

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4618563号
(P4618563)

(45) 発行日 平成23年1月26日(2011.1.26)

(24) 登録日 平成22年11月5日(2010.11.5)

(51) Int.Cl.	F 1
FO 1 N 3/20 (2006.01)	FO 1 N 3/20 Z A B B
FO 1 N 3/08 (2006.01)	FO 1 N 3/08 B
FO 1 N 3/36 (2006.01)	FO 1 N 3/36 B
FO 1 N 3/24 (2006.01)	FO 1 N 3/24 C
FO 1 N 3/02 (2006.01)	FO 1 N 3/20 D

請求項の数 9 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-532788 (P2006-532788)	(73) 特許権者	390033020 イートン コーポレーション EATON CORPORATION アメリカ合衆国 44114-2584 オハイオ州 クリーヴランド スーベリア アウェニュー 1111 イートンセンター
(86) (22) 出願日	平成16年5月5日(2004.5.5)	(74) 代理人	100068618 弁理士 豊 経夫
(65) 公表番号	特表2007-514090 (P2007-514090A)	(74) 代理人	100104145 弁理士 宮崎 嘉夫
(43) 公表日	平成19年5月31日(2007.5.31)	(74) 代理人	100109690 弁理士 小野塚 眞
(86) 國際出願番号	PCT/US2004/014007	(74) 代理人	100135035 弁理士 田上 明夫
(87) 國際公開番号	W02004/101965		
(87) 國際公開日	平成16年11月25日(2004.11.25)		
審査請求日	平成19年5月1日(2007.5.1)		
(31) 優先権主張番号	10/431,171		
(32) 優先日	平成15年5月6日(2003.5.6)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パルス化した燃料流れを使用して内燃機関エンジンの排出物制御を改善するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N S R 触媒を再生する方法であって、

5 % 以上の酸素を含む排気流を生成するようにエンジンを操作するステップと、炭化水素燃料を燃料装置の上流位置の排気流へ注入するステップであって、該注入は、排気全体を希薄にし、それによって注入された前記燃料は、前記燃料装置内で燃焼し、該燃料装置の少なくとも一部を少なくとも 500 に加熱するステップと、その後、該炭化水素燃料を一連のパルスにおいて該排気へ注入するステップであって、ここで、前記一連のパルスは、20秒以下の時間間隔であり、排気全体をリッチにし、前記燃料装置を加熱し、そして該燃料装置が、該燃料装置の下流に位置するN S R 触媒の再生に寄与するCOとH2を生成し、各パルスの間、前記燃料装置は、冷却されるが、500 以下に冷却されることがない、ステップと、

を含み、

こうすることによって前記N S R を前記一連のパルスを通して再生する方法。

【請求項 2】

前記一連のパルスが、約2個～約10個のパルスを含む請求項1記載の方法。

【請求項 3】

各パルスが、約0.1～約2.0秒持続する請求項2記載の方法。

【請求項 4】

各パルスの長さおよび各パルスの間の時間が、触媒が約500～約700の間の温度

で残留するように選択される請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記排気流が、圧縮着火エンジン排ガスである請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記燃料が、ディーゼル燃料である請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

前記燃料が、燃料注入口へ注入される前に気化される請求項 1 記載の方法。

【請求項 8】

前記酸素濃度が、8 ~ 15 % の範囲内である請求項 1 記載の方法。

【請求項 9】

前記燃料装置が、少なくとも 2 つの別個の触媒と、少なくとも 1 つの改質触媒である触媒と、少なくとも 1 つの酸化触媒である触媒とを含む請求項 1 記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、米国特許出願第 10 / 309,936 号 (2002 年 12 月 3 日出願) への優先権を主張し、この米国特許出願第 10 / 309,936 号は、米国特許出願第 60 / 337,023 号 (2001 年 12 月 3 日出願) への優先権を主張する。本出願は、さらに、米国特許出願第 60 / 426,604 号 (2002 年 11 月 5 日出願) への優先権を主張する。これらの出願の各々は、その全体が本明細書中に参考として援用される。

20

【0002】

(発明の分野)

本発明は、概して、内燃機関 (「IC」) エンジンに関し、特に、窒素酸化物 (「NO_x」) 排出物を生成する IC エンジンの性能と排出物制御を改善する装置、システム、および方法に関する。さらに本発明は、概して、排出物制御システム、触媒反応システム、および燃料処理に関する。

【背景技術】

【0003】

(発明の背景)

30

大気環境を改善する取り組みは、政府発行の厳格な排出物管理と規制に至っている。過去 30 年の間、火花着火ガソリンエンジンからの排出物で許容されるものは、大幅に減ってきていている。排出物を減らす取り組みとの緊張の中で、一般的な要望として、燃料効率の増加がある。これは特にディーゼルエンジンにおける問題点であり、該エンジンは非常に効率的ではあるものの、しばしば NO_x と粒子状物質 (「PM」) の両方の排出物を非常に多く生成する。実際、ガソリン火花着火エンジン規制に準拠するために、現在のディーゼルエンジンからの排出物は、特定のエンジンの型に応じて約 10 から 50 のファクターまで減らされなければならない。

【0004】

リーンバーンエンジンには火花着火 (「SI」) エンジンと圧縮着火 (「CI」) エンジンの両方がある。従来の SI エンジンと比べて、リーンバーン SI エンジンは 20 ~ 25 % の燃料節約を提供し、一方 CI エンジンは 50 ~ 100 % の燃費節約を提供する。CI エンジンは合衆国中で大型車両に広く用いられており、その用途は小型車両にも成長することが期待されている。CI エンジンも世界の大部分で旅客車両、小型ならびに大型トラック、および電気発電機に広く使用されている。

40

【0005】

現在、自動車の排出物制御は、三元触媒技術、すなわち一酸化炭素 (「CO」)、未燃炭化水素 (「UHC」) および NO_x の排出物を減らす技術に大きく基礎を置いている。この技術は、化学量論的なまたは化学量論的に近い空気 / 燃料比で操作される、通常のガソリンエンジンには極めて有効でありえる。しかし、三元触媒技術は、一般的に大過剰の

50

酸素を含む非常に希薄で総括的な排ガス混合物を生成するリーンバーンエンジンには適さない。これは、排ガス中の過剰の酸素がNO_xの還元を妨げているからであり、リーンバーンエンジンとTWCに基礎を置く排出物制御技術との両方の主要な限界である。たとえば、リーンバーンディーゼルエンジンの場合、排出物制御システムは約6～15%過剰酸素を含む排気流からNO_xとPMとを除かなければならぬ。

【0006】

したがって、多くの技術がリーンバーンエンジンの排ガスからNO_xを取り除く問題に対処するために検討されている。そのような技術のひとつとして、NO_x保存・還元（「NSR」あるいはNSR-型）システムを利用するものがある。この技術は科学文献のいたるところに記載され、業界では一般的によく知られている。たとえば、この技術の記載は、S. Matsumoto, C A T T E C H, Vol. 4, No. 2, pp. 102-109, 2000にあり、ここで挙げられている参考文献は全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。

10

【0007】

そこに記載のように、典型的なNSR触媒は吸着型触媒システムであり、可逆的なNO_x保存または捕獲とNO_x還元の二元機能を提供する。NSR触媒の1成分は、ガス気流中のNO_xと反応し、酸化条件下または排気流が過剰O₂を含む条件下でNO_xを捕獲する。この成分は、排気流が還元されている状態、すなわち過剰の還元種を含む状態になった時、NO_xを放出するように選択される。NSR触媒はまた、還元条件下でNO_xを還元剤と反応させ、無公害N₂を形成するNO_x還元触媒も含む。排気流が還元状態になると、NO_xが放出され、このNO_xがNO_x還元触媒上の還元種と反応し、N₂を形成する。吸着型触媒システムの一例として、日本で車両に商業的に使用されているPt/Rh/Ba/TiO₂/ZrO₂/Al₂O₃システムがある。

20

【0008】

NSR触媒の主な利点は、互換性があり、省燃費リーンバーンICエンジンに関して効果的であること、商業的に受け入れられること、還元剤としてアンモニアや尿素の使用を必要としないこと、典型的な条件で運転した時、高NO_x変換率を得る能力があることである。たとえば、ディーゼル燃料油を還元剤として使用する典型的な条件下でのディーゼルエンジンテストにおいて、90～100%のNO_x変換率に到達している。

30

【0009】

しかし同時に、NSR技術にはある重大な問題点と限界もある。NSR触媒の再生の間、NSR触媒の環境は、捕獲したNO_xをN₂に変換し触媒を再生するためにリッチにしておかなければならぬ。エンジンの運転を希薄な状態からリッチへ変更することによって、排ガス中の還元する環境を得るとすると、エンジンサイクルは、運転が意図されていない範囲で運転することになるであろう。たとえば、通常空気取入口上にはスロットルなしで運転されるディーゼルエンジンが、今やスロットルを必要とし、空気/燃料比をリッチ体制へ追いやる。さらに、これは素早くそして約2～20分毎と結構頻繁に行わなければならないであろう。

【0010】

酸素を消費しつつ還元する環境を作り出すために、燃料は排気流へ注入され、NSR触媒上で燃焼されてもよいし、上流酸化触媒上で燃焼させてもよい。高排ガス温度でこれが見られ、妥当な再生サイクルとNO_x変換効率が得られる。しかし、低負荷および低排ガス温度では、触媒がディーゼル燃料と充分に反応しないので、この工程はうまく働かない。さらに、作り出された高温が、NSR触媒を望ましくない高温に追いやるということもありえる。

40

【0011】

NSR技術の他の問題点は、NSR吸着剤は通常、硫黄に対して非常に敏感であることである。NO_x吸着剤材料は、燃料中に含まれる硫黄酸化物と反応し、硫酸塩を形成しうる。たとえば、S. Matsumoto, C A T T E C H, Vol. 4, No. 2, pp. 102-109, 2000; K. Yamazaki, Applied Cataly

50

s i s B : Environmental , Vol . 30 , Nos . 3 , 4 , pp . 45
 9 - 468 , 2001 に記載されており、ここで挙げられている参考文献は全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。これらの硫酸塩は容易に分解せず、ゆっくりと NO_x 吸着剤を不活性硫酸塩に変換し、その捕獲効率を低減していく。低硫黄燃料（たとえば 15 ppm の範囲内）でさえ、NSR 触媒は、その NO_x 捕獲効率が大きく低減するまで約 500 ~ 1000 車両マイルしか持続しない。現行そして将来予測される排出物規制によって求められる、150,000 ~ 400,000 マイルを持続する NSR 触媒を製造するためには、NSR ユニットを、あまりに大きく設計しなくてはならず、業界内で便利に活用されないのであろう。NSR 触媒ユニットは、還元雰囲気中、500 ~ 650 の温度で処理することによって脱硫酸化できることは発見されているものの、NSR 10 トランプユニットそのものの中でこの環境を作り出すような方法でエンジンを運転することは非常に難しい。

