の前記末広上部と前記先細下部との間の前  
 記中心部に位置決めされた複数のペーンを備えるミキサーと、ここで、前記ミキサーは前  
 記燃料改質器に通じる入口を通して燃料混合気を導入する前に燃料混合気を安定させるた  
 め前記混合室内に構成され、配置されており、

燃料混合気を水素リッチ流体に改質する触媒反応器と、  
 を備える燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃料噴射・混合装置および燃料混合方法に関する。特に、本発明は燃料電池で  
 使用する水素リッチガスを発生する燃料改質器で使用する統合燃料噴射・混合装置および  
 燃料混合方法に関する。

【背景技術】

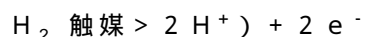
【0002】

燃料電池は天然ガスのような燃料源から電気出力を発生する、代替的エネルギー発生装置  
 であり、在来の発電用装置と比べてエネルギー効率がよく、汚染物質の排出量が少ないとい  
 う、特徴がある。特に、燃料電池は天然ガスまたはエタノールのようなガスに含まれる、  
 たとえば水素ガス（ $H_2$ ）と、たとえば空気もしくは酸素ガス（ $O_2$ ）のような酸化剤との  
 反応で電気出力を発生する電気機械装置である。これらのガスは電流と、比較的無害であ  
 る水という副成物とを発生する。

【0003】

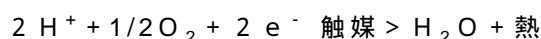
たとえば、水素ガス（ $H_2$ ）のような燃料は次の式に従って触媒が水素イオン（ $H^+$ ）の  
 ような陽子と電子（ $e^-$ ）とに解離を促す第1の電極（陽極）に導かれる。

【0004】



電子（ $e^-$ ）は電子を第2の電極（陰極）に引き寄せさせる電気回路に集まる。電子は陽極  
 から使用できる電流、すなわち電力を発生する陰極へと流れる。陽子（ $H^+$ ）は空気また  
 は酸素ガス（ $O_2$ ）のような酸化剤が同時発生的に導入される陰極へ電解質膜を通して移  
 動する。この酸化剤と陰極触媒とは水素陽子および電子と電気化学的に反応し、この結果  
 、次の式に従って水と熱とを発生する。

【0005】



高い製造コストに加えて、燃料電池工業は燃料電池装置が広範な電力発生用途に十分に  
 商業的に利用される以前に解決しなければならない幾つかの重大な課題に直面する。これ  
 らの課題はこれに限られないが、次のことを含む。電気化学的損失をより小さくする革新  
 的陽極/電解質/陰極材料；耐久性のある燃料電池相互接続；改良された密封コーン部セ  
 プト；適合性のある金属相互接続；先進的スタック冷却法；低コストによる組立工程；す  
 す/炭素堆積機構についての理解；高効率改質器；脱硫装置。

【0006】

燃料電池の種類はとりわけリン酸型、イオン交換膜型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型お  
 よびアルカリ型と、数多くある。多様な燃料電池の種類の中で固体酸化物型燃料電池（S  
 OFC）は他の電力発生用燃料電池装置を上回る多くの利点を呈する。たとえば、SOF  
 Cはエネルギー効率が最も高く、低コストの触媒材料を用いることを許容する。さらに、現  
 在の研究によれば、SOF Cはおそらく最も信頼できる電力発生技術の一つである。これ  
 に加えて、SOF Cは燃料消費と汚染物質と改善するため従来のガスタービン・エンジン

10

20

30

40

50

と統合するのに最も適する。最も重要な点として、S O F C 装置は炭化水素燃料を用いて直接運転でき、現存する燃料設備を十分に利用することが可能である。これらの重要な利点のために燃料電池工業は補助発電ユニットで使用される S O F C 装置の液体炭化水素燃料を水素リッチガスに効率よく変換できる簡素で、効率のよい燃料改質器を開発することに苦心して取り組み、今日まできた。

【 0 0 0 7 】

液体炭化水素燃料は部分酸化、蒸気または自己熱改質法によって水素リッチガスに改質することができる。S O F C で使用される燃料改質装置に求められる主な条件は構造が簡素で、サイズおよび重量が小さく、製造コストが安く、運転圧力および温度が低く、変換効率が良好で、炭素、硫黄に対して耐性があり、多様な燃料を受け入れ可能であり、熱改質が最大で、保守停止時間が短く、始動時間が早く、過渡運転を許容できることである。

10

【 0 0 0 8 】

現存する燃料処理技術に関する検討によれば、大部分の燃料改質器は原型モデルか、実物宣伝の段階にある。手短かにいえば、現行技術の燃料改質器は商業用途あるいは軍事用途のための厳格な条件を未だに満たすことができない。特に、現行技術の燃料改質器は重さが重く、物理的なサイズが大きく、変換効率が中位の値を呈する。さらに、大部分の燃料改質器は炭素成分の堆積に陥り易く、運転を継続するために堆積物を頻繁に除去するか、あるいは酸素 / 炭素 ( O / C ) 比を高く保つどちらかの方法を必要とする。しかしながら、O / C 比を高く保って運転するのは全システム効率を低下させる。また、燃料改質器に使用される現行の触媒は硫黄レベルが高い燃料を許容できず、したがって、脱硫処理した液体燃料を必要とする。

20

【 0 0 0 9 】

別の本発明に係る S O F C 改質器にとって重要な問題は液体燃料を霧化し、加熱空気および / または過熱蒸気と混合することである。触媒反応器に流入する前に燃料混合気を均一にするのに失敗したとき、ホット・スポットが発生し、炭素の堆積物が生じる。さらに、混合室および / または触媒反応器に入るガス流が不均一になったとき、性能の低下が著しくなり、改質器効率が大きく減少する。最後に、触媒反応器はまた炭素およびすすの堆積とその成長で圧力損失が大きくなり、触媒反応器を通過するガス流を強制流動させるため一段と圧力または運動量を高める必要がある。

【 0 0 1 0 】

図 1 を参照すると、従来技術による燃料改質器装置 1 0 が示される。典型的には燃料改質器装置 1 0 は触媒反応器 3 に接続される統合燃料噴射・混合装置 1 0 を備える。理想的には燃料噴射器 1 は混合室 2 に装着され、それ以外では連結される。この燃料噴射 / 混合室は水素リッチガスをつくり出す触媒反応器 3 に均一または均一に近い燃料混合気を供給する。

30

【 0 0 1 1 】

特に、たとえば天然ガス、ディーゼル燃料、ジェット燃料、ガソリン、灯油および同様な燃料のような液体炭化水素燃料は、たとえば燃料調節弁 6 を通して燃料噴射器 1 に供給することができる。燃料の霧化に力を貸すために、たとえば調節弁 7 を通して同時に加熱ガス流 4 が燃料噴射器 1 に供給される。この霧化に用いるガス流 4 は改質器の種類によって蒸気または加熱気流のどちらかである。蒸気あるいは自己熱改質器の場合、蒸気流が霧化ガス流 4 として使用される。一方、部分酸化触媒改質器の場合、加熱空気が霧化ガスとして使用される。

40

【 0 0 1 2 】

大部分の燃料改質用途について、混合室 2 に均一な補助流体流 5 を供給すること、特に燃料噴射器 1 の出口の周囲に均一な補助流体流 5 を供給することがより好ましい。このような均一な流れを供給することにより補助流体流 5 は混合処理を高い効率で行い、また混合室 2 の壁面に粘着し、または付着する燃料液滴量を最小にすることができる。3つの供給流の要求流量を全て調節するためにコントローラ 8 が使用される。特に、コントローラ 8 は燃料調節弁 6 によって燃料噴射器 1 に流れる燃料量を調節し、調節弁 7 によって燃料

