

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5149647号
(P5149647)

(45) 発行日 平成25年2月20日 (2013. 2. 20)

(24) 登録日 平成24年12月7日 (2012. 12. 7)

(51) Int. Cl.	F 1
C O 1 B 3/38 (2006. 01)	C O 1 B 3/38
B O 1 D 53/94 (2006. 01)	B O 1 D 53/36 1 O 1 A
F O 1 N 3/08 (2006. 01)	F O 1 N 3/08 B

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-38611 (P2008-38611)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成20年2月20日 (2008. 2. 20)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-196837 (P2009-196837A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年9月3日 (2009. 9. 3)	(74) 代理人	100106002
審査請求日	平成20年9月26日 (2008. 9. 26)		弁理士 正林 真之
		(74) 代理人	100120891
			弁理士 林 一好
		(72) 発明者	本橋 剛
			埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本
			田技術研究所内
		(72) 発明者	三上 仁志
			埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本
			田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料改質装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気及び燃料からなる原料を改質触媒に供給し、大気圧より大きい圧力で水素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成するための燃料改質装置において、

前記原料を前記改質触媒に供給する原料供給手段と、前記改質触媒を備え、前記原料供給手段から供給された原料を改質して前記改質ガスを生成する改質手段と、前記改質触媒の温度を検出する触媒温度検出手段と、前記燃料改質装置の運転を制御する運転制御手段と、を備え、

前記運転制御手段は、前記原料供給手段の駆動を停止し、前記改質ガスの生成を停止させる停止モードと、前記原料供給手段を駆動させ、前記改質ガスを生成させる改質モードと、前記原料供給手段を駆動させ、前記改質ガスを極力生成させることなく前記改質触媒の温度を所定の範囲内に保持することで、瞬時に前記改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードと、を有し、

前記スタンバイモードの運転時、及び、前記スタンバイモードと前記改質モードとのモード間移行時において、前記改質触媒の最高温度を、300℃～1200℃の範囲内に制御し、

前記原料供給手段により供給される原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 [A/F] を制御する原料制御手段を備え、前記触媒温度検出手段により検出された前記改質触媒の温度に基づいて前記原料制御手段を駆動させることにより、前記スタンバイモードを実行し、

前記原料制御手段は、前記スタンバイモードで前記原料供給手段により供給される前記原料の改質空燃比 $[A/F]_s$ 及び燃料量 $[C]_s$ が、前記改質モードで前記原料供給手段により供給される前記原料の改質空燃比 $[A/F]_r$ 及び燃料量 $[C]_r$ に対して、下記式 (1) 及び (2) の関係を満足するように前記原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御し、かつ前記スタンバイモードにおいて前記改質空燃比 $[A/F]_s$ をストイキ以上に制御し、前記改質モードにおいて前記改質空燃比 $[A/F]_r$ をストイキ未満に制御し、

前記スタンバイモードにおける燃料量 $[C]_s$ が、改質空燃比をストイキ近傍としたときに改質触媒の温度が触媒耐熱温度を超えない量に設定されることを特徴とする燃料改質装置。

10

【数 1】

$$\frac{[A/F]_s}{[C]_s} > \frac{[A/F]_r}{[C]_r} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

$$[C]_s < [C]_r \quad \cdots \text{式 (2)}$$

【請求項 2】

前記改質触媒が、ロジウム、白金、パラジウム、ニッケル、及びコバルトよりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の金属触媒成分と、セリア、ジルコニア、アルミナ、及びチタニアよりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の酸化物又はこれらを基本組成とした複合酸化物と、を含むことを特徴とする請求項 1 記載の燃料改質装置。

20

【請求項 3】

内燃機関の排気系に前記改質ガスを供給するために用いられる請求項 1 又は 2 記載の燃料改質装置において、

前記運転制御手段は、前記各モードの切換時期を、前記内燃機関の運転情報に基づいて判断するモード切換時期判断手段を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の燃料改質装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、改質ガスが要求されたときに応答性良く改質ガスを生成・供給できる燃料改質装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、発電機や自動車等の内燃機関から大気中へ排出される様々な環境汚染物質が問題視されている。環境汚染物質は、酸性雨や光化学スモッグの原因となるうえ、人体の健康被害の原因ともなり、世界的にその排出量を規制する動きがある。特に、ディーゼルエンジンやガソリンのリーンバーンエンジン等の内燃機関では、希薄燃焼を行うため、例えば窒素酸化物（以下、 NO_x ともいう）が多く排出される。 NO_x 等は、車両上での浄化が容易ではないため、その効率的な浄化技術の検討が進められている。

【0003】

例えば、希薄燃焼が行われる内燃機関からの排気中に含まれる NO_x を浄化する方法として、排気が酸素過剰となるリーン条件下において、 NO_x 吸蔵・吸着触媒を通して NO_x を一時的に吸収・吸着する技術が知られている。この技術では、 NO_x を吸収・吸着した後、一時的に燃料噴射量を増加させることで排気中の酸素濃度が低いリッチ条件を作り出し、吸収・吸着された NO_x を還元する。

40

【0004】

例えば、カリウム等のアルカリ金属、バリウム等のアルカリ土類金属等と、白金等を組み合わせる NO_x 吸収・浄化触媒を用いた技術が検討されている（例えば、非特許文献 1、特許文献 1 及び 2 参照）。この技術では、まず、リーン条件下において酸素を利用し、 NO_x 吸収・浄化触媒上で NO_x を NO_3^- の形で酸化・吸収する。次いで、内燃機関をリッチ条件に制御することにより、排気中に酸素が少なく、且つ一酸化炭素及び炭化

50

水素が多く存在する状態を周期的に形成するとともに、リッチ条件下（還元雰囲気下）において、リーン条件下で吸収されたNO_xを、一酸化炭素及び炭化水素を用いて効率良く接触還元・浄化する。

