

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4427782号
(P4427782)

(45) 発行日 平成22年3月10日(2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日(2009.12.25)

(51) Int.Cl.

F I

FO1N 3/08 (2006.01)

BO1D 53/94 (2006.01)

FO1N 3/10 (2006.01)

FO1N 3/20 (2006.01)

FO1N 3/24 (2006.01)

FO1N 3/08 ZABB

FO1N 3/08 A

FO1N 3/08 G

FO1N 3/08 H

BO1D 53/36 IO1B

請求項の数 21 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-549702 (P2003-549702)
 (86) (22) 出願日 平成14年12月3日(2002.12.3)
 (65) 公表番号 特表2006-501390 (P2006-501390A)
 (43) 公表日 平成18年1月12日(2006.1.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/038813
 (87) 国際公開番号 W02003/048536
 (87) 国際公開日 平成15年6月12日(2003.6.12)
 審査請求日 平成17年11月25日(2005.11.25)
 (31) 優先権主張番号 60/337,023
 (32) 優先日 平成13年12月3日(2001.12.3)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(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 スーペリア
 アヴェニュー 1111 イートンセン
 ター
 (74) 代理人 100068618
 弁理士 粁 経夫
 (74) 代理人 100104145
 弁理士 宮崎 嘉夫
 (74) 代理人 100109690
 弁理士 小野塚 薫
 (74) 代理人 100135035
 弁理士 田上 明夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃エンジンの改善された排気制御のためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

過剰の O_2 を含む排気流において、 NO_x を還元させるためのディーゼルエンジンのシステムであって、該システムは：

窒素酸化物吸蔵還元触媒；

該窒素酸化物吸蔵還元触媒の上流位置に配置される燃料プロセッサであって、入口と、出口と、少なくとも1つの触媒とを含む、燃料プロセッサ；および、

該燃料プロセッサの触媒の上流に配置される少なくとも1つの燃料注入口を備え、ここで、

該燃料プロセッサの少なくとも一部は、該少なくとも1つの燃料注入口を通して該排気流に注入される燃料を反応させるように適合されており、そして該反応の結果として、迅速な加熱を起こすように適合されており；そして、

該燃料プロセッサは、第一触媒セクションおよび第二触媒セクションを備え、該第一触媒セクションは10～100ミクロンの壁厚を有するモノリス構造物であり、該注入された燃料の一部を酸素と反応させて、熱、 CO_2 、および H_2O を生成するように適合されており、そして該第二触媒セクションは、該注入された燃料の別の部分を H_2O と反応させて、 H_2 およびCOを生成するように適合されており、

さらに、前記燃料プロセッサの熱容量より大きな熱容量を有する熱質量を備え、該熱質量は、該燃料プロセッサより下流であるが、前記窒素酸化物吸蔵還元触媒より上流に配置され、また、前記熱質量の少なくとも一部はモノリス構造物である、システム。

10

20

【請求項 2】

さらに、熱質量とは別個の構成要素である粒子状物質フィルターを備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記熱質量の少なくとも一部は、金属製のモノリス構造物である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

燃料プレヒーターをさらに備え、該燃料プレヒーターは、前記燃料プロセッサの上流であり、そして前記燃料注入口の下流である位置に配置される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

燃料気化器をさらに備え、該燃料気化器は、前記燃料プロセッサの上流であり、そして前記燃料注入口の下流にある位置に配置される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

ミキサをさらに備え、該ミキサは、前記燃料プロセッサの上流であり、そして前記燃料注入口の下流にある位置に配置される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記ミキサは、静止ミキサである、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記ミキサは、一本のパイプを備え、該一本のパイプは、5 より大きな長さ対直径の比率を有する、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記ミキサの少なくとも一部は、ワニスまたは炭素質の沈着物を酸化する能力を有する触媒でコーティングされる、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 10】

一本のパイプをさらに備え、該パイプは、前記燃料プロセッサの上流であり、そして前記燃料注入口の下流にある位置に配置される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記一本のパイプは、ワニスまたは炭素質の沈着物を酸化する能力を有する触媒でコーティングされる、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