50

噴射器 1 および / または混合室 2 に流れる蒸気または加熱気流の供給量を調節することができる。

【 0 0 1 3 】

コンパクトで、効率がよい燃料改質器装置を開発するため上記に列挙した技術的問題を克服する、統合燃料噴射・混合装置を提供することは望ましい。多様な形式の燃料改質器に容易に取り込むことができる噴射・混合装置を提供することもまた望ましい。新規な燃料噴射装置ははより高い変換効率を示すだけでなく、構成要素が少なく、製造コストが安価で、サイズが一段とコンパクトでなければならない。最後に、炭素の堆積に関わる問題をなくし、耐用期間を延ばすことのできる噴射・混合装置を提供することは望ましい。

【 発明の開示 】

【 0 0 1 4 】

最も広い意味で本発明は燃料改質器および燃料電池と共に使用する統合燃料噴射・混合装置に関する。燃料改質器は、たとえば固体酸化物燃料電池のような燃料電池で使用する水素リッチガスを発生するため液体炭化水素燃料を用いて運転される。好ましくは、本実施例の燃料噴射・混合装置は蒸気改質器、触媒部分酸化改質器および / または自己熱改質器と共に運転するように構成され、配置される。

【 0 0 1 5 】

好ましい実施例において、本発明はガスアシスト式単一型燃料噴射器と、安定ミキサー / スワローと、末広・先細混合室とを備える統合燃料噴射・混合装置を提供する。この噴射装置は多様な運転条件で短距離で液体燃料を効果的に霧化し、完全に気化し、混合する能力がある。混合室には混合操作で混合に力を貸す補助流体を導く。混合室内部では中心本体の周囲を旋回する霧化燃料を制限し、霧化燃料を一方の側に散らしまたは寄せるように流動安定ミキサー / スワローが使用される。

【 0 0 1 6 】

これらの構成要素は燃料改質器の多様な条件を満たすためコンパクトなユニットとして適当にまとめることができる。任意の手段として、噴射・混合装置は混合室の壁面にメッシュ型スクリーンおよび / または反垂れ落ち溝および反炭素旋回溝を備えることができる。したがって、本実施例の装置は燃料の霧化・混合で優れた性能を示すだけでなく、炭素の堆積を許容し、耐用期間を延ばすことができる。

【 0 0 1 7 】

触媒反応器に流入する前に供給流、すなわち液体燃料、蒸気流および加熱気流を均質な燃料混合気の状態を用意することは本発明の目的である。微細な液滴を吸い出し、発生するためガスアシスト式単一型燃料噴射器が利用される。好ましい実施例において、燃料噴射器は均一なサイズ分布で微細な燃料液滴を供給するため圧力旋回および / またはサイフォン原理の双方を備えるように構成され、配置される。圧力作用で液体燃料はスワロー内部に配置された圧力旋回噴射器チップを通して強制流動する。改質器の種類によって加熱気流または蒸気流が流体の霧化と混合とに力を貸すスワローのスピン孔に向けて供給される。これに代えて、別の実施例では、ガスアシスト式燃料噴射器がサイフォン原理だけを利用するように構成され、配置される。

【 0 0 1 8 】

燃料液滴は加熱気流および / または蒸気流と完全に混合される、末広・先細混合室に高速で導かれる。したがって、本発明の別の目的は燃料液滴が混合室の壁面に粘着し、またはコーナ域の近くに集まるのを防ぐため中心霧化燃料の周囲を取り囲むように均一な補助気流を混合室に導く手段および方法を提供することである。

【 0 0 1 9 】

霧化燃料と周囲を取り囲む補助流体とは、次いで混合室の中心部に配置されるミキサー / スワローを通して強制流動する。ミキサー / スワローは高速の液滴を減速し、改質器の入口全域にわたって燃料混合気を均一に再分布させるために使用される。

【 0 0 2 0 】

さらに、別の実施例において、本発明は改質部に流入する前に補助気流の混合と均一性

10

20

30

40

50

とをさらに高めるためメッシュ型スクリーン層を組み込む混合室を開示する。

【0021】

本発明のさらに別の目的は液滴が壁面に突き当たり、燃料の集積で炭素の堆積が起こる可能性を許容する混合室を提供することにある。

【0022】

本発明の上記以外の目的および利点は添付図面と詳細な説明とから当業者に明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

再び図1を参照すると、燃料電池と共に使用するための燃料改質器10の簡素化した系統図が示される。好ましくは、この燃料改質器10は燃料噴射装置1と触媒反応器3と一体化され、流体連通している混合装置2とを備える。たとえば、液体炭化水素燃料のような液体燃料が燃料調節弁6を通して燃料噴射器(噴射手段)1に導入される。燃料調節弁6は燃料噴射器1に導入される燃料9の量と圧力とを調節する。同時に、霧化ガス流のようなガス流4が調節弁(すなわち蒸気/気流調節弁)7を通して燃料噴射器1に導入される。調節弁7は燃料噴射器1に導入される霧化ガス流4の量と速度とを調節する。

10

【0024】

改質器の種類によって霧化ガス流4は過熱蒸気流または加熱気流あるいはその2つの流体の組み合わせを有する。好ましくは、蒸気および自己熱改質器の場合、燃料噴射器1に導入される霧化ガス流4は蒸気流であり、触媒部分酸化改質器の場合、燃料噴射器1に導入される霧化ガス流4は加熱気流である。

20

【0025】

大部分の燃料改質用途において、補助流体流5、たとえば蒸気流または加熱気流を混合室2に導くことが好ましい。混合室2への補助流体流5の導入は燃料液滴を混合するのにさらに力を貸し、燃料液滴が混合室2の壁面に付着するのを防ぎ、または最小にする。好ましくは、補助流体流5は燃料噴射器1の燃料出口の周囲に均一に供給される。

【0026】

調節弁、すなわち蒸気/気流調節弁7は混合室2に導入される補助流体流5の量と速度とを調節することができる。したがって、単独の弁として説明しているが、調節弁、すなわち蒸気/気流調節弁7は1個ないしそれ以上の弁を備えることができる。いずれか1つまたは3つ全ての供給流4、5、9、すなわち液体燃料9、蒸気流4、補助流体流5について必要とされる流量を制御し、調節するためコントローラ8が使用される。このようなコントローラ8はこの技術分野ではよく知られており、ここでは詳しく説明しない。

30

【0027】

従来の燃料改質器10を説明したので、いまから本発明の第1の実施例に従って統合燃料噴射・混合装置10を説明する。図2を参照すると、自己熱改質器(ATR)用統合燃料噴射・混合装置10が示される。好ましくは、本実施例の燃料噴射・混合装置10は燃料噴射器(すなわち、噴射手段)14と、混合室(すなわち、混合手段)49と、安定ミキサー/スワラー(すなわち、安定手段)30とを備える。燃料噴射器14は液体炭化水素燃料を霧化し、多様な運転条件で短距離で燃料を完全に気化し、混合する能力を有する。混合室49には混合操作に力を貸す補助流体を導く。混合室49内部では流動安定ミキサー/スワラー30が霧化燃料を一方の側に散らし、または寄せるように混合室49の中心で旋回する霧化燃料を制限するのに力を貸す。さらに、燃料噴射・混合室49/安定ミキサー/スワラー30の組み合わせは均一なまたは均一に近い液滴径の燃料混合気を、たとえばSOFCのような燃料電池に導くことができる水素リッチガスに変換する触媒反応器60に供給するため構成され、配置される。

40

【0028】

本発明の第1の実施例の一様相において、燃料噴射器14は噴射器ハウジング・ユニット12内に効果的に配置されるガスアシスト式単一型噴射器14である。このガスアシスト式単一型噴射器14は加圧された液体燃料の微細な流体を吸い出し、発生するように構