【0005】

また、上記の技術をベースとして、排気流路内に配置されたアルカリ金属やアルカリ土類金属を含有した白金等からなるNO_x吸収・浄化触媒の上流に水素富化手段を設け、そこで水素含有気体（以下、改質ガスという）を製造し、下流に配置されたNO_x吸収・浄化触媒に導入する技術が検討されている（例えば、特許文献3参照）。この技術では、リッチ時のNO_xの浄化に際し、還元剤として通常使用される炭化水素の代わりに、上流の水素富化手段で製造される水素及び一酸化炭素からなる改質ガスが利用される。

10

【0006】

また、特許文献3に類似した技術として、内燃機関の排気流路とは別に設けられた水素富化手段を内燃機関とは独立して運転し、製造した改質ガスを排気流路内に導入する技術が検討されている（例えば、特許文献4参照）。この技術は、排気温度等の内燃機関の運転条件に左右されることがないため、特許文献3の技術に比して、NO_xの還元剤となる改質ガスを安定して製造できる。

【0007】

上記水素富化手段としては、燃料を用いた燃料改質反応がよく利用される。燃料改質反応とは、燃料である炭化水素を用いて、約600℃～1200℃の高温にて反応を進め、水素及び一酸化炭素を含有する改質ガスを生成する反応である。燃料改質反応は、酸化剤

20

【0008】

部分酸化反応により、水素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成する反応を、反応式（I）に示す。この反応は、燃料及び酸素を原料とした発熱反応である。このため、自発的に反応が進行する結果、一旦反応が開始されると、外部からの熱の供給が不要である。ただし、高温状態で燃料と酸素とを共存させた場合には、反応式（II）に示すような燃焼反応（完全酸化反応）も触媒上で同時に進行する。このため、触媒温度が意図する以上に上昇するおそれがあり、反応の制御が容易ではない。

【化1】



30

【0009】

水蒸気改質反応により、水素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成する反応を、反応式（III）に示す。この反応は、燃料及び水を原料とした吸熱反応である。このため、自発的には反応が進行しない結果、外部からの熱の供給が不可欠である一方、反応の制御は容易である。

【化2】



40

【特許文献1】特許第2586738号公報

【特許文献2】特許第2600492号公報

【特許文献3】特許第3642273号公報

【特許文献4】特開2006-242020号

【非特許文献1】「NO_x吸蔵還元型三元触媒システムの開発」自動車技術会論文集 Vol. 26, NO. 4, October 1995

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

50

しかしながら、例えば、内燃機関における NO_x の排出は、主に内燃機関の空燃比（以下、エンジン A/F ともいう）がリーンで、且つ高負荷時に排出されるという性質があり、常時排出されているわけではない。このような NO_x 等が排出されない状況下では、改質ガスを製造・供給しても、当然に NO_x 等の浄化効果を得ることはできない。逆に、燃料を不必要に消費してしまい、燃費に悪影響を与える。また、排気触媒が十分に活性化されていないコールドスタート時に改質ガスを導入すると、改質ガス中の一酸化炭素が、内燃機関の排気流路内で浄化されずに排出されてしまうといった問題が生ずる。従って、特許文献3及び4の技術においては、製造された改質ガスを NO_x 等の還元剤として使用する場合、改質ガスは NO_x 等の排出時期に同期して応答性良く製造・供給されることが求められる。

10

【0011】

ところで、部分酸化反応を利用した燃料改質装置では、改質反応が自発的に起こり始めるためには、改質触媒の最高温度が 300°C 以上（活性開始温度）であることが必要である。また、起動時に瞬時に反応させて改質ガスを製造・供給するためには、改質触媒の最高温度を $600^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ （反応温度）の範囲内に保持することが好ましい。このため、通常、内燃機関が NO_x 等を排出する時には、外部に設けられた加熱手段により、活性開始温度まで触媒が加熱される。次いで、反応による自己発熱で反応温度までさらに触媒が加熱された後、反応温度を維持しながら改質ガスが製造・供給される。内燃機関が NO_x 等を排出しない時には、改質触媒への原料の投入を停止することで排気流路への改質ガスの供給を停止する。そして、再度、内燃機関が NO_x 等を排出する時には、改質触媒の最高温度が活性開始温度以上であれば、加熱手段を用いることなく自己発熱による改質反応のみで改質触媒を昇温させる。一方、改質触媒の最高温度が活性開始温度以下であれば、活性開始温度までは外部からの加熱手段を用いて改質触媒を加熱し、次いで自己発熱により反応温度まで改質触媒を昇温させ、反応温度を維持しながら改質ガスを製造・供給するといったプロセスを経る。

20

【0012】

しかしながら、再製造・再供給の際に、特に改質触媒の最高温度が活性開始温度をも下回った状態で、再度、改質ガスを製造・供給しようとする場合、活性開始温度までの加熱手段による加熱に加え、自己発熱による反応温度までの昇温といった動作には、少なくとも数十秒の時間を要する。このため、例えば内燃機関の NO_x の排出時期に同期して、改質ガスを応答性良く製造・供給することができないといった問題を抱えている。

30

【0013】

上記問題の解決方法として、再起動する際に必要な温度を得るために、外部の加熱手段を利用し、改質触媒の最高温度を常に活性開始温度以上に保持する方法が考えられる。しかしながら、この方法では、加熱に要するエネルギー量が膨大となり、特に車両オンボード用としては大幅な燃費の悪化を招く。

【0014】

また、水蒸気改質反応を利用した燃料改質装置においても、水蒸気改質反応が吸熱反応であるため、反応中も外部からの加熱が必要となる。このため、外部の加熱手段を常時利用することができれば、反応温度が低下することを回避できるものの、加熱に用いるエネルギー量は膨大であり、特に車両オンボード用としては大幅な燃費の悪化を招く。