【0012】

排ガス中に直接注入することでディーゼル燃料を還元剤としての使用することは、アイドリングおよび低負荷を始めとするディーゼルエンジンの運転サイクルの重要な部分をカバーする、排気流温度 150 ~ 250 においてあまり効果的ではない。高い入口温度（たとえば、250 ~ 300 またはそれを超える範囲）でディーゼル還元剤を使用すれば、高い NO_x 変換率が可能かもしれないが、これらの温度は、これを有用なアプローチにするための運転条件の充分に広い領域を超えて、たいてい得ることはできない。水素、一酸化炭素、アルコール類および低分子量炭化水素のいくつか（たとえば、プロピレン）のような他の還元剤は、低温でより反応性があり、運転条件のより広い範囲でより優れた還元能力を提供するかもしれない。しかし、これらの材料を使用すると、車両に追加の燃料源を備えることが必要となり、コストの増大とともに、重大な構造基盤と設計関連の問題を引き起こす。これらの問題点および限界は、NSR 技術の広範な商業的用途と受け入れに大きな妨げとなっている。 20

【0013】

公開された PCT 特許出願 WO 01 / 34959 A1 で H . S . Hwang らは、NSR 触媒の再生の改良に関する 1 つのアプローチを示しており、これは全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。この出願は、燃料と空気を受け取り、それを触媒上で処理して排ガスシステムのすぐ外側にあるシステム内に部分的に反応した燃料と場合により H_2 および CO のいくらかとの混合物を得る燃料処理装置を記載する。部分的に反応した燃料の混合物は、次いで、NSR 触媒再生の必要が生じた時に排気流に注入される。 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかし、このアプローチにはいくつかの問題点がある。まず、装置は還元剤を製造することに限定され、排ガス中の酸素レベルを減らす支援とはならない。また、この装置は、最適な NSR 触媒再生あるいは脱硫酸化を促進するために、充分に高い排ガス温度を提供することができない。さらに、もし該装置が断続的にだけ使用されるとすれば、燃料および空気も断続的に作動されなければならない。燃料装置は特性を機能させるよう高温に保たれているため、これは非常に難しいかもしれない。アイドリングまたは低負荷運転中、NSR 触媒は最適な燃費経済性のために、10 ~ 20 分毎に 1 回しか再生しないかもしれない。さらに、燃料装置は、たとえ必要でなくても、長時間高温に保たれなければならないため、エネルギー消費がかなり増え、燃費経済性に悪影響がある。最後に、部分的に処理された燃料、 H_2 および CO は連続的に生成されるので、再生サイクルが必要とするまで、これらを保存しておかなければならぬ。これはシステム設計全体を複雑にする。したがって、大きな必要性が、現在出回っている NSR システムの問題点および限界を克服することができ、同時に現在の排出物および燃料効率に関する問題点に実用的な解決法を提供することができる方法および装置に残っている。 40 50

【課題を解決するための手段】

【0015】

(発明の要旨)

本発明は、NSR技術を可能にするシステムおよび方法を提供することによって、この要求を満たす。この方法で、NSR技術を持つディーゼルおよび他のリーンバーンエンジンの大規模な商業的用途を促進する。これは、厳しい環境規制の遵守を確保するとともに、石油を節約し、温室効果の原因となるガスや排出物を減らす支援となる。

【0016】

したがって、本発明の目的は、NSR型またはNSR型の排ガス制御システムが付いているリーンバーンICエンジンの性能と排出物とに関して改良を提供することである。本発明のさらなる目的は、NSRシステムを含む用途に合う温度で、ディーゼルやガソリンなどの燃料を、COおよびH₂を含む還元ガス混合物に変換することができる装置を提供することである。本発明のさらなる他の目的は、NO_xを窒素に還元するNO_x吸着剤を再生することができ、NSR型排ガス制御システム触媒を周期的に脱硫酸化することができる還元ガス混合物を提供することである。本発明のさらなる他の目的は、NO_x還元剤およびディーゼル燃料より効率的な吸着型触媒脱硫酸化剤を提供することである。本発明のさらなる他の目的は、断続的な希薄/リッチ燃焼モードというより連続的な希薄燃焼モードにおいてICエンジンを運転可能にすることである。これらおよび他の目的と利点は、本明細書のこれからの説明および添付の図面から明らかになるであろう。

【0017】

1つの態様では、本発明は、過剰酸素を含む排気流中のNO_xを還元するシステムであって、NSR触媒と、燃料装置と、少なくとも1つの燃料注入口とを備えるシステムを提供することによって、これらの目的を達成する。前記燃料装置は、NSR触媒の下流の位置に配置され、入口と、出口と、少なくとも1つの触媒とを備える。或る変型では、燃料装置がさらに硫黄捕獲剤を含む。

【0018】

燃料は燃料注入口に注入され、燃料装置触媒上で反応し、燃料装置触媒の少なくとも一部の温度をすばやく上昇させ、その少なくとも一部をH₂およびCOに変換する。或る変型では、燃料の注入をパルスで行う。他の変型では、燃料を燃料装置に注入して、燃料装置触媒を予熱する。

【0019】

或る変型では、システムはさらに、燃料装置より大きな熱容量を有するサーマルマスを備える。サーマルマスは、たとえば、PMフィルター、一体構造物でもよく、またはNSR触媒あるいは燃料装置の一部であってもよい。システムは、場合によっては、燃料予熱器、燃料気化器、攪拌器および制御システムを備えてよい。

【0020】

他の態様では、NSR触媒吸着剤を再生する方法であって、排気流をエンジンから供給するステップと、燃料を燃料装置の下流位置に注入するステップと、場合によっては、前記排気流と前記燃料とを混合するステップと、前記燃料と前記排気流との混合物を前記燃料装置内で反応させ、COおよびH₂を含むガス混合物を生成するステップと、該ガス混合物をNO_xトラップに導入するステップとを含み、吸着剤を前記還元ガス混合物の導入によって再生することによって、これらの目的を達成する。

【0021】

1つの変型では、燃料は注入する前に気化する。他の変型では、燃料は1を超える当量比で注入される。他の変型では、燃料は、ガソリンでもよいしディーゼル燃料でもよい。さらに他の変型では、触媒の少なくとも一部が、少なくとも500に加熱される。

【0022】

他の態様で、本発明は、NSRシステムを伴う用途用の燃料処理装置であって、入口と、出口と、少なくとも1つの触媒と、少なくとも1つの燃料注入口とを含む燃料処理装置を提供することによって、これらの目的を達成する。該燃料注入口は触媒の下流位置に配

10

20

30

40

50

置され、触媒への燃料の注入を促進する。燃料の少なくとも一部が触媒上で反応し、触媒の少なくとも一部の温度をすばやく上昇し、燃料の少なくとも一部を H_2 および CO に変換する。或る変型では、燃料処理装置は、さらに攪拌器または追加の触媒を備える。

【0023】

さらに他の態様では、本発明は、本発明のシステムおよび方法を伴う用途のための制御方針を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

本発明の前述のおよび他の態様は、詳細な説明とともに添付の図面を参照して、最もよく評価されるであろう。

10

【0025】

(発明の詳細な説明)

1つの態様で、本発明は、ICエンジンの性能と排ガス制御とを改良するシステムを提供し、特に、NSR触媒が装備されている装備されているリーンバーンエンジンを提供する。本明細書で「NSR触媒」と記載されている場合、 NO_x 吸着型触媒システムを有する全てのシステムを具現化していると理解されるべきである。図面を参照して、全図面を通して同じ数字は同じ要素を示す。典型的なNSR触媒の稼動を図1に示す。

【0026】

そこに示すように、排ガスは、吸着サイクル100の間、触媒中を流れるので、 NO_x は過剰酸素の存在下で吸着剤によって吸着される。NSR触媒は吸着が非常に効率的になるように設計されており、曲線102によって示されているように、排気流から NO_x の吸着がほぼ完璧に行われる。NSR触媒は、通常、排ガスユニット内にキャニスターがあり、排気ガスはそれを通じて流れることができる。一般的な触媒は、表面や壁に塗布された造物吸着剤および触媒成分を有する一体構造物のような、ハニカム状である。

20

【0027】

NSR触媒中の吸着剤が NO_x で飽和され始めると、吸着が完全でなくなり始め、 NO_x 捕獲を終了させる NO_x レベルが、曲線104によって示されるように、増加し始める。この時点で、排気流の組成は酸化状態から還元状態へ変化し、還元サイクル106が始まる。次いで、還元剤が導入され、酸素レベルは、曲線108に示されるように、0まで還元される。

30

【0028】

還元環境で NO_x は吸着剤から脱離し、 NO_x トラップの触媒成分によって還元されて窒素になる。この反応は、一般的に、還元サイクル106が比較的短くなるのに充分な速度で起こると同時に、 NO_x 吸着触媒の重要な部分が再生するのに充分な時間が与えられる。次いで、排ガス組成は、正常な酸化条件に戻り、全サイクルは繰り返される。通常は、吸着サイクル100は、いずれにしても高負荷で1~5分持続し、低負荷またはアイドリングで20分持続し得る。再生-還元サイクル106は、通常、1~10秒持続し、NSR触媒を再生するために必要とされる時間に応じて、これより長くなる可能性がある。

【0029】

再生-還元用の還元ガス組成は、過剰の燃料を、燃焼の後期(たとえば、パワーストロークの最終の間、または排ガストロークの間)、エンジンシリンダーに注入するか、または直接NSRシステムの上流の排ガスピープに注入することによって得られる。この技術の全 NO_x 変換率または除去性能は、吸着型触媒システムの再生-還元性能によって影響される。したがって、もし再生サイクルに効果がなければ、それに続く吸着サイクルも効果がなく、排出を終了させる NO_x レベルは、通常非常に高い。

40

【0030】

次に図2に移る。ここには、本発明の通常のシステムの概略図が示されている。ここで記載されているように、燃料装置200は、エンジン204とNSRシステム206との間に排ガスピープ202に沿った位置に配置されていてもよい。このように、排気流は、先ず燃料装置200を通り、次いでNSRシステム206中に流れいく。燃料装置20

50

0は、NSRシステム206とともに1つのハウジング構造体中に配置されてもよいし、されなくてもよい。1つの変型では、後段でさらに詳しく説明するように、燃料装置200は断続的に稼動され、NSRシステム206のNSR吸着剤を周期的に再生する。吸着剤を再生している時、燃料208は燃料装置200に注入してもよいし、燃料装置200の上流の位置に注入してもよいし、直接、燃料処理装置200およびその上流位置の両方に注入してもよい。