50



成され、配置される。好ましい実施例において、燃料噴射器 14 は均一なまたは均一に近いサイズ分布で微細な燃料液滴を供給するため圧力旋回および/またはサイフォン原理の双方を備えるように構成され、配置される。

【0029】

噴射器ハウジング・ユニット 12 は混合室 49 と流体連通し、これ以外では効果的に連結するように構成され、配置される。好ましくは、噴射器ハウジング・ユニット 12 はハウジング・ユニット 12 を計画および計画しない保守点検のため、あるいは交換目的のために容易に取り外しできるように取り付け、固定することができる。当業者は噴射器ハウジング・ユニット 12 を混合室 49 に取り付ける無数の方法を熟知しており、その全てが本開示の範囲と本質とに含まれる。

10

【0030】

図 3 を参照していまから燃料噴射器 14 の好ましい実施例の構造と操作方法とを説明する。図 3 は均一なまたはほぼ均一なサイズ、すなわち一様な液滴径の燃料液滴を供給するため圧力旋回およびサイフォン原理を利用するように構成され、配置される燃料噴射器 14 の横断面を示す。好ましくは、燃料噴射器 14、すなわちガスアシスト式燃料噴射器 14 は噴射器本体 17 と、燃料管 15 と、圧力旋回霧化チップ 16 と、ガス・スワロー 24 と、出口部 44 とを備える。本発明の一様相において、燃料噴射器 14 は噴射器ハウジング・ユニット 12 の中心または中心近くに構成され、配置される。

【0031】

好ましい実施例において、燃料管 15 は噴射器本体 17 の中心部に配置される空域として構成され、配置される。燃料管 15 は、たとえば加圧された液体炭化水素燃料のような液体が基部から末端部にかけて流動する通路 51 を備える。液体燃料が炭素堆積層を形成するのを防ぐ熱遮蔽手段として燃料管 15 と噴射器本体 17 との間に環状通路 62 が備えられる。好ましくは、燃料管 15 の基部は燃料源と流体連通し、燃料管 15 の末端部はオリフィス・コーン部 36 内部に構成され、配置される燃料分配器 38 と流体連通し、すなわち固く圧着されている。本発明の一様相において、オリフィス・コーン部 36 は圧力旋回霧化チップ 16 を形成するため燃料管 15 の末端部に、たとえばろう付けで固く取り付けられる。

20

【0032】

好ましくは、圧力旋回霧化チップ 16 は燃料噴射器 14 の出口部 44 内部に備えられるガス・スワロー 24 の中心に合わせるように構成され、配置される。より好ましくは、圧力旋回霧化チップ 16 はガス・スワロー 24 と同心を保つように構成され、配置される。

30

【0033】

燃料噴射操作中、液体炭化水素燃料が、たとえばポンプで昇圧されて燃料噴射器 14 の燃料管 15 の基部に導入される。液体燃料は通路 51 内部を燃料管 15 全長にわたり燃料が排出される末端部まで流動する。好ましくは、液体燃料は圧力旋回霧化チップ 16 を通って中空霧化燃料として旋回室 55 に放出される。より好ましくは、液体燃料は燃料分配器 38 の旋回室 55 に流入する前に燃料管 15 の通路 51 を通って環状空間 53 にかけて強制流動する。したがって、この圧力のもとで液体燃料は燃料オリフィス 58 を通過して円錐シート状になり、ガス・スワロー 24 に達する。

40

【0034】

液体燃料が環状空間 53 に排出されると同時に、燃料シートは燃料霧化と混合とを増進する、たとえば高温蒸気流または加熱気流のような霧化ガス流 4 に直接接触し、混合される。図 3 を参照すると、霧化ガス流 4 は、好ましくは入口部 18 を通って旋回室 55 に導入される。より好ましくは、霧化ガス流 4 はガス・スワロー 24 内部に構成され、配置される複数のスピン孔 64 のどれかに流入する前に環状通路 62 に導入される。スピン孔 64 は霧化ガス流 4 がスピン孔 64 から流出するとき、霧化ガス流 4 が燃料の液体シートの周囲を旋回し、噴射器最後の排出オリフィス 66 の近くでせん断力を生じるように流出する霧化ガス流 4 を望ましい方向に向ける。霧化ガス流 4 で生じる旋回ガス流とせん断作用

50

とは液滴サイズを均一にまたはほぼ均一にする。霧化ガス流4の入口圧力は望ましい液滴サイズを達成するために少なくとも6895 Pa (1 psig) である。

【0035】

燃料噴射器14の好ましい実施例の構造と操作方法とを説明したので、いまから実施例の燃料噴射・混合装置10の混合室49およびミキサー/スワロー30の構造と関連する操作方法とを説明する。図2を参照すると、上混合室部20(以下、上部20と称する)と、好ましくは中心に配置される安定ミキサー/スワロー30で分離され、または境界を示された下混合室部22(以下、下部22と称する)とを備える混合室49が示される。好ましい実施例において、ミキサー/スワロー30は混合室49の壁に固く取り付けられる複数のベーン32またはスポーク76を備える。

10

【0036】

好ましくは、混合室49は末広・先細型混合室である。ここで、上部20はコーン部の小さい開口が燃料噴射器14の出口オリフィス66の近くに配置され、コーン部の大きい開口が安定ミキサー/スワロー30の近くに配置される、すなわち上部20が末広になるようにコーン状に形成される。より好ましくは、混合室49の下部22はコーン部の大きい開口が安定ミキサー/スワロー30の近くに配置され、コーン部の小さい開口が触媒反応器60の近くに配置される、すなわち下部22が先細になるようにコーン状に形成される。

【0037】

図2および図7を参照すると、好ましい実施例において、混合室49の上部20は接続域80で混合室49の下部22に取り外し可能に取り付け、固定することができる。好ましくは、混合室49の上部20と下部22とは上部20を下部22にねじで固定できるように適合する複数のねじ(図示せず)が備えられる。これに代えて、混合室49の上部20と下部22とはしまり嵌めで取り外し可能に取り付け、固定することができる。任意の手段として、上部20と下部22との接続域の気密を保つためにガスケット・リング(図示せず)を使用することができる。

20

【0038】

このミキサー/スワロー30は液滴を減速し、燃料混合気を触媒反応器60に入口全域にわたってより均一に再分布させるために使用される。結果として、ミキサー/スワロー30は燃料混合気の均一性と均質性を高める。さらに、流動安定ミキサー/スワロー30はミキサー/スワロー30の中心本体、すなわちハブ39の周囲を巡回する霧化燃料を制限し、一方の側に霧化燃料を散らし、または寄せるのに力を貸す。

30

【0039】

特に、霧化燃料と供給流5とが下流に流動したとき、双方の流れは中心本体、すなわちハブ39の周囲に均一に混合気を向けるミキサー/スワロー30に達する。ミキサー/スワロー30が多数のら旋状ベーン32を備えるので、ベーン32が周囲を流れる霧化燃料と供給流5とに適度な旋回を生じさせ、流動速度を下げ、混合気の均一性を向上することができる。

【0040】

ミキサー/スワロー30は供給流が触媒反応器60に流入する前に混合および均一性の程度、すなわち完全性を決定する際に重要な役割を演じる。ミキサー/スワロー30はまた高速霧化ガスで生じた高速液滴の速度を下げるのに力を貸す。使用される改質器の条件によってミキサー/スワロー30は異なるら旋ベーン32および多様な巡回方向を含む、多様な設計を持つことができる。

40

【0041】

図5および図6は2個のミキサー/スワロー30の実施例についての斜視図を示す。図5は中心ハブ39に固く取り付けた6個のら旋ベーン32を備える単一型ミキサー/スワロー30を示す。中心ハブ39にはコーン部35、37が取り付けられる。上流側コーン部35は複数のら旋ベーン32間の通路に霧化燃料を振り分け、案内するため混合室