40

【0015】

一方、上記以外の他の解決方法として、特に排気流路外に設置された水素含有ガス供給装置においては、改質ガスを一時的に貯蔵するタンクを燃料改質器の後段に備え、製造した改質ガスを一時的にタンクに貯蔵し、例えば NO_x の排出時期に合わせて、タンクに貯蔵された改質ガスを排気流路内に導入するシステムが考えられる。このシステムでは、 NO_x 等の排出時期に同期した応答性の良い供給が求められる対象が、タンクに貯蔵された改質ガスを内燃機関の排気流路内に供給する供給手段であり、燃料改質器自体には優れた応答性は求められない。従って、このシステムによれば、例えば NO_x の排出時期に同期して改質ガスを供給できる。

50

【0016】

しかしながら、このシステムは、構成上、燃料改質器内の圧力を後段のタンクの内圧以上に設定する必要があるため、より加圧下で改質器を運転しなければならない。このため、効率良く改質反応を行うことができず、燃料の使用量が増加し、未改質HCが排出されるおそれがある。また、十分な量の改質ガスを排気流路内に供給するためには、大型のタンクが必要となる結果、車両へのオンボードの際には、そのレイアウトに制約が生ずる。さらには、タンク自体や排気流路への改質ガス供給手段等、改質器以外の補機類が必要となるため、システムが複雑化してコストの増加に繋がる等の問題が生ずる。

【0017】

本発明は、以上のような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、改質ガスが要求されたときに応答性良く改質ガスを生成・供給でき、且つ安価で車両への搭載に適した燃料改質装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明者らは、上記課題を解決するために鋭意研究を重ねた。その結果、停止モード及び改質モードに加えて、瞬時に改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードを設けた燃料改質装置によれば、上記課題を解決できることを見出し、本発明を完成するに至った。より具体的には、本発明は以下のような発明を提供する。

【0019】

請求項1記載の発明は、空気及び燃料からなる原料を改質触媒に供給し、大気圧より大きい圧力で水素及び一酸化炭素を含む改質ガスを生成するための燃料改質装置において、前記原料を前記改質触媒に供給する原料供給手段と、前記改質触媒を備え、前記原料供給手段から供給された原料を改質して前記改質ガスを生成する改質手段と、前記燃料改質装置の運転を制御する運転制御手段と、を備え、前記運転制御手段は、前記原料供給手段の駆動を停止し、前記改質ガスの生成を停止させる停止モードと、前記原料供給手段を駆動させ、前記改質ガスを生成させる改質モードと、前記原料供給手段を駆動させ、前記改質ガスを極力生成させることなく前記改質触媒の温度を所定の範囲内に保持することで、瞬時に前記改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードと、を有することを特徴とする。

【0020】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の燃料改質装置において、前記運転制御手段は、前記スタンバイモードの運転時、及び、前記スタンバイモードと前記改質モードとのモード間移行時において、前記改質触媒の最高温度を、300℃～1200℃の範囲内に制御することを特徴とする。

【0021】

請求項3記載の発明は、請求項2記載の燃料改質装置において、前記燃料改質装置は、前記改質触媒の温度を検出する触媒温度検出手段をさらに備え、前記運転制御手段は、前記原料供給手段により供給される原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御する原料制御手段を備え、前記触媒温度検出手段により検出された前記改質触媒の温度に基づいて前記原料制御手段を駆動させることにより、前記スタンバイモードを実行することを特徴とする。

【0022】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の燃料改質装置において、前記原料制御手段は、前記スタンバイモードで前記原料供給手段により供給される前記原料の改質空燃比 $[A/F]_s$ 及び燃料量 $[C]_s$ が、前記改質モードで前記原料供給手段により供給される前記原料の改質空燃比 $[A/F]_r$ 及び燃料量 $[C]_r$ に対して、下記式(1)及び(2)の関係を満足するように前記原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御することを特徴とする。

【数 1】

$$[A/F]_s > [A/F]_r \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$[C]_s < [C]_r \quad \dots \text{式 (2)}$$

【0023】

請求項 5 記載の発明は、請求項 4 記載の燃料改質装置において、前記原料制御手段は、前記スタンバイモードにおいて前記改質空燃比 $[A/F]_s$ をストイキ以上に制御することを特徴とする。

【0024】

請求項 6 記載の発明は、請求項 4 又は 5 記載の燃料改質装置において、前記原料制御手段は、前記改質モードにおいて前記改質空燃比 $[A/F]_r$ をストイキ未満に制御することを特徴とする。

10

【0025】

請求項 7 記載の発明は、請求項 1 から 6 いずれか記載の燃料改質装置において、前記改質触媒が、ロジウム、白金、パラジウム、ニッケル、及びコバルトよりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の金属触媒成分と、セリア、ジルコニア、アルミナ、及びチタニアよりなる群から選ばれる少なくとも 1 種の酸化物又はこれらを基本組成とした複合酸化物と、を含むことを特徴とする。

【0026】

請求項 8 記載の発明は、内燃機関の排気系に前記改質ガスを供給するために用いられる請求項 1 から 7 いずれか記載の燃料改質装置において、前記運転制御手段は、前記各モードの切換時期を、前記内燃機関の運転情報に基づいて判断するモード切換時期判断手段を備えることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0027】

請求項 1 に係る燃料改質装置は、空気及び燃料からなる原料を改質触媒に供給せずに、改質ガスを生成させない停止モードと、原料を改質触媒に供給し、改質ガスを効率良く生成させる改質モードに加え、原料を改質触媒に供給し、改質ガスを極力生成させることなく改質触媒の温度を所定の範囲内に保持することで、瞬時に改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードを有することを特徴とする。このため、従来の燃料改質装置のように、改質モードへの切換の際に、改質触媒が活性化されるまでの時間を要することなく、瞬時に改質モードへ移行できる。従って、改質ガスが要求された時にのみ、応答性良く改質ガスを生成・供給できる。また、タンク等の貯蔵手段を別途用いる必要が無いため、安価で小型であり、車両への搭載に適する。

30

【0028】

図 1 に、本発明の燃料改質装置を内燃機関の排気浄化に利用する場合において、燃料改質装置の各運転モード、各運転モードに対応した内燃機関の運転状況、及び燃料改質装置の運転状況等を模式的に示す。図 1 に示されるように、本発明の燃料改質装置の運転モードは、停止モード、改質モード、スタンバイモードの 3 種類に大別される。なお、図 1 では、空気中に含まれ、且つ改質反応に利用される酸素を、空気の代わりに示してある。