【0031】

1つの変型では、燃料装置200は、図3に示すように、少なくとも1つの触媒を備える。図に説明的に示すように、燃料装置200は、入口300と、出口302と、少なくとも1つの触媒308とを備える。少なくとも1つの燃料注入口304と、場合によっては攪拌器306とが、燃料装置の上流の位置に配置されている。さらに、燃料装置200は、燃料予熱器、燃料気化器、空気または追加の燃料(図示せず)を導入するための第2注入口および制御システム(図示せず)を備えてもよい。

【0032】

図3に説明的に示すように、燃料装置200は排ガス混合物310を受け取るための入口300を備える。燃料注入口304は、燃料を受け取るために、燃料装置200の上流位置に配置されている。燃料を口304に注入した後、燃料は燃料装置200に入り、排ガス混合物310と混合される。口304へ注入する燃料は、蒸気の形態でもよいし、液体の形態でもよいし、またその2つの組合せであってもよい。もし注入燃料が液体である場合、熱い、排ガス混合物と接触した時、そのいくらかあるいは全部が気化してもよい。混合はこの気化によってさらに促進される。このようにして、排ガス混合物310および注入された燃料は、任意の攪拌器306の中を通り抜ける。攪拌器306は、ガスの混合を促進し、液滴の気化を支援するどのような攪拌器であってもよい。

【0033】

混合物は、得られた当量比()が所望の限界内になるように、充分に均一であってもよい。ここで当量比は、燃料濃度を、ガス混合物中に存在する全酸素が充分に反応しCO₂とH₂Oとなるのに必要な理論燃料濃度で割ったものである。たとえば、もし燃料装置を、トラップに入る前に排ガス中の酸素濃度を減らし、ゼロにするために使用するのであれば、混合のレベルは、必要とされる混合物当量比を決定する。もし攪拌器が、+/-10%の触媒入口で均一に混合物を生成するなら、燃料が加えられ、触媒での最低当量比が1.0になるように、当量比1.1としてもよい。同様に、リッチで運転してH₂およびCOを生成する燃料装置の一部のために、混合物の均一性は必要な改質性能を得るために要求される当量比と要求される温度とによって決定されがちである。通常、混合物の均一性は、+/-20%が望ましく、+/-10%がさらに望ましく、+/-6%が最も望ましい。

【0034】

1つの変型では、成分を混合し、比較的均質な気流とする、静的(たとえば、可動部を有しない)インライン攪拌器が用いられる。該変型では、攪拌器は、ガス気流成分の流れを変えることによって作用し、これによって入口気流の混合を起こす。種々の静的攪拌器が市販されており、それを使用してもよい。たとえば、静的攪拌器の1つの型は、気流を部分に分ける交差溝の列を有し、分けられた部分は、位置を変えられ、組み合わされる。攪拌器の他の型は、旋回翼と、旋回翼を回転する計測器とを供える。これらは、ガス混合物を旋回させ、ガス混合物にする。旋回翼は、1方向に回転する部分を有してもよいし、反対の方向に回転する他の部分を有してもよい。パイプ部が、攪拌器として使用されてもよい。たとえば、5を超える長さ/内径比(L/D_i)をもつ直管部またはベントパイプ部を使用してもよい。

【0035】

あるいは、攪拌器は、気流内で乱流や混合を引き起こす、ファン、タービンまたは音響エネルギー入力装置のような可動部を有してもよい。しかし、そのような攪拌器は、可動部が使い古され点検を必要とし、また、より大きなエネルギー入力を必要とするので、あ

10

20

30

40

50

まり望ましくないかもしれない。混合効率におけるどのような改良の評価も、非静止混合物が、複雑な追加設計およびエネルギー消費量に容認するのに充分都合がよいかどうかを決定する前になされるべきである。

【0036】

さらに、特に燃料が高分子で熱分解しやすい場合、噴霧された燃料と接触して、攪拌器の一部にワニスまたは炭素質沈着物が形成される可能性がある。ワニスは、ディーゼル燃料の部分熱分解によって形成される塗料のような炭化水素である。攪拌器の一部に、これらのワニスや炭素質沈着物を酸化しうる触媒を塗布してもよい。このように、触媒は、連続クリーニングや自洗式のオーブンのように沈着物を防いだり、取り除いたりする。

【0037】

1つの変型では、燃料注入口を攪拌器として使用してもよい。1つの変型では、燃料注入口排ガスパイプ中の燃料装置の上流に配置し、排ガスパイプの長さを、ガス混合物を均一に混合するために使用してもよい。この機能を実行するために必要な区域のパイプ長さは、一般的にパイプの直径の10倍と考えられている。注入口は、また、排ガスパイプ中の屈曲部の上流に配置され、燃料と空気とを混合してもよい。ある場合は、燃料と空気を距離で素早く、あるいはそれらを触媒に導入する前の短い距離で混合するのが望ましいこともある。これは重燃料（たとえば、ディーゼル燃料）が熱分解あるいは分解を起こし、ワニスまたは他の沈着物を生成しやすいためであり、これが次いでシステムの劣化へとつなげることとなる。他の変型では、エンジンの燃料注入口が攪拌器として使用される。

【0038】

燃料および排ガスの混合物は、次いで、反応触媒308へ流される。業界でよく知られた方法によって、残留燃料が水と反応して一酸化炭素(CO)と水素(H₂)とを形成しながら、燃料の一部が酸素と反応する。該H₂およびCOは次いで出口302を経由して、触媒308および燃料装置から流しだされる。該H₂およびCOは次いで下流へ流され、図2に示すNSRシステム206に流される。ガス混合物は、酸素を少量あるいは含まない、H₂およびCO還元ガス混合物を含むので、NSRユニットは素早く効率的に再生するであろう。この再生サイクルの完了で、燃料装置への燃料流れが止められ、該システムは吸着モードに戻る。

【0039】

触媒308は単一触媒ユニットで構成されていてもよいし、数個の触媒が直列で並んでいてもよい。たとえば、第1触媒は、主として、燃料と酸素とのいくらかと反応するように選択された触媒組成をもつ燃焼触媒として設計され、二酸化炭素と水を形成し、熱を発生してもよい。触媒ユニットの間に注入された過剰の燃料および/または燃料は、次いで、第2触媒ユニットへ移動し、そこで過剰の燃料は水と二酸化炭素と反応し、COとH₂を形成することができる。この第2触媒は、たとえば、主に改質触媒として設計することができる。あるいは、単一触媒は、酸化用の入口区域と改質用の出口区域とを持つように設計することができる。このようにして、単一触媒は、2分離型触媒ユニットとして効果的な機能を提供する。

【0040】

触媒308は、高い表面積を持つ耐火性担体と組み合わせた1以上の金属または酸化物を活性触媒として含んでいてもよく、該触媒の多くは炭化水素の酸化で業界においてよく知られている。該触媒は、ウォッシュコート、つまり通常、高い表面積を持つ担体と活性触媒要素との混合物を含む多孔性被覆剤として用いられてもよい。あるいは、被覆剤は、第2酸化物分あるいは炭化水素または炭素の酸化に活性な酸化物の混合物を持つ多孔性構造を有する担体を含んでもよい。被覆剤は、多くの方法を使用して塗布される。たとえば、プラズマ火炎溶射、化学気相蒸着、電気めっき、化学めっき、噴霧可能なゾル（触媒粒子が液体に懸濁したものを含む）の塗布、あるいはスラリーに該当箇所を浸漬しての塗布などによって塗布されてもよい。本発明で使用してもよい触媒組成の一例として、米国特許第5,232,357号にDalla Bettalaによって記載されたものが挙げられ、これは全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。

10

20

30

40

50

【0041】

燃料装置で使用される燃料は、前記ユニットと相容性があれば、どのような燃料でも使用できる。たとえば、エンジンで使用される燃料と同じタイプのものを使用してもよい。燃料がディーゼル燃料やガソリンのような液体の場合、排ガス混合物は燃料を完全に気化するほど熱くはないかもしれない。このような環境においては、混合物の温度を充分に上げて、燃料の一部を、触媒中を通過する排気流中の酸素と反応するようにし、それによって、触媒温度を上げてもよい。燃料装置触媒308の温度が上がれば、残留液体燃料は触媒中で気化するかもしれない。

【0042】

あるいは、燃料を予熱して、注入時により容易に気化させるようにしてもよい。燃料加熱器を、任意で、都合のよい位置、燃料処理装置の中あるいはその上流の望ましい位置のどのような場所に置いててもよい。燃料は、再生サイクルの持続時間に、連続的あるいは断続的に注入してもよい。連続燃料注入の場合、燃料流れの速度および持続時間は燃料の量を制御する。間欠的燃料注入の場合、パルス周波数およびパルスの容量が燃料の量を制御する。

10

【0043】

酸素のレベルの高いガス流中で本発明の方法を使用する場合、燃料パルシングの使用は好都合であり得る。図12に示すように、燃料は、燃料装置触媒を予熱して所望の温度1202にするために、先ず、1200で燃料装置に注入される。燃料装置触媒は、たとえば、500 (± 50) から700 (± 50)、もっとも頻繁には600 (± 50) の温度範囲に予熱される。燃料は次いでパルス手段1204によって注入され、H₂とCOのパルス1206を生成、次いでこれを使用してNSRユニットを再生する。パルスの持続時間はどのようなものでもよいが、燃料装置触媒時間を連続的なパルスの間で冷却できるくらいの短い時間であるべきである。もし燃料パルスが長すぎると、すっかり燃焼した時、高レベルの酸素が大きな熱放出を起こすため、触媒がオーバーヒートするかもしれない。

20

【0044】

パルス数もどのようなでも使用してもよく、たとえば、1~20個のパルス、またはそれ以上、もっと多くは5~10個のパルスを使用する。図12は、触媒の予熱のための燃料の長パルス、次いで、下流のNSR触媒を再生するための、6個のH₂/CO1206のパルスを生成するための、6個の長パルスを示す。同様に、各パルスの長さも、パルスが連続している間触媒温度を高く保てるが、触媒をオーバーヒートするくらい高くなないように選択される。たとえば、パルスは1つの長さで0.1~約2秒がとれる。さらに、パルスの間隔は、エンジン操作のモード、燃料処理触媒の設計および処理される排ガスの流速に応じて変更してよい。流速がより低ければ触媒はよりゆっくり冷却されるので、排ガスの流速の遅い、1分あたりの回転数が低いエンジンでは、パルスはさらに離れることもできる。パルスは0.5秒~20秒の間隔である。排ガスの流速がより速い、1分あたりの回転数がより高いエンジンでは、パルスはより近づき、0.1~3秒の間隔である。これは、電子的に制御され、200Hzまでの周波数に制御された燃料注入を可能にする、加圧型燃料インジェクターの使用によって実現できることが多い。