50

49の上部20に配置される。ら旋べーン32を通過する霧化燃料を振り分け、案内することにより霧化燃料が触媒反応器60の方向へ流動するとき、混合気の再分布をより均一にすることができる。図5に示される単一型ミキサー/スワロー30は6個のら旋べーン32を示すが、ら旋べーン32の数は例示を目的に示したもので、本発明は6べーンのミキサー/スワロー30に限定されるように解釈されるべきでない。

【0042】

このミキサー/スワロー30のべーン32は単一型ミキサー/スワロー30に対して望ましい旋回方向を与えるように配置され、正しく向けられる。さらに、べーン32はミキサー/スワロー30下流、すなわち混合室49の下部22で渦の発生を最小にするように向けられ、または角度を決められる。このような渦は液滴に望ましくない局所的集中を生じさせ、混合気の望ましい均一性を損ねることになる。したがって、べーン32の角度はあまり険しくするべきでない。好ましくは、望ましいべーン角度は約20度よりも小さい角度である。特に望ましいべーン角度は約10度から約20度の間である。

10

【0043】

好ましくは、べーン32はまた最高の性能を達成するために霧化燃料および供給流5の方向に整合する旋回方向を生じさせる。典型的には、共旋回ミキサー/スワロー30では上部20に流れた霧化燃料と供給流5とを下部22方向に吸引し、壁面を濡らすのを最小にするようにべーン32が構成され、配置される。しかし、逆旋回ミキサー/スワロー30では上部20に流れた霧化燃料および供給流5とを減速し、混合をより促進し、液滴サイズをより均一にするようにべーン32が構成され、配置される。

20

【0044】

当業者はミキサー/スワロー30の下流に渦を発生させず、中心再循環域を生じないようにミキサー/スワロー30の旋回強さを調整する必要があることを理解する。燃料噴射器14とミキサー/スワロー30との間の距離は逆流から生じる問題と、ミキサーの上流域に堆積する燃料とを最小にするため適当な値に維持することが重要である。

【0045】

図6は供給流が触媒反応器60に流入する前に混合と均一性とをさらに増進する2重型ミキサー/スワロー75の一実施例を示す。このミキサー/スワロー75は複数のインナ・べーン72と複数のアウト・べーン74とを備える。好ましくは、ミキサー/スワロー75は複数のスポーク73がそこから半径方向に延び、外周部79で尽きる中心ハブ71を備える。好ましくは、インナ・リング78は複数の各スポーク73に沿い、外周部79と中心ハブ71とに同心に構成され、配置される。隣接する一対のスポーク73間に複数のアウト・べーン74が備えられる。このアウト・べーン74はミキサー/スワロー75に望ましい旋回方向を与えるため望ましいべーン角度に向けられる。べーン角度と旋回方向とによって供給流間の混合程度を変えることは容易に達成することができる。上述した単一型スワロー30のようにべーン角度は渦と他の障害とを避けるためあまり険しくするべきでない。好ましくは、望ましいべーン角度は約20度よりも小さい角度である。より好ましくは、べーン角度は約10度から約20度の間の角度である。

30

【0046】

本発明の一様相において、複数の各スポーク73はハブ71とインナ・リング78との間のスポーク73部分がミキサー/スワロー75に望ましい旋回方向を与え、かつインナ・リング78と外周部79との間のスポーク73部分がミキサー/スワロー75にハブ71とインナ・リング78との間のスポーク73部分の旋回方向と反対である、望ましい旋回方向を与えるように向けられる。より好ましくは、インナ・リング78と外周部79との間のスポーク73部分はミキサー/スワロー75にアウト・べーン74の方向と同一である、望ましい旋回方向を与えるように向けられる。

40

【0047】

結果として、インナ・べーン72とアウト・べーン74とは流体流が逆に旋回するように構成され、配置される。より好ましくは、インナ・べーン72とアウト・べーン74とはインナ・べーン72が減速する、すなわち霧化燃料および供給流5と逆向きの旋回方向

50

を有し、アウト・ベーン 74 が加速する、すなわち霧化燃料および供給流 5 と同じ向きの旋回方向を有するように構成され、配置される。この 2 重型ミキサー / スワロー 75 内の逆旋回を伴う配置により混合気の均一性および均質性を保つ観点で優れた性能を与えることができる。

【 0 0 4 8 】

本発明の一様相に従って、運転中、燃料液滴が混合室の壁面に付着し、コーナ部に蓄積するのを防ぐため加熱された補助流体流 5 が中心の霧化燃料を取り囲むように混合室 49 の上部 20 に導入される。好ましくは、加熱された補助流体流 5 は複数の入口ポート 28、29 と特殊なスリーブ 26 とを通して混合室 49 の上部 20 に導入される。図 2 および図 4 では、2 個の入口ポート 28、29 だけを示すが、入口ポート 28、29 は例示を目的に示したもので、本発明は 2 個の入口ポートに限定されるように解釈されるべきでない。実際、本開示の範囲と本質とに背くことなく、2 個以上あるいは単一の入口ポートを使用することができる。

10

【 0 0 4 9 】

混合室 49 周辺域の均一性を高めるために加熱された補助流体流 5 がスリーブ 26 の周方向に配置される複数の再分配開口 70 を有する、たとえば円形スリーブのようなスリーブ 26 を通して流動する。この特別に設計されたスリーブ 26 は中心の霧化燃料を取り囲む均一な環状エア・カーテンを発生するために補助流体流 5 に再び向けた分配孔 70 を備える。これは混合室 49 の壁面に炭素の堆積が起こるのを保護するためである。

【 0 0 5 0 】

20

好ましくは、補助流体流 5 は燃料噴射器 14 の軸と平行、またはほぼ平行である軸に沿ってスリーブ 26 で囲われ、形成される環状通路 34 から流出する。より好ましくは、加熱された補助流体流 5 は混合室 49 の上部 20 の壁面に向かって末広に広がらず、あるいは最小の広がりをもって環状通路 34 から流出する。

【 0 0 5 1 】

加熱された補助流体流 5 を混合室 49 に向けることで、燃料噴射器 14 の排出オリフィス 66 から流出する高速霧化燃料は直ちに加熱流体流 5 に乗って激しい混合と気化のために混合室 49 の中心部に流れる。

【 0 0 5 2 】

A T R 運転の場合、補助流体流 5 が周方向に均一に高速霧化燃料を完全に取り囲むように入口ポート 28、29 から加熱された補助流体流 5 が供給される。いま述べたことが起こらず、高速霧化燃料の流動方向がそれてしまう場合には触媒反応器 60 の近くで混合気は不均一な流れになる。図 4 は混合室 49 の上部 20 と流体連通し、それ以外では効果的に連結される円形スリーブ 26 を示す。この円形スリーブ 26 は高速霧化燃料を取り囲む均一な気流を生じるのに力を貸す。好ましくは、入口ポート 28、29 から流れる補助流体流 5 はスリーブ 26 の底部またはその近くでスリーブ壁面に突き当たるように向きを定め、スリーブ 26 の外側に配置される環状空間 68 を周方向に巡る補助流体流 5 を強制して生じさせる。混合室 49 の上部 20 では、旋回流体の圧力が循環する補助流体流 5 の圧力よりも低いので、循環する補助流体流 5 が圧力の低い上方向に引かれ、複数の再分配孔 70 に達する。好ましくは、複数の再分配孔 70 は補助流体流 5 が環状空間 68 から再分配孔 70 を通って環状通路 34 に流れるとき、補助流体流 5 が下方に向くように構成され、配置される。