40

【0029】

停止モードでは、改質触媒に原料は投入されず、改質ガスの生成やそれに伴う改質触媒の温度上昇もない。停止モードは、内燃機関の排気流路に用いられる場合、例えば、内燃機関停止時やあるいは内燃機関が運転時であっても明らかに長時間改質ガスを要求しない時等で用いられることが好ましい。

【0030】

改質モードでは、改質ガスを効率良く生成させるために最適な空気量、燃料量、及び改質空燃比 A/F で原料が改質触媒に供給され、改質ガスが生成されるに伴い改質触媒が高温に保たれる。改質モードは、内燃機関の排気流路に用いられる場合、例えば、内燃機関が運転時であって高回転・高負荷時等の NO_x を排出する時や、 NO_x 吸着・吸蔵触媒に

50

において吸着・吸蔵 NO_x を処理する時等で用いられることが好ましい。

【0031】

スタンバイモードでは、改質モードへの迅速なモード移行に備え、改質触媒温度をできるだけ少ない燃料量にて高温に保ち、且つ水素や一酸化炭素等の改質ガスを極力生成させない様、最適な空気量、燃料量、及び改質空燃比 A/F で原料が改質触媒に供給され運転される。スタンバイモードは、内燃機関の排気流路に用いられる場合、例えば、停止モードから改質モードへの移行間に用いられったり、改質モードと改質モードの間であって、しながら一時的に改質ガスを要求しない時等で用いられることが好ましい。

【0032】

一般に、内燃機関は高回転、高負荷時に NO_x 等が多量に排出され、それ以外での運転条件では NO_x 等の排出量は少ない。このため、改質ガスを内燃機関の排気流路内に供給する場合には、高回転、高負荷時にのみ改質ガスを生成・供給し、それ以外での運転条件においては、改質ガスを生成しないことが望ましい。この点、仮に、一旦停止モードにしてしまうと、改質触媒の温度が低下してしまう結果、内燃機関が再び NO_x 等が排出される運転条件に移行した場合であっても、再び改質ガスを生成・供給できるまでに少なくとも数十秒もの時間を要してしまい、例えば NO_x の排出時期に同期して応答性良く改質ガスを生成・供給できない。また、仮に、改質モードのまま保持した場合には、常時改質ガスを排気流路内に供給することになり、特に、排気浄化触媒が未活性の時には、供給された改質ガス中の一酸化炭素がそのまま大気中に放出され、エミッションに悪影響を与える。また、供給された改質ガスが有効利用されないまま放出されてしまうため、燃費にも悪影響を与える。

【0033】

これに対して、本発明の燃料改質装置では、内燃機関が高回転、高負荷である時以外は、改質モードをスタンバイモードとしておくことにより、改質ガスを極力生成させることなく、改質触媒の温度を改質反応に最適な温度に保持できる。このため、内燃機関で再び NO_x 等が排出される条件に移行した際にも、瞬時に改質モードへと切換でき、数秒の時間差で再び改質ガスを生成・供給できる。従って、本発明の燃料改質装置によれば、例えば内燃機関の NO_x の排出時期に同期して、改質ガスを応答性良く生成・供給できる。

【0034】

請求項2に係る燃料改質装置は、スタンバイモードの運転時、及び、スタンバイモードと改質モードとのモード間移行時において、改質触媒の最高温度を $300^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ の範囲内に制御して運転が行われる。ここで、改質触媒の最高温度とは、改質触媒のうち最も高温化している部分の温度を意味する。改質触媒を利用した燃料の改質反応では、改質触媒の最高温度が、改質反応が自発的に起こり始める温度（活性開始温度）である 300°C を下回った場合、外部から加熱しない限り、原料を投入しても改質反応は進行しない。即ち、停止モードから直接改質モードへ移行する場合には、加熱手段が必要である。従って、改質触媒の最高温度を 300°C 以上に制御することにより、スタンバイモードの設定による効果が十分に発揮される。一方、改質触媒の最高温度が 1200°C を上回った場合、改質触媒の熱劣化が促進され、改質性能を保持できなくなるおそれがある。このため、スタンバイモードの運転時、及び、スタンバイモードと改質モードとのモード間移行時に、改質触媒の最高温度を $300^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ の範囲内に制御することにより、改質触媒を熱劣化させることがなく、例えば NO_x の排出時期に同期して応答性良く改質ガスを生成・供給できる。なお、改質触媒の最高温度が高いほど、改質モード移行時の応答性が良くなる傾向があり、改質触媒の最高温度が $600^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$ の範囲内に制御されることがより好ましい。この場合には、スタンバイモードから改質モードへの移行に要する時間がさらに短縮される。

【0035】

請求項3に係る燃料改質装置は、改質触媒の温度を検出する触媒温度検出手段を備え、この触媒温度検出手段により検出された改質触媒の温度に基づいて、改質触媒に供給する原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御することで、スタンバイモード

10

20

30

40

50

を実行することを特徴とする。触媒温度検出手段により改質触媒の温度を検出することで、改質反応の状況を正確に把握することができる結果、改質ガスを生成させることなく改質触媒の温度を所定の範囲内に保持でき、瞬時に改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードを確実に実行できる。ここで、改質空燃比 $[A/F]$ とは、エンジン空燃比 $[A/F]$ や排気空燃比 $[A/F]$ とは異なり、燃料改質装置の改質手段に備えられた改質触媒に供給された原料ガスの空燃比 $[A/F]$ を意味する。