30

【0045】

一般的に、パルス稼動のこの方法は、燃料装置触媒をオーバーヒートすることなく、使用される排気流中の酸素レベルをより高くすることができる。たとえば、この稼動方法は、5~20%の酸素を含む排気流で使用され、8 ($\pm 2\%$) ~ 15% ($\pm 2\%$) の酸素を含む排ガスさらに頻繁に使用される。触媒は、オーバーヒートを避けるために、リッチ燃料のパルス間で冷却される。

40

【0046】

注入される燃料の量は、通常は、排気流中に存在する過剰酸素の全てと反応するに充分で、システムの稼動温度でガス混合物(COとH₂)を還元するのに必要とする量を生み出す量である。燃料のこの量は、1を超える当量比()に相当する。

50

【0047】

燃料は、通常高負荷で1～5分、低負荷またはアイドリングでそれより長く持続するNO_x吸着位相の間は、一般的に注入されない。次いで燃料はNO_x再生・還元位相の間、約1～10秒間に再び注入され、該サイクルが、エンジンが作動しNO_xを生成する限り、繰り返される。燃料注入の量およびタイミングは、エンジン管理システムあるいはエンジン制御ユニット、またはこれらの一部に連結している燃料装置制御システムによって、状況に応じて制御される。

【0048】

H₂およびCO還元剤は、種々の反応によって形成できる。1つの変型では、燃料の一部を燃焼させて触媒温度を約500～700に上げ、残留燃料を排気流中のまたは燃料燃焼によって形成されたH₂OおよびCO₂に反応させて所望のH₂およびCOを生成する。あるいは、燃料、O₂、H₂OおよびCO₂を同時に触媒上で反応させて所望のH₂およびCOを得ることもできる。

10

【0049】

燃料装置は数種のいかなるモードにおいても稼動させることができる。稼動の1モードを例として図4に示す。そこに示すように、再生サイクル400は、温度上昇位相Aと還元位相Bとからなる。エンジンからの酸素濃度402、燃料装置への燃料流れ404、燃料装置によって生成されたCOおよびH₂406、燃料装置触媒の温度408が示されている。温度上昇位相Aの開始で、燃料は、410で示される速度で燃料装置へ注入される。これが燃料装置触媒を曲線408で示す所望の温度に加熱する。

20

【0050】

燃料装置触媒の温度が所望のレベルに達した時、燃料の流れ412は増し、酸素レベル402はエンジンへの空気流を部分的に抑制することによって減少する。酸素濃度の減少と燃料濃度の増加との組合せによって、燃料装置触媒がリッチになり、すなわち1を超える当量比となり、全体の混合が起こり、曲線406に示すように、COとH₂が生成する。NSRシステム内のNO_xトラップが完全に再生したとき、装置への燃料投入が止められ、エンジンスロットルが再び開く。このサイクルの1つの利点として、燃料消費を最小限に抑えることがある。さらに、エンジンはCOとH₂とが生成する間だけ抑えられるので、エンジン性能および運転性能に関する悪影響は最小限に抑える。

【0051】

30

代替運転方法もまた可能である。たとえば、燃料装置への燃料の流れを、還元剤生成に必要なレベルまで直ちに上げることができる。次いで、燃料装置が適切な温度に達した時、エンジンが抑制され、COとH₂の総合的な還元混合物を生成する。これは、燃料燃焼の量がより多いので、燃料装置触媒の燃料加熱をより速く促進する。しかし、触媒のオーバーヒート、それによって起こる触媒の不活性化を避けるために、特別の注意が払われるべきである。

【0052】

再生サイクルの間、燃料装置からの出口気流は、触媒308を迂回する酸素を始めとして、酸素を含まない。該酸素は、還元ガス混合物と混合し、NSR触媒上で反応し、そのため、再生過程の効果を下げてしまうことになるからである。さらに、エンジン運転方法は多くの形態を取り得る。エンジンを抑制して排ガス酸素濃度を減少させるというよりも、排ガス再循環システム（「EGR」）の流れを増加させることができ、このようにして、排ガス酸素レベルの減少を起こすことができる。あるいは、エンジン燃料インジェクターによってエンジンへ注入される燃料の量を増加することもできる。さらに、これらの方法、または他の方法を組み合わせて使用し、排ガスの酸素レベルを減少させることもできる。

40

【0053】

1つの変型では、燃料装置は直列の触媒を含む。この変型では、図5に示すように、酸化触媒を改質触媒の上流の位置に置く。そこに示すように、燃料処理装置200は、改質触媒502の上流に酸化触媒500を含む。排ガスの流れは、入口504を通り、燃料改

50

質装置に入り、攪拌器 506、酸化触媒 500、第 2 攪拌器 508、改質触媒 502 を通り、出口 510 へ通り抜ける。

【0054】

この変型では、燃料を、燃料インジェクター 512 を介して注入し、酸化触媒 500 上で反応させ、改質触媒 502 を加熱してもよい。また、所望の如何なる時間にでも、燃料 / 空気比をさらに増加させために、燃料インジェクター 514 を介して燃料を改質触媒 502 に注入して改質を起こし、CO と H₂ とを生成することができる。この変型の 1 つの利点は、酸化および改質触媒の機能を分けるところにある。この方法で、各触媒の機能を非常に効率的に実行してもよい。

【0055】

たとえば、運転中、酸化触媒を、過剰酸素（当量比が 1.0 未満）の一定した条件下で稼動し、それによって高活性および炭素または炭化水素の沈着物を低くすることを助長するように、構成することができる。さらに、改質触媒 502 には、1 以上のインジェクターを介して燃料インジェクター 514 の近くの位置に別に燃料が供給されてもよいので、改質触媒の温度が最適レベルに達した時点で、燃料を加えることができる。さらに、別の酸化触媒を持つことは、その位置をエンジンに近づけることが可能となり、それによってより高い排ガス温度で運転を促進する。これは、言い換えると、アイドリングおよび低い周囲条件でより優れた運転を提供することを支援する。

【0056】

この変型における直列する 2 つの触媒は、かなり多数の構成を有していてもよい。たとえば触媒は、互いに離れた位置に配置され、別の上流インジェクターおよび攪拌器を持っていてもよい。あるいは、該 2 つの触媒は単一のユニット内に配置されてもよい。単一のユニット内に配置された触媒を持つことは、各システムを簡単に複製可能にするでき、従って製造上の利点を提供するという点で有利である。

【0057】

他の変型では、図 6 に示すように、触媒を並列に置く。排ガスは口 600 を通って入る。燃料は、燃料インジェクター 602 を介して注入され、次いで、そこで攪拌器 604 によって排ガスと混合される。燃料と排ガスの混合物は、次いで、触媒 606 および出口 608 を通過する。排ガス混合物の一部は、通路 612 を通り、触媒 614 中を通過し、共通の出口 608 へ行く。触媒 606 は、酸化触媒であり、触媒 614 は違う燃料インジェクター 610 を持つ、改質触媒または燃焼および改質触媒の組合せである。

【0058】

この変型では、燃料が、先ず、改質触媒 614 を所望の温度に加熱する燃料インジェクター 610 に加えられる。触媒 614 の温度が所望の範囲内になり、還元混合物が必要とされた場合、燃料がインジェクター 602 を通して 1.0 に近い当量比で注入される。これが主排気流中の酸素を消費する。場合によっては、インジェクター 610 を介して追加の燃料を加え、上記の触媒 614 での混合物の当量比を、1.0 を超える値とし、CO と H₂ を生成させてもよい。燃料がインジェクター 602 を介して注入されると、触媒 614 での混合物の当量比は増加することに注意すべきである。これは、燃料が触媒 614 に流れる排気流の一部と混合し、触媒 614 での燃料組成がインジェクター 602 と 610 からの当量比の合計となるからである。

【0059】

全システム設計は、多くの方法によって変更されてもよい。たとえば、該システムは、インジェクター 602 からの燃料を触媒 614 へ進む排気流と混合しないように変更されてもよい。あるいは、触媒はもう一方から離れた位置に配置されてもよい。たとえば、それらは、別々のユニット内に配置され、別々の燃料インジェクターと攪拌器とを持ってよい。

【0060】

図 6 に示す並列構造の利点の 1 つとして、燃料を該区域のそばにのみ適用することによって、改質触媒を予熱できることがある。触媒 614 のサイズが触媒 606 と比べて小さ

10

20

30

40

50

く、614の中を通る排気流の分留が606と比べて小さい場合は、改質触媒614を所望の改質温度に加熱するために使用される燃料の量は最小限に抑えられるかもしれない。また、加熱が急速に起こり、さらに燃料消費を最小限にすることなく、非常に小さなサーマルマスを持つ触媒614を設計することができる。

【0061】

一方、高温によって触媒が傷み、触媒の吸着力が所望の稼動範囲から逸脱することになるので、下流のNSRシステム触媒は温度があまり高くないほうが望ましいかもしれない。これは、燃料をインジェクター602に加え、酸素を主排気流から取り除く時、触媒および606からの出口ガスがゆっくり上がるよう、触媒606のサーマルマスを増加させることによって到達される。あるいは、サーマルマスを燃料処理装置の下流に置いて、燃料装置の出口の流れから熱を吸収し、ガス流の温度をNSRシステムに入る前に低くしてもよい。

【0062】

他の代替構造として、サイクルが薄いかまたは捕獲期の間、排気流が燃料処理装置を迂回することができるバイパスを持つものがある。これは、熱い燃料装置触媒の冷却から排気流を回避するもので、燃料をあまり必要とせず、燃料装置触媒を500を超す温度に戻す。これは、燃料装置およびNSR触媒の稼動と相まって燃料の不利な条件を減らす。バイパスは、排ガスを燃料装置システム周辺に流すパイプまたはダクト、排気流を、燃料装置触媒内を通してまたは燃料装置触媒の周辺に導くダンパー用のバルブを備えてよい。

【0063】

本発明の触媒は、適切などのような材料で構成されてもよい。たとえば、容器内のペレットやビーズ、一体構造のハニカム型ユニットであってもよい。車両の振動はペレットあるいはビーズの摩耗および損失を起こすので、一体ハニカム型ユニットが望ましい。さらに、一体ユニットは、通常、流れる排気流に対しより低い圧力低下を持つ。どのような一体構造のものも使用してよい。たとえば、セラミックであってもよいし、金属であってもよい。また、種々のセルサイズおよび形であってよい。セルサイズおよび形は、所望の表面積と圧力低下、さらに適切な熱および物質移動係数に応じて決定される。たとえば、燃料装置触媒は低い熱容量を持ち、素早く加熱できるのが望ましい。同様に、燃料装置触媒は低い圧力低下を持ち、全システムの全体的な圧力低下が運転の邪魔になったりエンジンの効率の低減になったりしないようにするのが望ましい。