30

40

【 0 0 5 3 】

好ましくは、再度補助流体流 5 が燃料噴射器 14 の軸と平行またはほぼ平行である軸に沿って環状通路 34 から流出する。より好ましくは、加熱された補助流体流 5 は混合室 49 の上部 20 の壁面に向かって末広に広がらず、あるいは最小の広がりを伴って環状通路 34 から流出する。

【 0 0 5 4 】

中心ミキサー / スワロー 30 が存在するため混合室 49 の上部 20 における流動構造は非常に複雑である。結果として、幾分か霧化燃料の液滴が混合室 49 の壁面に向かっ

50

て運ばれ、あるいは局所的に生じる逆方向の流れによって別々の区域に蓄積し、壁面が湿り条件になる。液体燃料が素早く気化しない場合、液体燃料は壁面に捕えられ、高温の熱のためにおそらく炭素またはコークスの堆積物になる。炭素堆積の可能性を最小にするため過剰な燃料を軽減するように混合室壁面にはら旋溝40が形成される。このら旋溝40は続けて流動させる液体燃料の延長径路を与える。この延長径路によって過剰な液体燃料は気化するための適当な滞留時間を持つことになり、改質器効率を大きく向上することができる。最も重要な点として、混合室壁面およびミキサー表面に集合した過剰な液体燃料が望ましくない温度勾配を生じる、触媒反応器60表面への付着または内部への浸入を引き起こす、したたりあるいは垂れ落ちが生じないことである。このら旋溝40は液滴の気化を助けるだけでなく、ライフル銃の銃身に刻む旋条と同様に混合室49内で旋回する混合気を安定させるのに役立つ。好ましくは、ら旋溝40の構成はら旋溝が混合過程および改質器操作に重大な影響を及ぼすことなく、炭素の堆積を許容する方法で構成され、配置される。

10

#### 【0055】

したがって、好ましい実施例において、壁面に集合する燃料液滴に延長気化時間を与えるために本発明は混合室49の上部20および下部22の壁面および/または安定ミキサー/スワロー30の移行部81の壁面にら旋溝40を設けることを含む。これに代わるものでは、ら旋溝40に代えて、またはそれと組み合わせてろう付けワイヤを使用することができる。これ以後、混合室49の上部20および下部22の壁面と関係する“溝40”はまたろう付けワイヤまたはろう付けワイヤと溝との組み合わせと呼ぶ。

20

#### 【0056】

好ましくは、溝40は溝または燃料案内路を与えるためにら旋型に混合室49の上部20および下部22の壁面に形成される。上部20および下部22の壁面に備えられる溝40は壁面での炭素の堆積と液体燃料の集合とを可能にし、ただし溝の存在が延長時間期間のために燃料噴射・混合装置10の性能には影響をもたらさないように構成され、配置される。好ましくは、燃料排出溝40は横断面半円形の多条ら旋溝として備えられる。しかしながら、三角形、長方形、台形または他のいずれかの形状でら旋溝40を刻むことで同じ目的を達成するようにしてもよい。しかしながら、溝の複雑さのために混合室49の壁面に従来加工方法を用いてら旋溝40または案内路を刻むことあるいは形づくるのが困難になる可能性がある。このような環境においては過剰な燃料を排出する案内通路を形成するためにインベストメント・キャスト法または壁面に細かいワイヤ31をろう付けするどちらかの方法を用いることが好ましい。

30

#### 【0057】

燃料液滴はミキサー/スワロー30にも蓄積するので、燃料を排出するら旋溝40はまた中心本体39、コーン部35、37および/またはベーン32の表面に付着する炭素の堆積を最小にするためミキサー/スワロー30に設けることができる。好ましくは、燃料排出溝40は横断面半円形で多条ら旋径路としてミキサー/スワロー30に備えられる。しかしながら、三角形、長方形、台形または他のいずれかの形状でら旋溝40を刻むことで同じ目的を達成するようにしてもよい。しかしながら、溝の複雑さのためにミキサー/スワロー30の表面に従来加工方法を用いてら旋溝40または案内路を刻むことあるいは形づくるのが困難になる可能性がある。このような環境においては過剰な燃料を排出する案内通路を形成するためにインベストメント・キャスト法または壁面に細かいワイヤ31をろう付けするどちらかの方法を用いることが好ましい。

40

#### 【0058】

図7を参照すると、混合室49の上部20および下部22との間の移行部81に構成され、配置される複数の移行通路42を有する、反垂れ落ち、反炭素ら旋溝40の実施例の詳細が示される。図7において、下流に流れる前に混合室49の壁面を巡る過剰な液体燃料を再分配するためら旋溝40に代えて、下部22全周にわたって環状溝部45を形成している、数条の移行流路42が設けられる。好ましくは、図7に示されるように、移行域81の上流および下流端に2条の移行流路42と2条の環状溝部45とが備えられる。よ

50

り好ましくは、移行流路 42 の幅は炭素の堆積がこれらの領域で許容できるようにら旋溝 40 の幅よりも大きい。

【0059】

一般に、ら旋溝 40 は混合室 49 の内面壁および/または中心本体 39、ペーン 32 またはコーン部 35、37 の表面に刻むことが好ましい。しかしながら、製造上の立場によれば、過剰な燃料を排出する排出通路を形成するためにミキサー/スワロー 30 のペーン 32 の表面に細いワイヤ 31 をろう付けすることは容易である。図 5 に示されるように、反垂れ落ちを目的に細いワイヤ 31 を中心本体 39 およびペーン 32 の底部近くにろう付けすることができる。

【0060】

図 6 はインベストメント・キャスト法で製作されるさらに複雑な配置を有するミキサー/スワロー 75 を示す。一体の溝 76 と凹型スカラップ 77 とは過剰な燃料を導くために役立つ。改質器の運転中、ミキサー/スワロー 75 に過剰な燃料が集合したならば、燃料がペーン 74 の底部のテーパ状後端に沿って混合室壁面方向に排出される。スワロー 75 のペーン 74 の後端は少なくとも約 10 度、好ましくは約 20 度よりも小さいテーパであり、より好ましくは約 10 度から約 20 度の間のテーパであり、混合室壁面方向に流動する過剰な燃料のための自然押し出しをつくり出す。

【0061】

第 2 の実施例において、本発明は他の液体燃料と共に使用するために構成され、配置される統合燃料噴射・混合装置を提供する。たとえば、本実施例の統合燃料噴射・混合装置は噴射器ユニットに対して 2 つの供給流を供給することで、蒸気改質器 (SR) または触媒部分酸化改質器 (CPOX) のどちらかとの適合性について向上することができる。さらに、当業者は SR または CPOX 改質器の運転条件を満たすために僅かの改良が噴射装置に適合する ATR 用途に向けた図 3 で説明した噴射器出口コーン 44 に合わせてなし得ることを理解する。

【0062】

たとえば、図 8 は蒸気改質器または触媒部分酸化改質器のために使用される燃料噴射器の一実施例を示す。ATR 改質器と同様に液体炭化水素燃料は燃料管 15 を通して噴射器 14 に導入され、霧化ガス流 4 は入口ポート 18 を通して導入される。好ましくは、SR 改質器用霧化ガス流 4 は蒸気を過熱蒸気とし、CPOX 改質器用霧化ガス流 4 は空気を加熱する。

【0063】

蒸気および触媒部分酸化改質器用出口コーン 80 は混合と壁面保護を目的として余剰ガス流が環状通路 34 に流出するのを許容するように構成され、配置される。したがって、ガス・スワロー 24 の上流に配置される出口コーン 80 を貫通する多数の流出孔 82 が備えられる。SR および CPOX 改質器を運転する場合、噴射器ハウジング・ユニット 12 には入口ポート 28、29 が配置され、専ら噴射器および改質器の暖機を目的として使用される。