コントロールシステムをさらに備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記コントロールシステムは、前記燃料の流速を測定および調節する、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記第一触媒セクションおよび第二触媒セクションは、1つのモノリス基板上の2種のコーティングによって形成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記燃料プロセッサは、前記窒素酸化物吸蔵還元触媒に入る全ての排気処理するように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記第一触媒セクションは、250 の温度のリーン状態で排気流中のディーゼル燃料の酸化に触媒作用を及ぼすために有効な濃度であって、前記第二触媒セクション中のパラジウムの濃度より大きい濃度のパラジウムを含有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記第二触媒セクションは、600 の温度で前記排気流内のディーゼル燃料の流れの改質に触媒作用を及ぼすために有効な濃度であって、前記第一触媒セクション中のロジウムの濃度より大きい濃度のロジウムを含有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記少なくとも２つの触媒セクションは、直列で存在する、請求項１に記載のシステム。

【請求項１９】

前記少なくとも２つの触媒セクションは、並列で存在する、請求項１に記載のシステム。

【請求項２０】

前記窒素酸化物吸蔵還元触媒および前記燃料プロセッサは、単一の収容構造物中に配置されない、請求項１に記載のシステム。

【請求項２１】

前記窒素酸化物吸蔵還元触媒および前記燃料プロセッサは、単一の収容構造物内に配置される、請求項１に記載のシステム。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願の参照）

本願は、米国特許出願番号６０／３３７，０２３（２００１年１２月３日出願、および発明の名称「内燃エンジンの改善された排気制御のためのデバイスおよび方法」）に対して優先権を主張し、そして、これは、本明細書においてその全体が参照として援用される。

【０００２】

20

（発明の分野）

本発明は、概して、内燃（「ＩＣ」）エンジン、より詳細には、窒素酸化物（「 NO_x 」）排気を生成するＩＣエンジンの性能および排気制御の改善のためのデバイスおよびシステムに関する。本発明はさらに、概して、排気制御システム、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）

大気の高品質を改善する努力は、政府が発行した厳しい排気制御および規制へとつながった。過去３０年よりも長く、火花点火ガソリンエンジンからの許容される排気は、実質的に減少してきた。排気を減少させる努力を伴う緊張のもと、燃料効率を増大させるための一般的な希望が存在する。これは、特に、ディーゼルエンジンにとって問題である。ディーゼルエンジンは、非常に効率的であるが、しばしば、 NO_x および粒子状物質（「 PM 」）の両方の非常に高い排気が生成する。実際、ガソリン火花点火エンジン規制に適合させるために、最近のディーゼルエンジンからの排気は、特定のエンジン型に依存して、約１０倍～約５０倍減少されねばならない。 30

【０００４】

希薄燃焼（lean-burn）エンジンは、火花点火（「 SI 」）エンジンおよび圧縮点火（「 CI 」）エンジンの両方を含む。従来の SI エンジンと比較して、希薄燃焼 SI エンジンは、２０～２５％のより高い燃料の節約を提供し、他方、 CI エンジンは、５０～１００％のより高い燃料の節約を提供する。 CI エンジンは、激務に耐え得る乗り物において米国中において広く使用されており、そして軽い役務のための乗り物におけるその使用が増えると予測される。 CI エンジンもまた、旅客の乗り物、軽貨物トラックおよび重量トラック、ならびに発電機において世界の多くの場所で広く使用されている。 40

【０００５】

現在、自動車の排気制御は、多くが、三元触媒技術に依存する。三元触媒技術は、一酸化炭素（「 CO 」）の排気、未燃焼炭化水素（「 UHC 」）および NO_x の排気を還元する。この技術は、理論空燃費、またはほぼ理論空燃費で作動する通常のガソリンエンジンにとって非常に有効であり得る。しかし、三元触媒技術は、概して、希薄燃焼（lean-burn）エンジンに適していない。希薄燃焼エンジンは、非常に大過剰の酸素を含む 50

、全体に非常に燃料分の薄い排気混合物を生成する。これは、排気中の過剰の酸素は、 NO_x の還元を妨害するからである。これは、希薄燃焼エンジンおよびTWCベースの排気制御技術の両方にとって主要な制限である。例えば、希薄燃焼ディーゼルエンジンの場合において、排気制御システムは、約6～15%の過剰酸素を含む排気流から NO_x およびPMを取り除かねばならない。

【0006】

従って、多くの技術は、希薄燃焼エンジンの排気から、 NO_x を取り除く問題に取り組むべき探究してきた。1つのそのような技術は、 NO_x 吸蔵還元(storage reduction)(「NSR」またはNSR型)システムを利用する。この技術は、科学文献中に記載されており、そして一般的に当該分野において周知である。例えば、この技術の記載は、S. Matsumoto, CATTech, Vol. 4, No. 2, pp. 102 - 109, 2000およびその中で引用される参考文献(これらは、すべて、その全体が本明細書において参考として援用される)において見いだされ得る。