【0064】

一体構造物を触媒の担体として使用する場合、その外側または壁表面に触媒の層を塗布してもよい。このウォッシュコートは、アルミナ、ジルコニアなどの多孔性不活性酸化物を含み、高度に露出した表面積を持つ。この酸化物担体は、所望される機能に応じて、酸化または改質に活性な追加の成分を含んでもよい。本発明で使用するための種々の一体触媒の製造および組成が米国特許第5,183,401号、5,259,754号および5,512,250にDalla Bettaraによって記載され、これらはそれぞれ全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。

【0065】

酸化触媒は、炭化水素を酸化し得るものであればどのような触媒を含んでもよい。たとえば、酸化触媒は、元素周期表のVII、VIII、VIIIおよびIB属から選択される元素を含んでもよい。さらに活性な触媒元素として、Pd、Pt、Ir、Rh、Cu、Co、Fe、Ni、Ir、CrおよびMoからなる群から選ばれるものがある。ある場合は、Pd、Pt、Rh、Co、FeまたはNiを使用するのがより望ましい。これらは、実際の使用では、別々にあるいは組み合わせて、また、元素としてあるいは酸化物として存在してもよい。

【0066】

酸化触媒の望ましい1つの特性として、非常に低い温度でも優れた触媒活性を持つことが挙げられる。このようにして、システム設計の変更をすることなく、酸化を低い排ガス

10

20

30

40

50

温度で始動することができる。この特性は、着火温度または排ガス中の燃料および酸素が反応を始める温度と言われることが多い。これは通常、250 未満、一層典型的には150 未満が必要とされる。

【0067】

酸化触媒は、アルミニウム酸化物、ケイ素酸化物、ジルコニウム酸化物、これらの混合物あるいは組合せ、これらと追加の成分あるいは元素との混合物あるいは組合せを含む担体上に堆積している。たとえば、セリウムおよびジルコニウムの酸化物の混合物または固溶体、シリカ・アルミナ、Ca、Ba、Si、La安定化アルミナ、さらに業界でよく知られている他の担体が挙げられる。高分子量のディーゼル燃料は、高温で熱分解する傾向があるので、触媒は、また炭化水素燃料の水蒸気分解に活性のある触媒成分を含んでもよい。有力な添加物として、カルシウム酸化物、バリウム酸化物、その他アルカリまたはアルカリ土類酸化物のような塩基性酸化物および希土類酸化物を含んでいるものがある。触媒は、Pd、Ptまたは他の活性触媒をアルミナやジルコニアのような多孔性担体内に含浸させることによって造ることができる。金属充填物の範囲は0.1~20重量%、さらに望ましくは1~10重量%である。本発明で使用してもよい、いくつかの実例となる触媒として、米国特許第5,232,357号にBettaによって記載されているものが挙げられ、これは全てそっくりそのまま、参考として本明細書に組み込まれる。

【0068】

改質触媒は、同様に、活性成分が加えられた高表面積担体を使用してもよい。たとえば、改質触媒として、Ni、Rh、Pd、Pt成分が含まれる。触媒は、正常な希薄酸化条件下、安定に残存し、燃料の添加に非常に素早く応答し、それによってH₂およびCOが改質できるように選択される。この点で、多孔性酸化物担体上にサポートされたPt、PdおよびRhを使用するのが望ましい。

【0069】

たとえば、典型的な改質触媒は、多孔性ジルコニウム酸化物担体上に担持された1重量%のRhを含む。これは、三塩化ロジウムを水に溶解し、得られた溶液を高表面積（たとえば、15~150m²/gの範囲）の固体ジルコニウム酸化物担体に含浸させて得る。ロジウムの濃度は、通常、ウォッシュコート触媒（固体）の合計の0.1~20重量%の範囲内である。さらに一般的には、ロジウムの濃度は、ウォッシュコートの総充填物の1~10%の範囲である。ウォッシュコートは、一体ハニカム構造体の内部溝に充填厚1~50mg/cm²の範囲、さらに一般的には5~15mg/cm²の範囲で塗布されてもよい。PdまたはPt触媒を同じ方法で製造してもよい。

【0070】

酸化および改質触媒は、ウォッシュコート中に酸化成分と改質成分とを一体化ことによって、同じ一体ユニット中に一体かしてもよい。たとえば、活性酸化触媒Pdと活性改質触媒Rhは、ジルコニア担体上で一体化され、燃料を酸素と反応させる酸化活性と、残留燃料をCOとH₂に改質するのに必要な改質活性とを持つ触媒を形成してもよい。あるいは、Rh成分は、一体担体上に塗布されて、焼成されあるいは固着されてもよい。また別に、Pdは、高表面積の担体上に塗布されて、焼成されあるいは固着されてもよい。これらの触媒は、互いに混合して、Pd/Rh触媒を形成し、この混合触媒を次いで一体担体に塗布してもよい。

【0071】

1つの変型では、サーマルマスが使用され、システム稼動の制御を支援し、特に、燃料装置とNO_x捕獲触媒との間の温度を抑えるのを支援する。これは、燃料装置の最適稼動温度範囲は非常に高いが、NSRシステムの最適稼動温度範囲はそうではないので、大切なことである。すなわち、NO_x捕獲触媒は高温では不活性化されるかもしれないからである。本発明で使用の使用に関して、かなりの数のサーマルマス構造使用可能で、また、かなりの数のサーマルマスが使用されてもよい。

【0072】

1つの変型で、燃料装置触媒自身のサーマルマスは、選択的に制御される。たとえば、

10

20

30

40

50

触媒はできるだけ速く加熱され、燃料はできるだけ少なく消費されるのが望ましい。これは通常、燃料装置触媒のサーマルマスを制御することを含み、比較的小さい。他の変型で、サーマルマスは、燃料装置の下流に配置され、NSRシステムの過熱を阻止する手助けをするために、熱を吸収するしそれを放出する。このサーマルマスとしては、燃料装置とNSRシステムとの間に設置されるPMフィルターまたはスストラップ、またはセパレートサーマルマスコンポーネントがある。ススまたはPMフィルターが燃料装置とNSRシステムとの間にサーマルマスとして設置された場合、NSRシステムは、一定の温度に保たれる。この設計の1つの利点は、燃料装置によって発生した熱を、炭素質のススを焼き払う支援をすることによって、粒子状トラップを加熱し再生するために使用されることである。

10

【0073】

サーマルマスは適切などのような材質で造られてもよい。たとえば、セラミックでも、金属でもよい。システム全体に渡る圧力低下がシステムの稼動を妨害しないことを補償するために、高い熱容量と低い圧力低下を持つことができる。サーマルマスの最適な範囲は、少なくともガスの流速と所望の温度上昇の機能であり、したがって、選択的に制御される。他の変型では、NSRそれ自身が高サーマルマスを有して設計されてもよい。

【0074】

図7に、燃料と空気との混合物の燃焼の間の触媒加熱のコンピューターシュミレーションの結果を示す。これは、下記の条件でなされた。すなわち、ディーゼル燃料の完全な燃焼のために必要なエネルギーを放出し、燃焼のエネルギーが、触媒中に流れ込むガス混合物を加熱するために使用されて触媒自身を加熱し、ガスと触媒との間に良好な熱伝達があり、ガス流速は、車両用のサイズの触媒ユニットに典型的なものとした。図7に示すように、触媒ユニットは、一旦燃料に火がつくと、早急に加熱される。100ミクロン厚の金属製の一体壁では、触媒ユニットは、約12秒以内で450に達する。50ミクロン厚の壁では、約6秒以内で450に達し、25ミクロン厚の壁では、約3秒で450に達する。したがって、早急な加熱のためには、結果的に低いサーマルマスを有する薄い壁厚が望ましい。しかし、壁厚やサーマルマスの選択に影響を与える他の設計面への配慮もあることに気をつけるべきである。これらとして、触媒の機械的な耐久性および金属酸化に対する耐性が挙げられる。

20

【0075】

金属一体改質触媒ユニットの典型的な壁厚は、10～200ミクロン、さらに典型的には25～50ミクロンの範囲である。図6の平列構造における酸化触媒ユニットまたは直列のサーマルマス構造では、かなり厚く、通常、50～500ミクロン、より典型的には100～200ミクロンである。さらに、上記したように、改質触媒を急速に加熱させて水素を直ちに発生させることは望ましいかもしれないが、酸化触媒をあまりに急速に加熱させると、下流のNSR触媒がオーバーヒートこともあるので、望ましくない場合が多い。

30

【0076】

他の態様では、本発明は、NO_xトラップの脱硫酸化を促進にする。エンジン燃料中の硫黄は、排ガスシステム中でSO₂やSO₃の硫黄酸化物を生成する。これらの硫黄酸化物（「SO_x」）は、トラップの成分と反応して、硫酸塩を形成し、これが次に、NSRシステムを不活性化する可能性がある。普通、燃料中の硫黄レベルは比較的低いが、どこでも、数日から数週間（エンジン使用量で100～1000マイルに相当）トラップの不活性化を発揮させると、捕獲はこれよりはるかに長く作動できるに違いない。本発明のシステムおよび方法は、このようにトラップを脱硫酸化するためにも使用できる。

40

【0077】

1つの変型では、これは燃料装置の少なくとも一部に硫黄捕獲材料を導入することによって到達できる。たとえば、硫黄捕獲材料を燃料装置触媒の成分として含んでもよい。この硫黄捕獲材料は、エンジン排ガス中のSO₂やSO₃を触媒の下流に到着する前に捕獲し、したがって触媒の不活性化を阻止する。

50

【0078】

しかし、もし硫黄捕獲材料燃料装置と組み合わせて使用されると、燃料装置は、おそらく飽和するだろう。もしこれが起これば、実用的な運転を続けることを確保するために、燃料装置は再生されるべきである。この再生は、たとえば、燃料が燃料装置へ注入されるリッチサイクルの間になされる。燃料装置触媒が高温に加熱され、混合物がリッチになる時、捕獲された SO_2 および SO_3 はどれも排気流中へ放出され、燃料装置から出て行く。放出された硫黄はリッチ位相の間に NSR 触媒を通り抜けるので、NSR 触媒を汚染することはない。