【0036】

また、触媒温度検出手段を備えていることにより、モード移行間での原料供給量の変動による改質触媒の温度や反応状況等を正確に把握できるため、モード間の移行を迅速且つ安全に行うことができる。特に、改質モードとスタンバイモードの間を移行する場合、原料供給量を変動させて移行させる際に、原料の比率や量によっては、触媒を超高温化させてしまったり、逆に低温化させすぎて活性開始温度を下回ってしまう危険性があるところ、改質触媒の温度を常にモニターしながらモード移行することができ、そのような危険を回避できる。また、改質触媒の温度をモニターすることで、仮に何らかの理由で改質触媒が劣化してしまった場合であっても、改質モード等の定常状態にてその温度が劣化状況に応じて変動するため、改質触媒の劣化検知手段としても利用できる。なお、改質触媒の温度以外にも、例えば改質ガス温度等をモニターすることも考えられるが、改質ガスの温度は改質触媒の温度に比して温度の絶対値が小さく、モード移行間等での温度変動幅がより小さくなるため、改質触媒の温度を測定することが好ましい。

【0037】

請求項4に係る燃料改質装置は、スタンバイモードで原料供給手段により供給される原料の改質空燃比 $[A/F]_s$ 及び燃料量 $[C]_s$ が、改質モードで原料供給手段により供給される原料の改質空燃比 $[A/F]_r$ 及び燃料量 $[C]_r$ に対して、下記式(1)及び(2)の関係を満足するように原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御することを特徴とする。

【数2】

$$[A/F]_s > [A/F]_r \quad \dots \text{式(1)}$$

$$[C]_s < [C]_r \quad \dots \text{式(2)}$$

【0038】

図2に、部分酸化反応による燃料改質反応において、改質空燃比 $[A/F]$ に対する、燃料量、改質触媒温度、及び改質ガス生成量の関係を示す。改質反応においては、改質ガスが効率的に生成するある原料比率が存在する。このため、改質モードでは、その原料比率下で、改質触媒が耐熱性を維持できる温度を示す改質空燃比 $[A/F]_r$ にて運転されることが最も効率的で好ましい。また、図2に示されるように、スタンバイモードでは、改質空燃比 $[A/F]_s$ が改質モードでの改質空燃比 $[A/F]_r$ に対し、小さくても大きくてもいずれでも改質ガス生成量を減少させることができる。しかしながら、改質空燃比 $[A/F]_r$ に対し改質空燃比 $[A/F]_s$ を小さくした場合には、コークや未改質HCが発生し易くなり、改質触媒の活性低下を引き起こすため好ましくない。加えて、基本的には燃料量を増加させる方向であり、燃費にも悪影響を与えるため好ましくない。このため、 $[A/F]_s > [A/F]_r$ であることが求められるが、この条件下で仮に $[C]_s \geq [C]_r$ とすると、改質モード時に比して改質触媒の温度が上昇して超高温状態となる結果、改質触媒の熱劣化を招くため好ましくない。

【0039】

従って、上記式のような関係を満たすようにして運転することにより、触媒が超高温に晒されて劣化したり、コークが発生したりすることを回避できる。また、改質モードに対して使用燃料量を少なくすることで、改質ガスを生成させることなく改質反応に最適な温度を保持でき、スタンバイモードをより確実に実行できる。

【0040】

請求項5、6に係る燃料改質装置は、スタンバイモードにおいて、原料の改質空燃比 $[$

A/F] s がストイキ以上に制御され、また、改質モードにおいて、原料の改質空燃比 $[A/F]$ r がストイキ未満に制御される。このため、スタンバイモードでは改質ガスを生成させることなく、改質触媒の温度を高温に保持することができ、改質モードでは改質ガスを効率良く生成・供給できる。ここで、ストイキとは、完全燃焼反応における化学量論比を意味する。

【0041】

図2に示されるように、燃料量を一定にした場合、改質ガス生成量は、改質触媒に供給される原料の改質空燃比 $[A/F]$ によって変化する。そして、改質空燃比 $[A/F]$ がストイキ以上となると、改質ガスが生成されなくなるという特性を有している。これは、改質空燃比 $[A/F]$ がストイキを境に小さくなるほど、改質ガスを生成する部分酸化反応がより優位に進行するのに対し、改質空燃比 $[A/F]$ がストイキを境に大きくなるほど、改質ガスを生成しない完全酸化反応がより優位に進行するようになるからである。

10

【0042】

また、燃料量を一定にした場合、改質反応における発熱量は、部分酸化反応よりも完全酸化反応の方が大きいという特性も有している。本発明は、これらの特性を利用したものであり、即ち、改質モードでは、部分酸化反応を優位に進めて改質ガスを効率良く生成できる、改質空燃比 $[A/F]$ がストイキ未満で運転を実施する。一方、スタンバイモードでは、改質触媒を高温に保持しておくための熱量を効率的に発生させ（加えて、この時、燃料使用量は改質モードに対して減少させる）、且つ改質ガスを極力生成させない、好ましくは全く生成させない、改質空燃比 $[A/F]$ がストイキ以上で運転を実施する。これにより、各モードの役割を十分に達成させることができる。

20

【0043】

請求項7に係る燃料改質装置は、改質触媒として、ロジウム、白金、パラジウム、ニッケル、及びコバルトよりなる群から選ばれる少なくとも1種の金属触媒成分と、セリア、ジルコニア、アルミナ、及びチタニアよりなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物又はこれらを基本組成とした複合酸化物によって調製された触媒が用いられる。これにより、改質モード及びスタンバイモードの効率的な運転が達成される。本発明において改質触媒に求められる特性としては、活性開始温度が300℃以下であること、改質モードにおいて部分酸化反応活性が高いこと、スタンバイモードにおいて完全酸化反応活性が高いこと、1200℃までの使用温度に対し熱劣化が小さいこと、等が挙げられるところ、上記の中から選ばれた改質触媒であれば、これらの特性を備える。上記以外の改質触媒を用いた場合には、例えば、活性開始温度が300℃以上と高くなる結果、モード移行により多くの時間が必要となったり、触媒活性自体が低くなる結果、改質モードにおいて十分な改質ガスを生成できなかつたり、スタンバイモードで高温を保持できなかつたりするため好ましくない。