【0064】

好ましい実施例において、燃料噴射器 14 は全ての運転条件で約 30  $\mu\text{m}$  よりも小さい液滴径を与える。しかしながら、予熱装置と組み合わせることなく、この要求を満たすことができる極めて少数の噴射方法がある。当業者によく知られたサイフォン噴射法は予熱装置を使用しないで極微細な液滴を生じる数少ない噴射法の一つである。したがって、サイフォン原理を使用する燃料噴射・混合装置は燃料ポンプを省略するため、あるいは燃料噴射・混合装置で利用可能な燃料圧力が著しく制限されるとき、特に有用である。

【0065】

図 9 はサイフォン原理だけを用いた噴射器 98 を使用する燃料噴射器の一実施例を示す。この噴射器 98 はガス・スワロー 24 内部に配置される排出オリフィス 58 を有する単純な直線燃料管 15 からなる。液体燃料は燃料排出オリフィス 58 と流体連通する、より好ましくは直接連通する燃料管 15 を通して供給される。燃料管 15 内部の液体燃料と

10

20

30

40

50

ガス・スワロー 24 内の霧化ガス流 4 との圧力差により真空が生じ、燃料管 15 から排出オリフィス 58 を通して燃料を外に吸い出すことができる。特に、霧化ガス流 4 はガス・スワロー 24 上のスピン孔 64 を通って流動し、排出オリフィス 58 の前に低圧の渦を形成する。この圧力差が生じる結果、液体を排出オリフィス 58 の外に吸い出し、均一な分布を保ちながら、極めて微細な液滴を発生することができる。霧化ガス流 4 との激しい混合と霧化とは最後の排出オリフィス 66 から流出する前に出口コーン 44 内部で起こる。

【0066】

実施例のサイフォン型噴射器 98 は構造が簡素で、製作するのが容易である。しかしながら、サイフォン型噴射器 98 の燃料量は霧化ガス流 4 の入口圧力に強く左右される。したがって、サイフォン型噴射器 98 については燃料低下割合が小さく、制限要因となる可能性があるが、それは低出力燃料改質器システムの性能条件を満たす。

10

【0067】

図 10 を参照すると、別の燃料噴射・混合装置の改良例が示される。図 10 は複数の、すなわち積層したメッシュ型スクリーン 92 を有する 2 つのスワロー・ミキサー 90 を組み合わせる混合室 49 の実施例を提供する。メッシュ型スクリーン 92 を追加することは燃料混合気の均一性を一段と増進する。さらに、メッシュ型スクリーン 92 は触媒反応器 60 の入口域の近くで混合気をさらに一様に分布させる際に極めて有効である。

【0068】

本発明の一樣相において、メッシュ型スクリーンはステンレス鋼および他の合金鋼のような耐熱性および耐食性材料で製作される。メッシュ型スクリーンの開口の形は商業的に利用できる円形、長方形、台形および他の幾何学的形状を含む。同様に、開口サイズは商業的に利用できるサイズから選ぶ。当業者は開口のサイズと数とが多孔率に影響をもたらす、多孔率が混合に反比例する、すなわち多孔率が小さくなればなる程、より混合が進むことを理解する。しかしながら、多孔率が小さくなればなる程、燃料噴射・混合装置全体での圧力損失がより大きくなる。結果として、当業者は特定の目的に役立つ最も望ましいメッシュ型スクリーンの組み合わせをもたらすようにこれらの 2 つの影響についてバランスを取らなければならない。

20

【0069】

図 10 に示されるメッシュ型スクリーン 92 は 3 層であるが、本発明はこれに限定されるように解釈されるべきでない。実際、当業者は混合室の圧力損失条件を満足するようにメッシュ型スクリーン 92 の数と多孔率とを選べることを理解する。たとえば、最適の混合性能を達成するために 60% またはそれ以下の総多孔率を有する、少なくとも 2 層のメッシュ型スクリーン 92 を使用することは好ましい。しかしながら、本発明はこれに限定されるように解釈されるべきでない。

30

【0070】

本発明の一樣相において、1 層のメッシュ型スクリーン 92 の多孔率は約 30% から約 80% の間である。複数のメッシュ型スクリーン 92 を使用するとき、そのスクリーンの多孔率は変えることができ、あるいは同一であってもよい。たとえば、3 層のメッシュ型スクリーン 92 の場合、最上流のスクリーン 92 a と最下流のスクリーン 92 c とが 60% の多孔率を有し、内部スクリーン 92 b が 40% の多孔率を有するように構成する。当業者は望ましい条件を達成するスクリーンの多孔率と数との無数の組み合わせを理解する。

40

【0071】

燃料噴射・混合装置の数例の実施例を説明したので、いまから、たとえば燃料電池に水素リッチガスを供給する触媒反応器に均質な燃料混合気を供給する方法を説明する。図 11 は実施例の方法についてのフローチャートを示す。好ましくは、本発明方法は液状流体の微細な燃料液滴を吸い出し、発生し（ステップ 1）；微細な燃料液滴を混合室に導き（ステップ 2）；燃料液滴の霧化を増進するため、たとえば加熱気流および/または蒸気流のような他の 1 またはそれ以上の流体を混合室に導き（ステップ 3）；燃料混合気を供給

50

するため1またはそれ以上の流体を微細な液滴と混合し(ステップ4);スワロー/ミキサーを用いて混合室内に微細な混合気を安定させる(ステップ5)ステップを含む。この後、燃料混合気は混合気が燃料電池用燃料として用いられる水素リッチガスに変換される触媒反応器に導入される(ステップ8)。

【0072】

好ましくは、液状流体の微細な燃料液滴を吸い出し、発生するステップ(ステップ1)は均一なサイズの液状流体の微細な燃料液滴を吸い出し、発生することを含む。より好ましくは、液状流体の微細な燃料液滴を吸い出し、発生するステップは微細な液滴を発生するためにサイフォン原理および/または圧力旋回技術を用いることを含む。

【0073】

本発明の様相において、微細な燃料液滴を混合室に導くステップ(ステップ2)は微細な燃料液滴を非常に高速で混合室に導くことを含む。より好ましくは、微細な燃料液滴を混合室に導くステップは液体シートまたは円錐状液体シートで微細な液滴を導くことを含む。

【0074】

好ましい実施例において、他の1ないしそれ以上の流体を混合室に導くステップ(ステップ3)は流体が初めに混合室に流入したとき、他の1ないしそれ以上の流体を微細な燃料液滴に周囲に均一に導くことを含む。好ましくは、他の1ないしそれ以上の流体は加熱気流または蒸気あるいはその2つの流体の組み合わせのいずれかである。

【0075】

本発明の別の様相において、他の1ないしそれ以上の流体を微細な液滴と混合するステップ(ステップ4)はさらに微細な液滴と1ないしそれ以上の流体との均一な混合を増進するために補助流体を混合室に導くことを含む。より好ましくは、補助流体を導くステップは加熱気流および蒸気流の少なくとも1つを混合室に導くことを含む。

【0076】

好ましくは、均質な燃料混合気を安定させるステップ(ステップ5)はスワロー/ミキサーを用いて高速である均質な燃料混合気を減速することを含む。より好ましくは、均質な燃料混合気を安定させるステップは燃料混合気を触媒改質器の入口全域にわたって均一に再分布させることを含む。