10

【0007】

その文献中に記載されるように、代表的なNSR触媒は、吸着剤-触媒系を有し、可逆的な NO_x 吸蔵または捕捉および NO_x の還元の二重機能を提供する。そのNSR触媒の1つの成分は、気流中の NO_x と反応して、 NO_x を酸化条件または排気流を過剰の O_2 を含む条件下で捕捉する。この成分は、その排気流が還元性にされるとき、すなわち、過剰の還元種を含むようにされるとき、 NO_x が放出されるように選択される。NSR触媒はまた、 NO_x 還元触媒を含み、この触媒は、還元剤とともに還元条件下で NO_x と反応して非汚染性の N_2 を生成する。排気流が還元性にされるとき、 NO_x が放出され、そしてこの NO_x が NO_x 還元触媒における還元種と反応して N_2 を生成する。吸着剤-触媒系の1つの例は、Pt/Rh/Ba/TiO₂/ZrO₂/Al₂O₃系である。この系は、日本における乗り物において商業的に使用されてきている。

20

【0008】

NSR触媒の多くの利点は、燃料効率のよい希薄燃焼ICエンジンとのその適合性および有効性；その商業的な受容性；アンモニアも尿素も還元剤として使用する必要がないこと；および理想的な条件において操作されるときの高い NO_x 変換を得るその能力である。例えば、90-100%の NO_x の変換が、還元剤としてディーゼル燃料を使用した理想的条件下でディーゼルエンジンの試験において達成されている。

30

【0009】

しかし、NSR技術は、いくつかの重大な欠点および限界をもまた有している。NSR触媒の再生の間、NSR触媒の環境は、捕捉された NO_x を N_2 に変換するためおよびその触媒を再生するためにリッチにされねばならない。その排気における還元環境がエンジン操作をリーンからリッチへと改変することによって得られるべきである場合、エンジンサイクルは、それが操作するように設計されていなかった領域において操作することになる。例えば、大気を取り込みのあいだスロットルなしで通常作動するディーゼルエンジンは、今度は、豊富な条件(regime)へと大気/燃料比率を変更するためにスロットルを必要とする。さらに、このことは、迅速かつかなり頻繁に、約2～20分毎になされねばならない。

40

【0010】

燃料は、排気流へと注入され得、そして酸素を消費するため、かつ還元環境を生成するための両方のためにNSR触媒の上または上流の酸化触媒の上で燃焼され得る。この高い排気温度において、このことは、妥当な再生サイクルおよび NO_x 変換効率を与えてきた。しかし、低い負荷および低い排気温度において、この手順は、うまく機能しない。なぜなら、触媒がディーゼル燃料と十分反応性ではないからである。さらに、生成された高温は、NSR触媒を、所望されない高温へと駆動し得る。

【0011】

NSR技術の別の欠点は、NSR吸着剤が代表的に硫黄に対して非常に感受性があることである。 NO_x 吸着剤材料は、燃料に含まれる硫黄酸化物と反応してサルフェートを生

50

成し得る（例えば、S. Matsumoto, CATTECH, Vol. 4, No. 2, pp. 102 - 109, 2000; K. Yamazaki et al., Applied Catalysis B. Environmental, Vol. 30, Nos. 3 and 4, pp. 459 - 468, 2001およびそこにおいて引用される参考文献に記載される、これらの文献は、本明細書においてその全体が参考として援用される）。これらのサルフェートは、容易に分解せず、そして徐々に、NO_x吸着剤を不活性のサルフェートに変換していき、その捕捉効率を減少させる。低硫燃料（例えば、15 ppmの範囲内）を用いる場合でさえ、NSR触媒は、そのNO_x捕捉効率が顕著に減少するまでに約500～1000ビヒクルマイル（vehicle mile）しかもたない。現在および予見可能な排気規制によって要求される150,000～400,000マイルほどもつNSR触媒を生成するために、NSRユニットは、産業界において好都合に利用されるにははるかに大きすぎるように設計されねばならない。NSR触媒ユニットが500～650の温度での還元雰囲気における処理によって脱硫酸（desulfated）され得ることが見いだされたが、この環境を、NSR捕捉ユニットそのもの内で生成するような様式でエンジンを作動することは非常に困難である。