【0079】

硫黄捕獲材料は、多くの方法で、燃料装置触媒に導入することができる。たとえば、流れれるガス流の最も近く側でも、触媒担体壁に最も近い側でもどちらにでも設置でき、触媒層中に均一に分散させることもできるし、別の層として含ませることもできる。硫黄捕獲材料は、また、燃料装置によって発生した H_2 および CO に暴露される燃料装置触媒の出口端に配置されるバンドであってもよい。硫黄捕獲材料は、また、燃料装置触媒の下流に設置される別の触媒ユニットであってもよい。硫黄捕獲材料が、燃料装置触媒の出口に配置された触媒バンド、または燃料装置触媒の下流にある別の触媒であることが最も好ましいことが多い。

【0080】

他の変型では、システムの脱硫酸化を燃料装置の酸化部を作動することによって達成し、500～800 の範囲の温度の出口ガス気流を生成する。これが、次いで、NSR システムの下流を 500～700 の範囲の温度に加熱する。

【0081】

NSR システムが所望の温度である時、燃料装置への燃料の流れおよびエンジンスロットルは、 H_2 および CO を生成し、燃料装置から出る酸素濃度を 0 に減少するように調整される。この還元ガス混合物は、次いで、不活性化を起こした硫酸塩および他の種を分解することによって、 NO_x トランプを再生する。この熱い還元ガス混合物は、再生が完了するまで維持されることができる。1つの変型では、NSR システムの再生温度範囲は、通常、約 100～800、より典型的には約 500～700 である。さらに、 H_2 および CO の還元剤は、連続した長い還元パルスとして、または数多くの短いパルスとして再生用の NSR 触媒に供給することができる。

【0082】

1つの変型では、制御装置または制御システムは、本発明の種々の態様を制御するために用いられる。多くの制御方法が採用される。たとえば、制御システムは、 NO_x 産出量対負荷や速度などの所定のエンジン稼動条件をマップするために用いられる。このようにして、NSR トランプによって集められた NO_x を評価し、トランプが限度用量に達したとき、 NO_x 再生サイクルを起動する。あるいは、 NO_x センサーが NSR トランプの下流に設置されてもよい。この方法で、センサーが、 NO_x トランプが限度用量に達した（たとえば、ブレイクスルーノードレベルを測定することにより）と感知すると、再生サイクルが起動する。

【0083】

同様に、制御システムは、あらゆるあるいは全システム温度をモニターし制御するために使用される。制御される温度の実例として、入口および出口のガス混合物の温度、燃料投入温度および触媒温度が挙げられる。たとえば、改質装置触媒温度は触媒の出口近くに設置された熱電温度計または他の温度感知装置によって、モニターされ、制御される。

【0084】

類似した方法では、熱電温度計を使用して燃料装置の出口の温度を測定、モニターする。温度は、排ガス中の酸素レベルを一定に保ちながら、燃料装置への燃料の流れを調整することによって制御されてもよい。あるいは、温度は、たとえば、エンジンを絞って酸素レベルを調整しながら、燃料装置への燃料の流れを一定に保つことによって制御されてもよい。さらに別の方法では、燃料装置への燃料の流れと O_2 レベルの両方を調整する。こ

10

20

30

40

50

これは、システムに燃料装置出口温度および当量比の両方を制御することを可能にする。このようにして、H₂とCOのレベルは効果的に制御される。

【0085】

燃料装置の温度は、出口のガス温度を測定することによって、あるいは触媒自身の実際の温度を測定することによってモニターする。燃料処理装置によって燃料量を最小にするために、燃焼センサーまたはH₂あるいはCOセンサーをNSRトラップユニットの下流に設置してH₂およびCO還元剤のブレーカスルーパーを感知する。これは次に制御システムに信号を送り、再生サイクルを止める。

【0086】

もし燃料処理装置を、NSRトラップユニットを脱硫酸化のために使用するなら、燃料処理装置の出口の温度を測定し、耐久性を補償するために稼動温度を限定するのが望ましい。また、NSRトラップユニットの出口の温度は、NSRユニットが再生に望ましい温度であることを確保するために測定される。さらに、燃料処理装置の温度は、適した脱硫酸化のためにNSRユニットの望ましい温度を得るために調整される。

10

【0087】

制御システムは、また当量比を制御するために使用される。たとえば、H₂およびCOを燃料装置改質装置によって生成する場合、改質装置触媒への入口の当量比は、燃料の流れを変更することによって、またはエンジンへの空気の流れを絞ることによって制御することができる。さらに詳しくは、正常な運転でのエンジン空気流では、燃料をH₂とCOに改質するために必要な温度範囲内になるまで、燃料は改質装置触媒に加えられる。この時点で、エンジン空気流は絞られ、空気流と排ガス中のO₂濃度は抑えられる。次に触媒で当量比を増加し、リッチ範囲に入り、H₂およびCOを生成する。また、改質装置への燃料の流れを調整して当量比を調整する、あるいはエンジンスロットルと燃料の流れの両方を調整して所望の改質装置当量比を得ることも可能である。

20

【0088】

改質装置と酸化触媒での当量比は、エンジン RPM およびスロットルの設定（これは次にエンジン空気流を提供する）、エンジン燃料流れ、燃料装置燃料の流れを始めとする多くのエンジンの変数から計算することができる。あるいは、排出O₂レベルは、燃料装置の排ガス上流中にあるO₂センサーを使用して測定することができ、燃料装置燃料流れと組み合わせて、当量比を計算することができる。

30

【0089】

具体的に使用される1つの制御方法は、以下のステップを含む。

(1) 正常な運転条件下（たとえば、約8～15%O₂）で燃料を加え、燃料装置触媒を運転温度まで加熱するステップ、(2) 排ガス中の酸素濃度が4%と6%との間になるようにエンジンを調整するステップ、(3) 燃料を調整して所望の当量比に到達するステップ（たとえば、排ガス再循環またはエンジンへの吸気を絞り込むことによる）、(4) 燃料流速を増加して(2～5の範囲内)当量比>1を得る、または燃料の流速がすでに充分高ければ、排出O₂を減少するステップ、(5) NO_xトラップが再生するまで状態を保つステップ、(6) 燃料を止め、正常なエンジン運転を再開するステップ。

【0090】

40

また、具体的に使用される他の制御方法は、以下のステップを含む。

(1) 燃料装置への燃料流れを開始し、同時にエンジン排気O₂を低下させるステップ、(2) 燃料装置が所望の温度に達した後、燃料流速を調整して所望の当量比を得るステップ、(3) NO_xトラップが再生するまで燃料流れを維持するステップ、(4) 燃料を止め、正常なエンジン運転を再開するステップ。

【0091】

上記した2つの具体的な方法のどちらかとの組合せにおいて、燃料装置への排ガスは、エンジンの運転条件を変更することによって調整することができる。たとえば、燃料装置の入口での排ガスが低すぎて燃料と排出O₂との間で反応が起こらない場合、エンジンの運転を、排ガス温度が上がるよう変更することができる。可能なエンジンの変更として

50

、エンジン吸気を下げる、EGRの量を増加させる、あるいはターボチャージャーを迂回することが挙げられる。同様に、温度測定も排ガス温度を制御するために使用される。たとえば、燃料装置の入口または出口の温度が測定され、排ガス温度の指標として使用される。このようにして、排ガス温度は制御することができる。

【0092】

本発明の用途の制御方法をベースとするモデルとして、以下のような使用がある。NSR触媒システムの燃費経済性を最小限にするため、再生サイクルは、 $NSRNO_x$ 吸着剤が飽和の高レベルに達した時にのみ作動しうる。これは、再生の回数と、該再生に伴う燃料コストを最小限にすることを支援する。触媒のリング試験または制御されたエンジン試験から、 $NSRNO_x$ 吸着剤の最高負荷を、たとえば、 $NO_x (ML_{NO_x})$ のモル数として決定してもよい。NSR触媒の実際の使用の間、NSR触媒への NO_x の総流動は、排気流中に配置された NO_x センサーを使用した、触媒入口の NO_x 濃度の測定から評価する。この排出 NO_x 濃度(C_{NO_x})は、数字関数における排ガス流速(F_{exh})と組合せて、NSR触媒(L_{NO_x})を通って流れる NO_x の総量を時間(t)の積分によつて計算することができる(式1)

$$L_{NO_x} = f(C_{NO_x}, F_{exh}, t) = t \cdot f(C_{NO_x}, F_{exh}) \quad \text{式1}$$

L_{NO_x} の値が LM_{NO_x} の値の現在の分留に到達すれば、再生サイクルが開始され得る。たとえば先行試験は、 NO_x 飽和のレベルが80%未満の場合、望ましい NO_x 制御はNSR触媒によって達成することを示すために使用される。この場合、 L_{NO_x} が ML_{NO_x} の80%であれば、再生サイクルが始動する。再生を開始した時の L_{NO_x} の ML_{NO_x} に対する比は、 NO_x 吸着期間中の平均排ガス温度、 NO_x 発生の速度、平均エンジン負荷、その他、NSR触媒 NO_x 吸着剤の処理能力に影響を与える変数の関数であることは注意すべきである。NSR吸着剤は、時間とともに劣化するので、 $ML_{NO_x}NO_x$ は、エンジンの運転時間のような触媒の総稼動時間、車両マイル、エンジンによって生成される NO_x の総量の関数である。また、下記するように、排出 NO_x 濃度、排ガス流速および他の変数はエンジン稼動変数から見積もることができる。

【0093】

燃料装置への燃料の流れは制御され、所望の熱放出速度を得るか、所望の当量比を得るかどちらかを得る。最初の事例では、燃料流速(F_{fuel})は、燃料装置入口の排出温度($T_{FP, in}$)、総排出流速(F_{exh})、燃料装置触媒マスのような数個の固定変数、所望の加熱速度、燃料の燃焼熱およびエンジンの型、触媒サイズなどによって変化しうる他のシステム定数(SC)の関数である。この関数関係は式2によって示される。

【0094】

$$F_{fuel} = f(T_{FP, in}, F_{exh}, SC) \quad \text{式2}$$

燃料装置への燃料の流れが所望の当量比に制御される場合、燃料の流れは、式3に示すような、排気流中の O_2 濃度(E_{O_2})とファーア装臵の稼動の所望の当量比(R_{eq})との関数である。