【0077】

本発明方法は任意のステップとして、燃料混合気の均一性を向上するために混合気をメッシュ型スクリーンを通して導入するステップ(ステップ6)を含む。先により詳しく述べたように、メッシュ装置は混合気の均一性を一段と高める。さらに、任意のステップとして、本発明方法は混合室の壁面またはミキサー/スワローの表面に蓄積する燃料の気化を促進するステップ(ステップ7)を含む。好ましい実施例において、ステップ7は混合室の内面および/またはミキサー/スワローの表面に沿って1条ないしそれ以上の流路または径路を与えることを含む。たとえば、1条ないしそれ以上のら旋溝または1本ないしそれ以上のろう付けワイヤのような少なくとも1条からなる流路または径路は混合室の内面またはミキサー/スワローの表面に集まる燃料液滴を流動させる溝または通路をもたらす。流路または径路によって与えられる延長径路により燃料液滴の気化をさらに促進することができる。この後、混合気が燃料電池用燃料として使用される、水素リッチガスに変換される触媒反応器に混合気を導く(ステップ8)。

【0078】

本発明の信頼できる実施例を説明したが、当業者が本発明の本質と範囲とから離れることなく、ここに開示された概念と統合できる他の実施例を使用できることは明らかである。ここに説明された実施例は全ての点で例示として、そして限定されないように考慮されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】図1は従来の簡素な燃料改質装置の模式図である。

10

20

30

40

50



【図 2】図 2 は本発明に従う自己熱改質器に設けられた統合燃料噴射・混合装置の一実施例を示す一部切り欠き断面図である。

【図 3】図 3 は図 2 の統合燃料噴射・混合装置用ガスアシスト式単一型噴射器の一実施例を示す横断面図である。

【図 4】図 4 は本発明に従う入口気流スリーブの一実施例を示す断面図である。

【図 5】図 5 は本発明に従う単一ミキサーの一実施例を示す斜視図である。

【図 6】図 6 は本発明に従う 2 重ミキサーの一実施例を示す斜視図である。

【図 7】図 7 は本発明に従う混合室壁面に形成されるら旋溝および環状溝の一実施例を示す斜視図である。

【図 8】図 8 は蒸気改質器または触媒部分酸化改質器向けに設計されたガスアシスト式単一型噴射器の一実施例を示す断面図である。

10

【図 9】図 9 は本発明に従って使用されるサイフォン型噴射器の一実施例を示す断面図である。

【図 10】図 10 は本発明に従う混合能力および流動の均一性を高めるメッシュ型スクリーン層を組み込んだ混合室の一実施例を示す断面図である。

【図 10 a】図 10 a は図 10 に示されるメッシュ型スクリーンの斜視図である。

【図 11】図 11 は水素リッチガスを供給するための均質な燃料混合気を触媒反応器に供給する、好ましい方法のフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 8 0 】

20

- 1 0 ... 燃料噴射・混合装置
- 1 4 ... 燃料噴射器
- 2 4 ... ガス・スワロー
- 3 0、7 5 ... ミキサー/スワロー
- 3 1 ... ワイヤ
- 3 2 ... ベーン
- 4 0 ... ら旋溝
- 4 5 ... 環状溝
- 4 9 ... 混合室
- 6 0 ... 触媒反応器
- 9 2 ... メッシュ型スクリーン
- 9 8 ... 噴射器