30

【0044】

請求項8に係る燃料改質装置は、内燃機関の排気系に改質ガスを供給するために用いられ、停止モード、改質モード、及びスタンバイモードの各モードの切換時期を、内燃機関の運転情報に基づいて判断するモード切換時期判断手段を備える。このため、内燃機関のNO_x排出時期に同期して改質ガスを応答性良く生成・供給できる。内燃機関の運転情報としては、エンジン回転数、燃料噴射量、排気空燃比 $[A/F]$ 、吸入空気量、排気浄化触媒温度等が挙げられる。これらの運転情報から、例えば内燃機関のNO_x排出挙動を推定し、運転モードの切換時期が判断される。また、排気浄化触媒としてNO_x吸蔵・吸着触媒を排気系に設置して用いる場合には、NO_x吸蔵・吸着量は排気浄化触媒の温度に対し依存性を持つことから、排気浄化触媒の温度情報に基づいてモード切換時期を判断することが好ましい。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0046】

50

図3は、本発明の一実施形態に係る燃料改質装置10のブロック図である。本実施形態に係る燃料改質装置10は、原料供給手段としての原料供給部11、改質手段としての改質部12、触媒温度検出手段としての触媒温度センサ13、ECU（電子制御ユニット）14を備える。

【0047】

本実施形態で用いられる燃料は、炭化水素を含有するものであればよく、ガソリン、軽油等、特に限定されない。好ましくは、重質の炭化水素をより多く含有する燃料が用いられ、軽油がより好ましく用いられる。

【0048】

原料供給部11は、空気及び燃料からなる原料を改質部12に供給できるものであればよく、燃料供給部11a、空気供給部11b、混合部11c等から構成される。これらから構成される原料供給部11は、ECU14により電氣的に接続され、ECU14により、燃料供給部11a、空気供給部11b、及び混合部11cを通じて、燃料量、空気量、及び改質空燃比 $[A/F]$ が制御される。

【0049】

燃料供給部11aは、燃料が流通する燃料流路と、ECU14により開弁時間及び閉弁時間が制御される燃料供給弁と、燃料流路を流通した燃料を噴射する噴射器と、を備えるものであってよい。燃料流路は、一端が燃料タンクに接続され、他端が噴射器に接続される。燃料流路は、燃料タンク中に貯留されている燃料を、燃料タンクから噴射器へと導く。噴射器は、燃料流路を流通した燃料を、混合部11c内に噴射する。噴射された燃料は、混合部11c内で気化され、空気と均一に混合される。

【0050】

空気供給部11bは、空気が流通する空気流路と、ECU14により開弁時間及び閉弁時間が制御される空気供給弁と、この空気流路内の圧力を負圧とすることにより、空気を吸引して混合部11c内に導く吸引ポンプと、を備えるものであってよい。空気流路12aの一端はエアフィルタに接続され、他端は混合部11cに接続される。

【0051】

混合部11cでは、燃料供給部11aから供給された燃料と、空気供給部11bから供給された空気とが均一に混合された混合ガスが生成される。混合部11c内において混合された混合ガスは、改質部12内に導かれる。

【0052】

改質部12は、改質触媒を備える。原料供給部11から供給された原料は、改質触媒の作用による改質反応により改質され、水素及び一酸化炭素を含む改質ガスに変換される。改質触媒としては特に限定されず、従来公知の改質触媒を用いることができる。具体的には、ロジウム、白金、パラジウム、ニッケル、及びコバルトよりなる群から選ばれる少なくとも1種の金属触媒成分と、セリア、ジルコニア、アルミナ、及びチタニアよりなる群から選ばれる少なくとも1種の酸化物又はこれらを基本組成とした複合酸化物と、を含む改質触媒が好ましく用いられる。これらの改質触媒は、好ましくは、コーディエライト製ハニカム構造体に担持されて用いられる。

【0053】

触媒温度センサ13は、改質触媒の温度を検出できるものであればよく、従来公知の温度センサが用いられる。触媒温度センサ13はECU14により電氣的に接続され、触媒温度センサ13により検出された信号は、ECU14に供給される。

【0054】

ECU14は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定のレベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路と、中央演算処理ユニット（以下「CPU」という）とを備える。この他、ECU14は、CPUで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路と、原料供給部11、改質部12等に制御信号を出力する出力回路とを備える。

【0055】

本実施形態に係る燃料改質装置 10 では、燃料改質装置 10 の運転を制御する運転制御手段等により ECU 14 は構成される。運転制御手段は、原料供給部 11 の駆動を停止し、改質ガスの生成を停止させる停止モードと、原料供給部 11 を駆動させ、改質ガスを生成させる改質モードと、原料供給部 11 を駆動させ、改質ガスを極力生成させることなく改質触媒の温度を所定の範囲内に保持することで、瞬時に改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードと、を有する。

【0056】

運転制御手段は、スタンバイモードの運転時、及び、スタンバイモードと改質モードとのモード間移行時において、改質触媒の最高温度を、 $300^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$ の範囲内に制御する。また、運転制御手段は、原料供給部 11 により供給される原料の空気量、燃料量、及び空燃比を制御する原料制御手段を備える。また、燃料改質装置 10 が内燃機関の排気系に改質ガスを供給するために用いられる場合に、運転制御手段は、各モードの切換時期を、内燃機関の運転情報に基づいて判断するモード切換時期判断手段をさらに備える。

【0057】

本実施形態に係る燃料改質装置 10 の効果について説明する。本実施形態に係る燃料改質装置 10 によれば、原料を改質触媒に供給し、改質ガスを生成させることなく改質触媒の温度を所定の範囲内に保持することで、瞬時に改質モードへの移行を可能とするスタンバイモードを有することから、改質モードへの切換の際に、改質触媒が活性化されるまでの時間を要することなく、瞬時に改質モードへ移行できる。

【0058】

また、本実施形態に係る燃料改質装置 10 によれば、スタンバイモードの運転時、及び、スタンバイモードと改質モードとのモード間移行時において、改質触媒の最高温度を $300^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$ の範囲内に制御して運転することにより、改質触媒を熱劣化させることがなく、例えば NO_x の排出時期に同期して応答性良く改質ガスを生成・供給できる。