【0095】

$$F_{fuel} = f(T_{FP, in}, F_{exh}, SC, E_{O_2}, R_{eq}) \quad \text{式3}$$

排気流中の O_2 濃度は、排気流中に設置されたセンサーを使用して測定することができる。

【0096】

あるいは、式1～3の変数は、エンジンの稼動変数から計算あるいは見積もることができる。たとえば、排ガスの流速は、エンジン入口空気流速の関数であり、これは、エンジン制御システムの一部として測定してもよい。あるいは、排ガスの流速は、エンジンの1分当たりの回転数やターボチャージャー給気圧のような特定のエンジン変数から計算することができる。したがって、排ガスの流れは、式4で示すような、エンジンの1分当たりの回転数(E_{rpm})およびエンジンのターボチャージャーの給気圧(E_{boost})の関数と言える。また、排ガス流速のより正確な評価を得るために必要なら、他のエンジン変数を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【0097】

$$F_{\text{exh}} = f(E_{\text{rpm}}, E_{\text{boost}}) \quad \text{式4}$$

同様に、排気流中のセンサーは高価で、また優れた耐久性は持っていないかもしれない。そのようなセンサーを使用するよりもむしろ排出酸素レベルまたは排出 NO_x レベルを計算するほうが望ましいかもしれない。排ガス中の O_2 または NO_x の濃度は、エンジン燃料流速(E_{fuel})、エンジンの1分当たりの回転数(E_{rpm})、エンジンの出力トルク(E_{torque})、ターボチャージャーの給気圧(E_{boost})、エンジンEGR流(E_{EGR})および他の可能性のあるエンジンの変数のような1以上のエンジン稼動変数から見積もることができる。この排出 O_2 濃度は、式5に示すように、また式6に示す排出 NO_x 濃度を決定するのと同じようにして決定する。

10

【0098】

$$E_{\text{O}_2} = f(E_{\text{fuel}}, E_{\text{rpm}}, E_{\text{torque}}, E_{\text{boost}}, E_{\text{EGR}}, \text{他}) \quad \text{式5}$$

$$E_{\text{NO}_x} = f(E_{\text{fuel}}, E_{\text{rpm}}, E_{\text{torque}}, E_{\text{boost}}, E_{\text{EGR}}, \text{他}) \quad \text{式6}$$

式5および6を式3に代入することによって、エンジンの変数から燃料装置燃料速度を計算あるいは見積もる。

【0099】

上記した制御方法は、エンジンまたは排出物システム制御ユニットにおける数学の公式の形で表すことができ、これらの公式は、エンジン制御ユニット中に格納される、1以上の多次元表、いわゆる参照表に要約することもできる。燃料装置当量比や時間燃料装置の長さのような他のシステム変数はリッチモードで稼動し、燃料装置の稼動温度、燃料装置の他の態様も、同じように決定することができる。ここに記載した制御方法を利用する場合、多くのセンサー、マイクロプロセッサー、燃料流速調整装置、スロットル調整装置を使用してもよく、これらは全て業界でよく知られている。本発明をさらに理解してもらうために、以下実施例を使用して説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

20

【実施例】

【0100】

(実施例1)

米国特許第5,259,754号、Dalla Bettarによる記載に従って、一体触媒を製造した。三塩化ロジウムをRhの濃度約0.18gRh/ccで脱イオン水に溶解し、次いで表面積約75m²/gのジルコニウム酸化物粉末を、攪拌しながら加えた。混合物を攪拌しながら、20%水酸化アンモニウム水溶液を加え、pHを8にした。混合物を蒸発乾固し、得られた粉末を空中で700~10時間焼成した。最終的なロジウム濃度は、最終触媒上のRhとして5.5重量%であった。Rh/ZrO₂触媒を水と10重量%の20%アセチル化ジルコニウム溶液とでスラリー化し、固体分約30%のスラリーを形成した。

30

【0101】

厚さ0.050、75mm幅、3m長さのKawasaki Steel Company 製River Lite 20-5Srの細い切端にしわを寄せて、杉綾模様のV溝をもつ幅75mmに渡ったV-型溝を形成した。溝は約0.8mmの高さであった。この薄片を、空中で900~10時間処理し、表面にアルミニウム酸化物の層を形成した。次に、Rh/ZrO₂スラリーを薄片の両側に噴霧して、約6mg/cm²で充填させた。次いで、塗布した触媒を空中、700~でさらに10時間焼成した。次いで、薄片部を2つに折り、巻いて、開放された長さ方向の溝を持つ、入れ子状態ではない、螺旋状のロールを形成した。最終的な触媒は、直径50mmで、約17gの触媒ウォッシュコートを含んでいた。

40

【0102】

(実施例2)

実施例1で得た触媒を、ガス供給流量計および空気用マス流量計と、マススペクトロメ

50

ーター量トレーサーとしての窒素およびヘリウムと、電熱器と、水用のエアアシスト噴霧器と、ディーゼル燃料用の第2エアアシスト噴霧器と、触媒の上流に設置された静的ミキサーとを備える流通反応装置に設置した。触媒は直径50mmの絶縁区域に含まれ、触媒の上流と下流に熱電対温度センサーを置いた。マススペクトロメーターのサンプリンググループを、触媒出口の約50cm下流に設置した。空気、窒素および水の流れを調整し、5%のH₂O、8%のO₂、0.3%のHeおよび残りがN₂を含む組成物を800SLPM（標準の毎分当たりのリットル）で流す攪拌器を形成した。次いでこの混合物を、電熱器を用いて370℃に加熱した。行った試験の結果を図8に示す。

【0103】

図8Aは、体積%の濃度単位に換算した、H₂とCO₂のマススペクトラムのシグナルを示す。図8Bは、触媒の下流であって、出口面上の異なる位置に設置された3つの熱電温度計によって測定された触媒の出口でのガス温度を示す。図8Cは、O₂の濃度を%で、燃料流れを制御システムによって設定されたg/分で示す。298秒の時、燃料が10g/分の流速で燃焼し始めた。この燃料は触媒上で燃焼し、触媒温度は、図8Bにおける3つの熱電温度計の温度に示されるように、急速に上昇した。燃焼が起こっていることは、図8Bで示されるマススペクトラムによって測定されたCO₂の突然の出現によって確認された。309秒の時、空気流を、図8Cで示すように、触媒への入口の酸素濃度が8%から4%へ落ち、燃料の流れが10g/分から30g/分に増加するように、空気の流れを減少させた。直ちに、マススペクトラムによって測定され、かつ図8Aが示すようにH₂が出現した。325秒の時、燃料の流れを止め、酸素レベルを8%に戻した。CO₂およびH₂レベルは急速に減少した。

【0104】

これらのデータは、一体触媒がディーゼル燃料からH₂とCOを急速に生成するように設計することができ、触媒ユニットの加熱が10秒以内で起こり、H₂やCOなどの所望の還元剤が3~4秒以内という非常に急速な時間内に生成できる。前サイクル過程は約25秒以内で完了する。

【0105】

（実施例3）

図9に水素パルス生成の他の実施例を示す。この実施例に使用された触媒は、金属薄片にしわを寄せて1.2mmの高さの溝にした以外は実施例1と同様の方法で製造した。空気、窒素および水の流れを調整し、8%のH₂O、5%のO₂、0.3%のHeおよび残りがN₂を含む組成物を200SLPM（標準の毎分当たりのリットル）で流す攪拌器を形成した。次いで、この混合物を、電熱器を使用して、300℃に加熱した。グラフAは、体積%の濃度単位に換算した、H₂とCO₂のマススペクトラムのシグナルを示す。グループBは、2つの熱電温度計によって測定された、触媒の出口でのガス温度906と出口から1インチの触媒の温度904を示す。グラフCは、燃料流れを制御システムによって設定されたg/分で示す。2630秒の時、燃料が1.8/分の流速で燃焼し始めた。この燃料は触媒上で燃焼し、触媒入口近くの熱電温度計は急速に上昇した。2635秒で、燃料流れが6.5g/分に増加し、グラフBにおける熱電温度計の温度によって示されるように温度がより速い速度で上昇した。燃焼が起こっていることは、図Aにおける900で示されるマススペクトラムによって測定されたCO₂の突然の出現によって確認された。2642秒の時、燃料流れの増加がさらに10g/分に増え、グラフCの908によって示される燃料リッチ排ガスを生成した。直ちに、マススペクトラムによって測定され、グラフAにおける902が示すようにH₂が出現した。650秒の時、燃料の流れを止めた。CO₂およびH₂レベルは急速に減少した。

【0106】

（実施例4）

実施例1の触媒を使用し、可能性のある脱硫酸サイクルを実施した。空気、窒素および水の流れを調整し、8%のH₂O、8%のCO₂、7%のO₂、0.3%のHeおよび残りがN₂を含む組成物を500SLPM（標準の毎分当たりのリットル）で流す攪拌器を

10

20

30

40

50

形成した。次いでこの混合物を、電熱器を用いて 250 に加熱した。図 10 に示すように、約 325 秒で、燃料が燃焼し始め、燃料装置温度が上がり、出口ガス温度 500 が 600 になった。この高いガス温度は、NSR 捕獲触媒の下流を加熱し、短時間の間に 500 または 600 にする。NSR 触媒が脱硫酸化のための所望の温度である時、排気 O_2 レベルは下がり、燃料装置への燃料の流れは増加し、図 10 における 375 秒で 1 を超える当量比を得、 H_2 および CO を生成し、NSR 触媒を脱硫酸する。この実施例で示すようにこの還元条件は、長時間保つことができ、あるいは H_2 および CO を含む還元パルスを送ることができる。パルス間は、燃料のより低いレベルが燃料装置に送り込まれ、燃料装置温度と NSR 触媒温度を保持する。NSR 触媒が完全に脱硫酸化されると、燃料装置触媒への燃料は止められ、燃料装置からの出口ガス温度は急速に落ちる。

10

【0107】

(実施例 5)

この実施例では燃料装置の直列サーマルマスの効果を明らかにする。実施例 3 で使用した触媒と同じものを使用した。0.100 インチ厚、100 mm 幅の金属薄片を集めて耐熱一体物とし、これにしわを寄せて約 1.5 mm の高さの溝、重さ約 550 g の一体構造物を形成した。この耐熱構造物を実施例 3 の燃料装置触媒のちょうど下流に設置し、熱電温度計が、燃料装置触媒の上流、燃料装置触媒とサーマルマスの間およびサーマルマスの下流のガス温度をモニターした。空気、窒素および水の流れを調整し、8% の H_2O 、8% の CO_2 、7% の O_2 、0.3% の He および残りが N_2 を含む組成物を 600 SLP M (標準の毎分当たりのリットル) で流す混合物を形成した。図 11 に示すように、燃料を、50 ヘルツの周波数、約 50% の負荷サイクルのパルス型注入器を使用して 20 g / 分で 10 秒間導入した。曲線 1100 は、改質器の下流で測定した温度を表し、曲線 1102 は、耐熱体の下流の排気の温度を示す。改質器から出たガス温度は 749 秒で上昇し始め、560 秒で最高温度 576 に達した (燃料の流れは 758 秒で止めた) 同時に、耐熱体の温度はさらにゆっくり上がり、そのより大きな熱容量のため 781 秒で 445 に達した。これは燃料装置は 576 に加熱する一方で、必要な還元 H_2 および CO を生成し、サーマルマスはガス気流温度を、135 の増加でしかない 310 から約 445 に上げるように抑えることを明らかにする。この低いガス温度上昇および短い持続時間は、下流の NSR 触媒の温度における大きな上昇はいかなるものでも阻止する。