30

【図1】

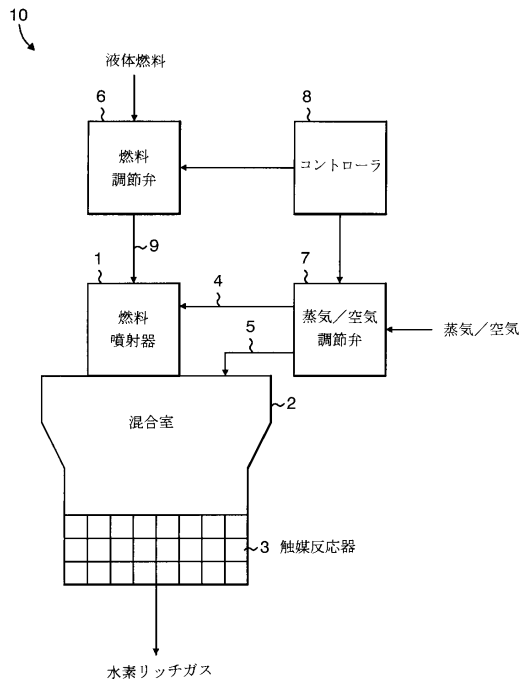


図 1

【図2】

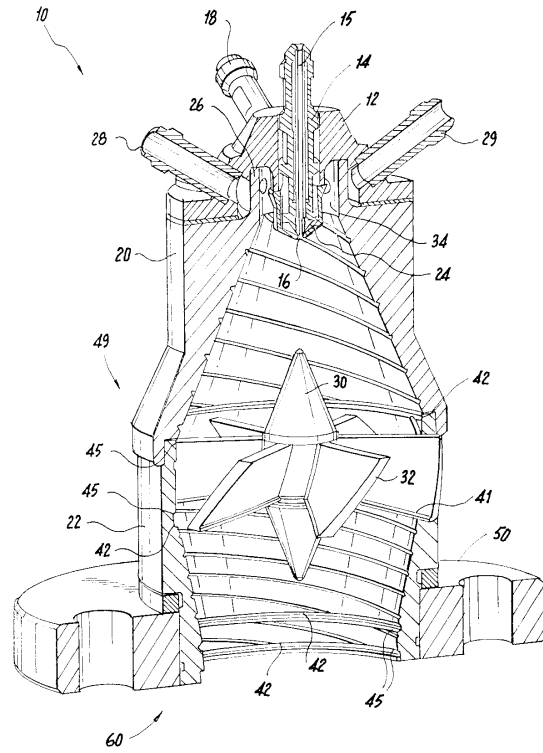


図 2

【図3】

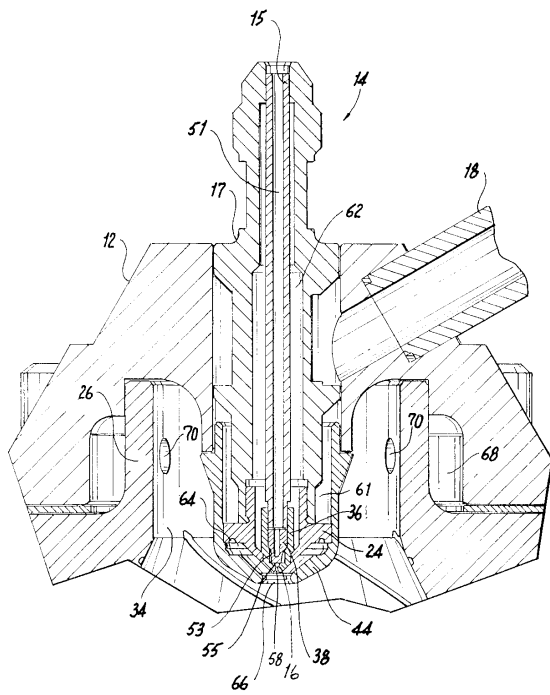


図 3

【図4】

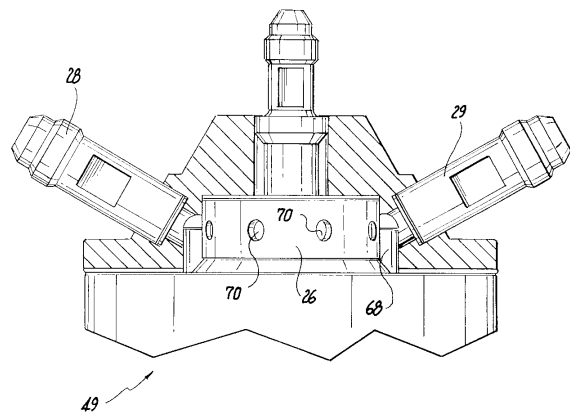


図 4

【 図 5 】

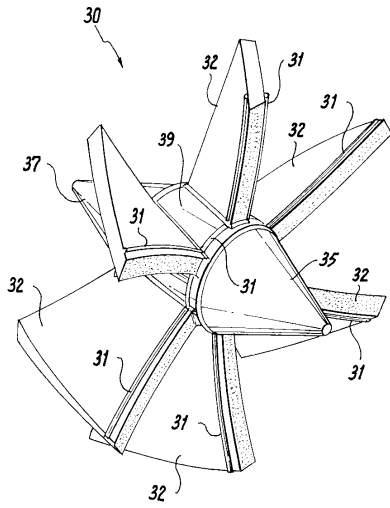


図 5

【 図 6 】

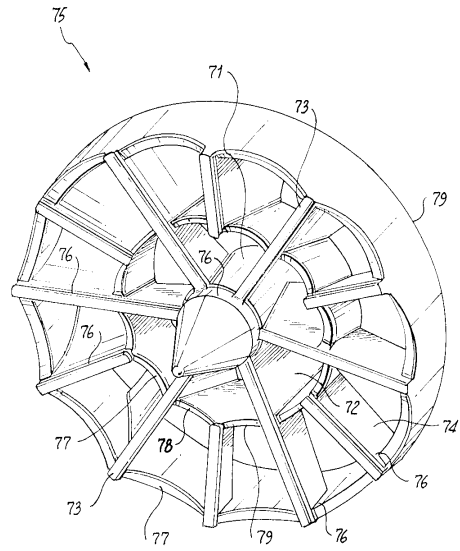


図 6

【 図 7 】

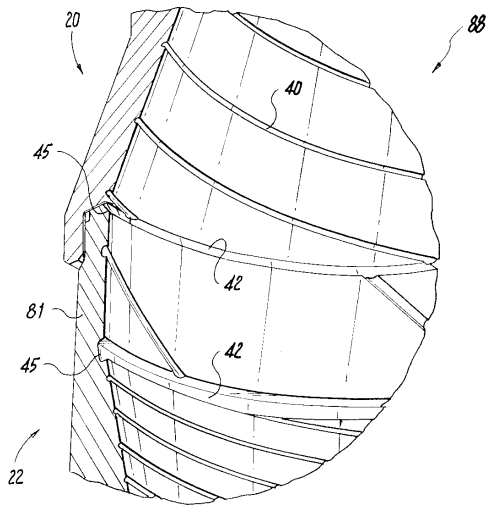


図 7

【 図 8 】

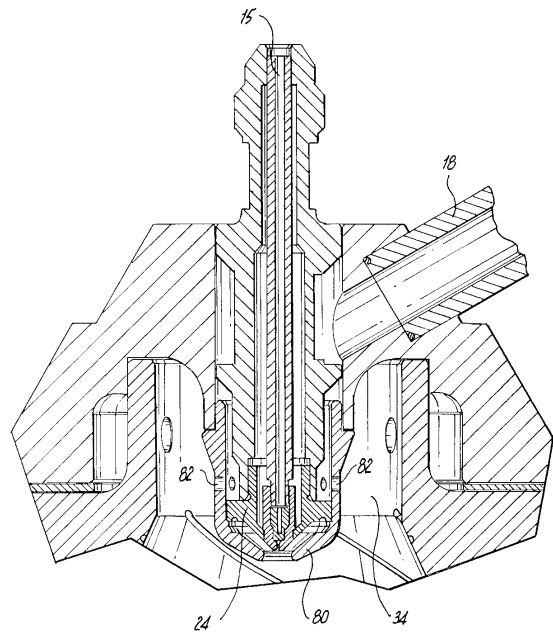


図 8

【図9】

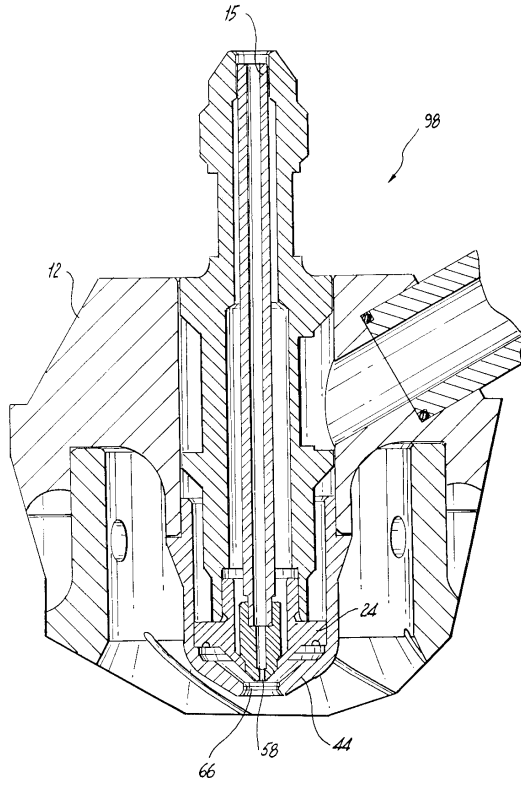


図 9

【図10】

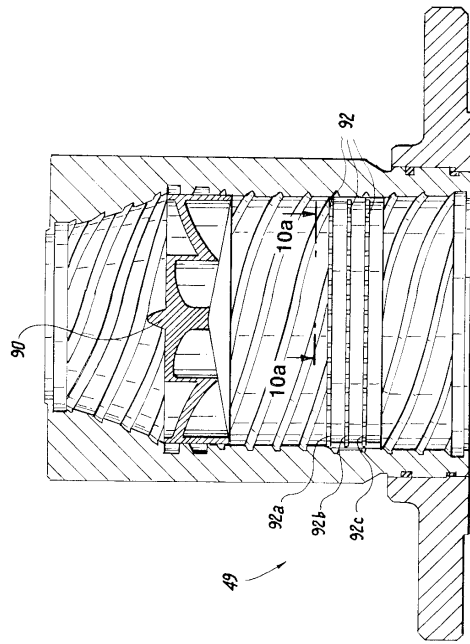


図 10

【図10a】

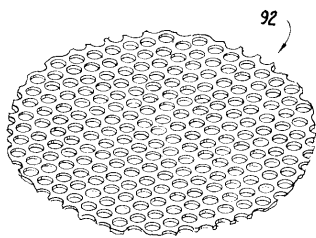


図 10a

【図11】

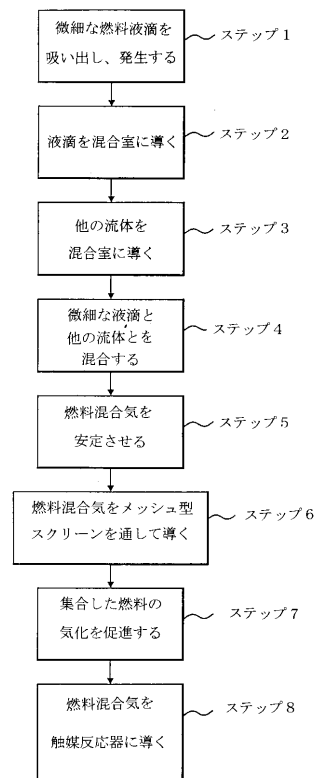


図 11

---

フロントページの続き

(72)発明者 ショート, ジョン

アメリカ合衆国 アイオワ州, ノーウォーク, デュブケ・ストリート 9065

審査官 横山 敏志

(56)参考文献 特開2004-119184(JP, A)

特開2003-206833(JP, A)

特開2005-056636(JP, A)

特開平11-248157(JP, A)

実開昭61-154422(JP, U)

特開2001-002401(JP, A)

特開2004-182494(JP, A)

特開2000-317358(JP, A)

特開平10-259738(JP, A)

特表2002-528671(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B3/00-6/34

H01M8/06

H01M8/12