【0059】

また、本実施形態に係る燃料改質装置 10 によれば、触媒温度センサ 13 により検出された改質触媒の温度に基づいて、改質触媒に供給する原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御することにより、改質反応の状況を正確に把握することができる結果、改質ガスを生成させることなく改質触媒の温度を所定の範囲内に確実に保持でき、瞬時に改質モードへ移行できる。また、モード移行間での原料供給量の変動による改質触媒の温度や反応状況等を正確に把握できるため、モード間の移行を迅速且つ安全に行うことができる。

【0060】

また、本実施形態に係る燃料改質装置 10 によれば、スタンバイモードで原料供給部 11 により供給される原料の改質空燃比 $[A/F]_s$ 及び燃料量 $[C]_s$ が、改質モードで原料供給部 11 により供給される原料の改質空燃比 $[A/F]_r$ 及び燃料量 $[C]_r$ に対して、上記式 (1) 及び (2) の関係を満足するように原料の空気量、燃料量、及び改質空燃比 $[A/F]$ を制御することにより、触媒が超高温に晒されて劣化したり、コークが発生したりすることを回避できる。また、改質モードに対して使用燃料量を少なくすることで、改質ガスを生成させることなく改質反応に最適な温度を保持でき、スタンバイモードを確実に実行できる。

【0061】

また、本実施形態に係る燃料改質装置 10 によれば、スタンバイモードにおいて、原料の改質空燃比 $[A/F]_s$ をストイキ以上に制御し、改質モードにおいて、原料の改質空燃比 $[A/F]_r$ がストイキ未満に制御することにより、改質モードでは、部分酸化反応を優位に進めて改質ガスを効率良く生成できる一方、スタンバイモードでは、完全酸化反応をより優位に進め、改質ガスを生成させることなく、改質触媒を高温に保持しておくための熱量を効率的に発生させることができる。

【0062】

また、本実施形態に係る燃料改質装置 10 を、内燃機関の排気系に改質ガスを供給する

ために用いた場合には、停止モード、改質モード、及びスタンバイモードの各モードの切換時期が、内燃機関の運転情報に基づいて判断できるため、例えば内燃機関の NO_x 排出時期に同期して改質ガスを応答性良く生成・供給できる。特に、リーン又はリッチ制御される内燃機関の排気系に配置される NO_x 浄化触媒の上流に、本実施形態に係る燃料改質装置10により生成された改質ガスを供給することにより、本発明の効果が顕著に発揮される。

【実施例】

【0063】

以下、本発明の実施例について詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0064】

<改質触媒の調製>

セリアに対してロジウムが質量比で1%となるように原料粉末を秤量し、水系媒体とともにボールミルに投入して攪拌・混合することにより、スラリーを調製した。得られたスラリーを、50ccのメタル製担体に100g/Lにてコーティングし、600℃で2時間の乾燥、焼成を行うことにより、1質量%Rh/CeO₂の改質触媒を調製した。

【0065】

<改質テスト>

調製した改質触媒を改質器内に充填し、改質テストを実施した。改質テストは、改質器の運転条件を3段階に分けて行った。具体的には、実施例1では、改質器の運転モードとして、(1)改質モード、(2)スタンバイモード、(3)改質モードを順次採用して改質テストを実施した。また、比較例1では、(1)改質モード、(2)停止モード、(3)改質モードを順次採用し、比較例2では、(1)改質モード、(2)改質モード、(3)改質モードを順次採用して改質テストを実施した。なお、各運転モードにおける原料の空気量及び燃料量は以下の通りとした。なお、空気としては、O₂=20.9%の模擬空気ポンプを用い、燃料としては、US認定軽油(H/C)=1.81(mol/mol)をそれぞれ用いた。また、下記の Λ は、改質空燃比[A/F]でストイキを1とした時の空気と燃料の比率を表す。

[改質モード]

空気量：20L/min.

燃料量：4.8g/min. ($\Lambda=0.33$)

[スタンバイモード]

空気量：0.7L/min.

燃料量：0.05g/min. ($\Lambda=1.16$)

[停止モード]

空気量：0L/min.

燃料量：0g/min.

【0066】

上記の条件で改質テストを実施し、モード(2)における燃料使用量、モード(2)における水素生成量、モード(2)からモード(3)への移行時の改質触媒温度、モード(3)における水素の再生に要した時間をそれぞれ測定した。改質ガスの分析には、PHEIFFER VACUUM製の質量分析計を用い、水素生成量を測定した。表1に実施例、各比較例におけるテスト条件、及びテスト結果を示す。また、図4に、実施例、各比較例における燃料量、改質触媒温度、水素生成量の経時変化を示す。

【0067】

10

20

30

40

【表 1】

	テスト条件			テスト結果			
	改質器運転 モード①	改質器運転 モード②	改質器運転 モード③	②における燃料 使用量(g/min.)	②における水素 生成量(L/min.)	②→③における 改質触媒温度(°C)	③における改質ガス 生成応答時間(sec.)
実施例1	改質モード	スタンバイ モード	改質モード	0.05	<0	910	3
比較例1	改質モード	停止モード	改質モード	0	<0	280	34
比較例2	改質モード	改質モード	改質モード	4.8	20	945	-

【0068】

10

<結果>

表1及び図4に示されるように、停止モードから改質モードへの移行を行った比較例1では、一旦停止モードにした後、再び改質モードに移行して改質ガス（水素）が十分に生成されるまでに34秒もの時間を要した。これに対して、スタンバイモードから改質モードへの移行を行った実施例1では、一旦スタンバイモードにした後、再び改質モードに移行してわずか3秒で改質ガス（水素）を生成できた。これは、スタンバイモードにて改質触媒温度を910°Cと高温に保っていたため、改質モードへの移行時に応答性良く改質ガス（水素）を生成できたと考えられる。また、スタンバイモード中では水素生成量はほぼ0であり、改質ガスを生成していないことも確認された。一方、実施例1のスタンバイモードにおける燃料量は0.05 g/minと、比較例2の改質モードにおける燃料量の約1/100であった。これにより、スタンバイモードにおいて改質空燃比[A/F]を1以上にすることにより、改質モードで改質ガスを供給し続けるのに対して、燃料使用量を抑制できることも確認できた。従って、本テスト結果により、本発明の効果が立証された。