20

【0108】

本発明の説明的な変型を記載したが、本発明の逸脱しない範囲で種々の変更および変形がなされることは、当業者には明らかである。下記の請求の範囲において、本発明の範囲および精神の範囲内に入るそのような変更および変型を全て覆うことが意図される。

30

【図面の簡単な説明】

【0109】

【図 1】図 1 は、実例となる NSR システムにおける NO_x の吸着と還元を示す。

【図 2】図 2 は、本発明のシステムの変型であって、燃料装置が NSR システムの下流に位置するシステムを示す。

【図 3】図 3 は、本発明の燃料装置の変型であって、燃料装置が単一触媒を備える装置を示す。

40

【図 4】図 4 は、本発明による燃料装置の稼動方法の 1 つを示す時間基準グラフである。

【図 5】図 5 は、本発明の 1 变型であって、並んだ 2 つの触媒を備える燃料装置を示す。

【図 6】図 6 は、本発明の 1 变型であって、平行な 2 つ触媒を備える燃料装置を示す。

【図 7】図 7 は、実例である異なるサーマルマスを有する燃料装置の熱応答曲線を示す。

【図 8】図 8 は、本発明を使用した、急速加熱と H_2 の生成を表す試験結果を示す。

【図 9】図 9 は、本発明に代わりの燃料とエンジンスケジュールを使用した、急速加熱と H_2 の生成を表す試験結果を示す。

【図 10】図 10 は、本発明の燃料装置を使用した、可能性のある 1 脱硫酸化スキームを使用した試験結果を示す。

【図 11】図 11 は、燃料装置の下流にサーマルマスを含むシステムとともに本発明を使

50

用した、急速加熱と H_2 および CO の生成を表す試験結果を示す。

【図 1 2】図 1 2 は、パルス化した燃料流れを使用する本発明のシステムを稼動する 1 方法を示す。

【図 1】

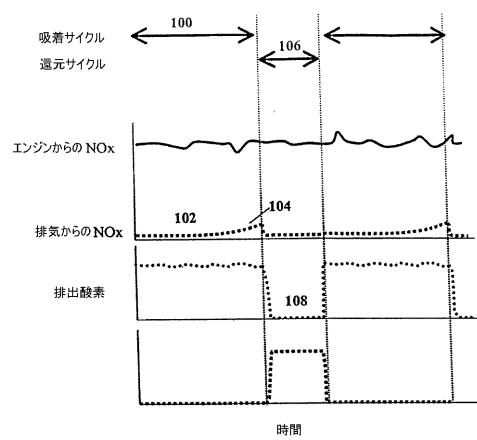


FIG. 1

【図 3】

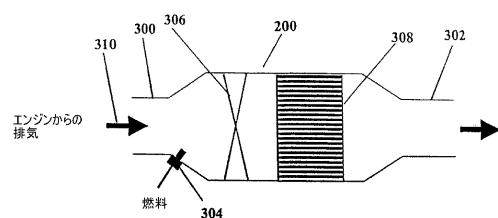


FIG. 3

【図 2】

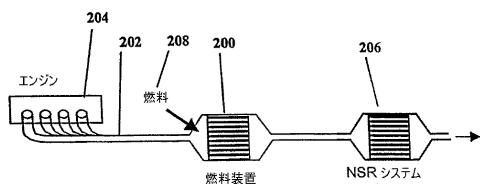


FIG. 2

【図4】

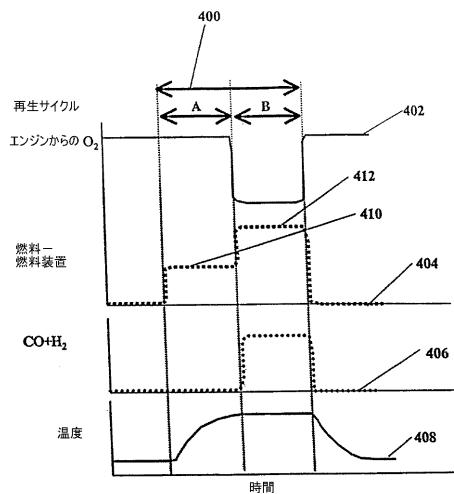


FIG. 4

【図5】

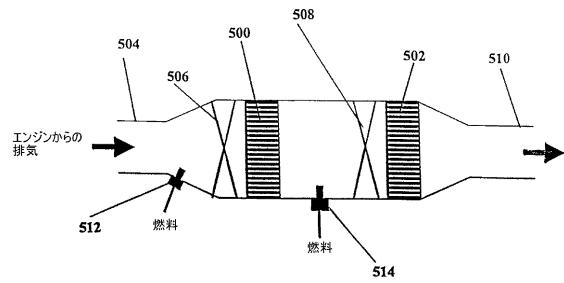


FIG. 5

【図6】

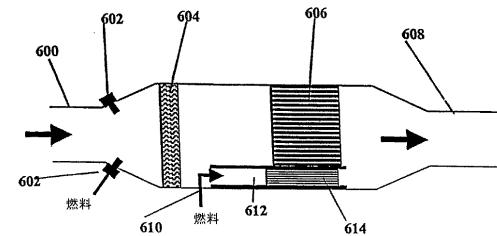


FIG. 6

【図7】

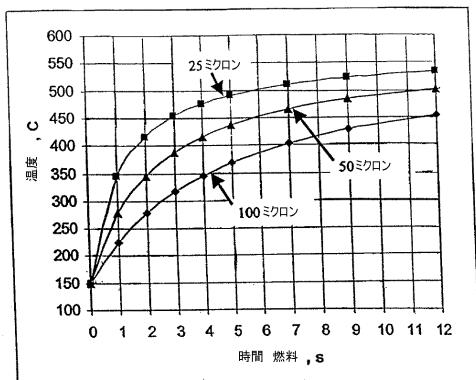


FIG. 7

【図8】

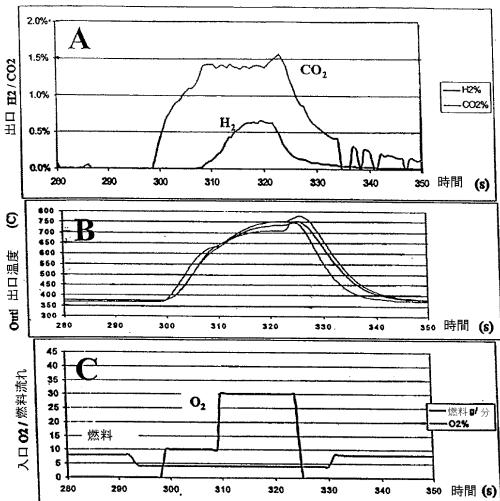


FIG. 8

【図9】

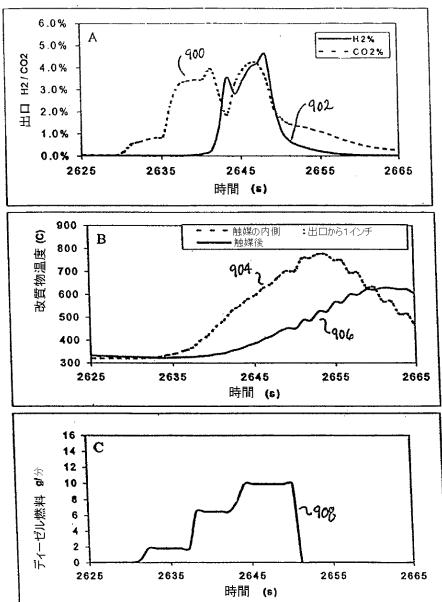


Fig 9

【図10】

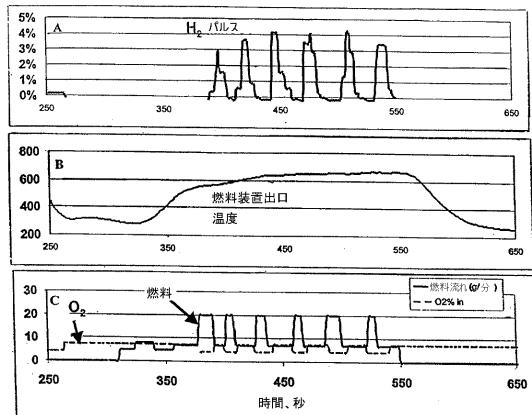


Fig 10

【図11】

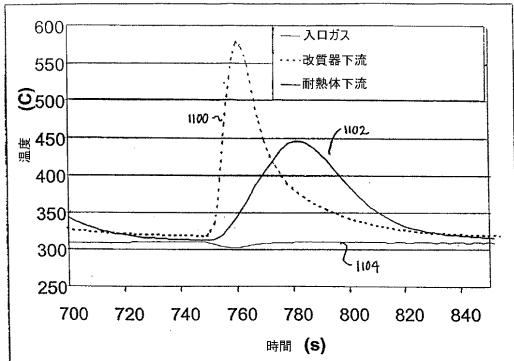


Fig 11

【図12】

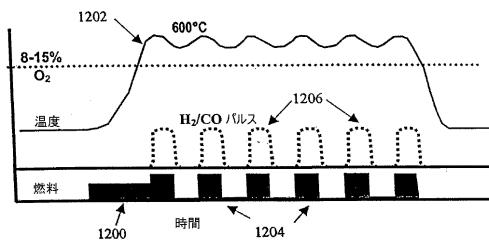


FIG. 12

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I
F 01N 3/28 (2006.01)	F 01N 3/02 301E
B 01D 53/94 (2006.01)	F 01N 3/24 E
B 01D 53/96 (2006.01)	F 01N 3/24 N
	F 01N 3/28 301E
	F 01N 3/28 J
	B 01D 53/36 101A
	B 01D 53/36 102E
	B 01D 53/36 101B

(74)代理人 100131266

弁理士 高 昌宏

(72)発明者 ダラ ベッタ, ラルフ

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94040, マウンテン ビュー, ドーバートン スクエ
ア 865

(72)発明者 シゼロン, ジョエル

アメリカ合衆国 カリフォルニア 94536, フレモント, モウリー アベニュー 845
, アパートメント 148

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開2002-235594 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/08 - 3/36

F01N 3/02

B01D 53/94 - 53/96