20

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】本発明に係る燃料改質装置の運転モードを説明するための図である。

【図2】本発明に係る燃料改質装置の改質モードとスタンバイモードを説明するための図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る燃料改質装置のブロック図である。

30

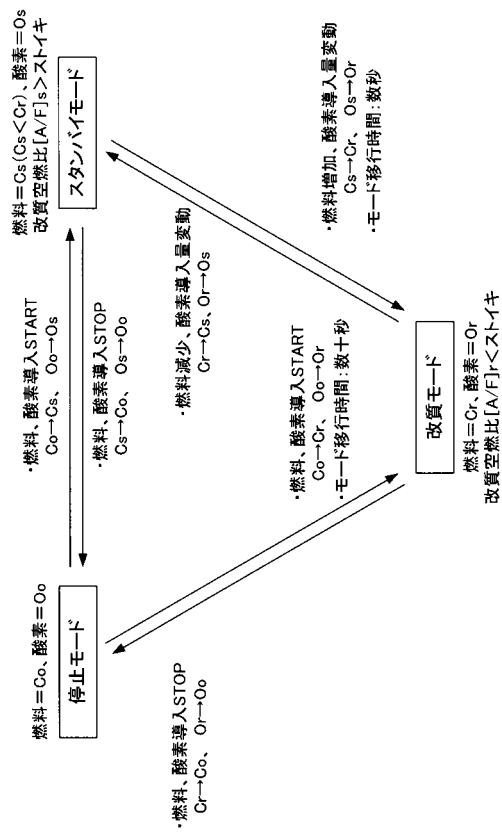
【図4】実施例及び比較例のテスト結果を示す図である。

【符号の説明】

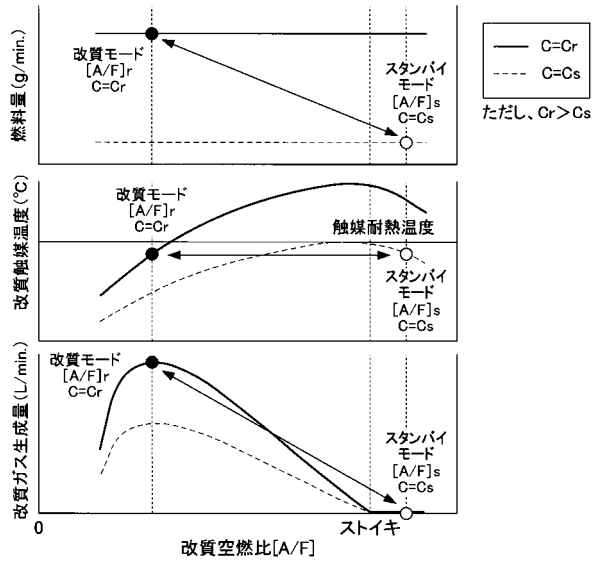
【0070】

- 10 燃料改質装置
- 11 原料供給部
- 12 改質部
- 13 触媒温度センサ
- 14 ECU

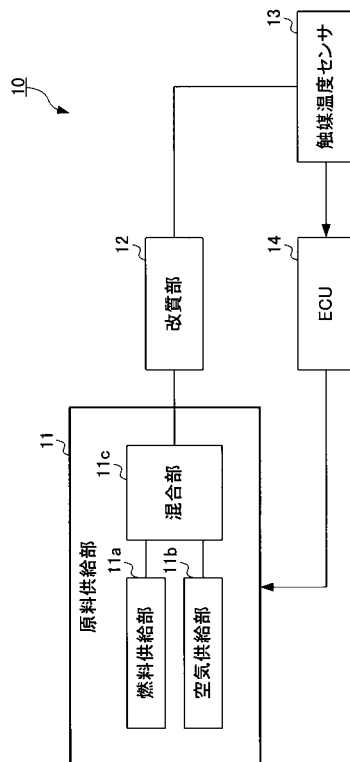
【図 1】



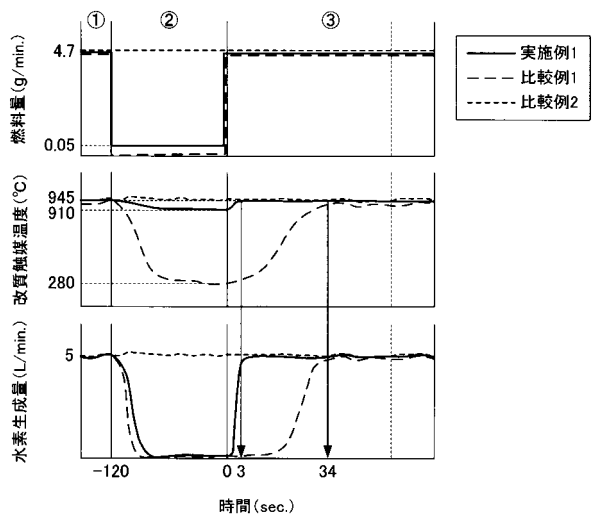
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 岩本 淳
埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内
(72)発明者 石丸 真也
埼玉県和光市中央1-4-1 株式会社本田技術研究所内

審査官 後藤 政博

- (56)参考文献 特表2007-509282 (JP, A)
特表2007-514090 (JP, A)
特開2003-128401 (JP, A)
特開2006-506581 (JP, A)
特開2004-217439 (JP, A)
特開2002-235594 (JP, A)
特開2002-179405 (JP, A)
特開2002-161735 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
C01B 3/00 - 3/58
B01D 53/86
B01D 53/88
B01D 53/94