【0012】

排気への直接注入によってディーゼル燃料を還元剤として使用することは、150～250の排気流温度では非常に有効であるとはいえない。この温度は、ディーゼルエンジンの操作サイクルのかなりの部分（アイドリングおよび低い負荷を含む）を網羅する。高いNO_x変換が高い入口温度において（例えば、250～300またはそれを超える範囲）ディーゼル還元剤を用いて可能であり得るが、これらの温度はしばしば、ディーゼル還元剤はこの温度を有用なアプローチとするために十分に広い範囲の操作条件にわたって入手可能ではない。他の還元剤（例えば、水素、一酸化炭素、アルコールおよびいくつかの低分子量炭化水素（例えば、プロピレン）は、低い温度でより反応性であり、そしてよりよい還元能力を、より広い範囲の操作条件度内で提供し得る。しかし、これらの材料の使用は、その乗り物にさらなる燃料源を有させることを必要とし、顕著なインフラおよび設計の問題ならびにコストの増大を提示する。これらの欠点および限界は、NSR技術の広い商用および受容を大いに阻んできた。

【0013】

公開されたPCT特許出願WO01/034950A1（H. S. Hwang et al.、これは、本明細書において参考としてその全体が援用される）は、NSR触媒の再生の改善に対する1つのアプローチを示す。この出願は、その排気システムに対して外側のシステムにおいて燃料および大気を受け取り、そしてそれを触媒上で処理して部分的に反応した燃料ならびにおそらくいくつかのH₂およびCOの混合物を生成する燃料プロセッサユニットを記載する。次いで、部分的に反応した燃料混合物は、NSR触媒再生の必要が生じる場合に、上記排気流に注入される。

【0014】

しかし、このアプローチは、いくつかの欠点を有する。第一に、このプロセッサは、還元剤を生成することに限定され、これは、排気中の酸素レベルの減少を支援しない。さらに、このデバイスは、最適なNSR触媒再生または脱硫酸のいずれをも容易にするために十分高い排気温度を提供し得ない。さらに、このデバイスが間欠的にのみ使用されるべき場合、燃料および大気は、間欠的に作動しなければならない。これは、非常に難しい。なぜなら、燃料プロセッサが適切に機能するように高温を維持しなければならないからである。アイドリングまたは低い負荷の操作の間、NSR触媒は、最適な燃料経済のために10～20分おきに1回のみ再生され得る。さらに、燃料プロセッサが非常に長い期間高温に維持されねばならないことから、必要でないときにさえ、エネルギー消費が顕著に増大し、そして燃料経済が有害に影響を受ける。最後に、部分的に処理された燃料であるH₂およびCOは、連続的に生成され得ることから、それらは、再生サイクルのために必要とされるまで保存されねばならない。このことは、システム設計全体を複雑にする。従って、現在入手可能なNSRシステムの欠点および限界を克服し得、そして同時に現在の排気

および燃料効率問題に対する実用的な解決策を提供するための方法およびデバイスのための多大なる必要性が存在する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0015】

(本発明の簡単な要旨)

本発明は、NSR技術を可能にするシステムおよびプロセスを提供することによってこの必要性を満たす。このようにして、NSR技術を伴うディーゼルおよび他の希薄燃焼エンジンの大規模な商業使用が容易にされる。ついで、このことは、石油の節約および温室ガス放出の減少を支援するとともに、他方で、厳格な環境規制に適合することを確実にする。

10

【0016】

従って、本発明の目的は、NSRまたはNSR型の排気制御システムを装着した希薄燃焼ICエンジンの性能および排気における改善を提供することである。NSRシステムを用いた使用に適した温度で燃料(例えば、ディーゼルまたはガソリン)をCOおよびH₂を含む還元ガス混合物へと変換する能力を有するデバイスを提供することがさらなる目的である。NO_x吸着剤を再生する能力、NO_xを窒素へと還元する能力および周期的にNSR型の排気制御システム触媒の脱硫酸をする能力を有する還元ガス混合物を提供することがさらに別の目的である。ディーゼル燃料よりも効率的であるNO_x還元剤および吸着剤 - 触媒脱硫酸剤を提供することがなおさらなる目的である。ICエンジンを、間欠的な希薄/豊富燃焼モードではなく、連続的な希薄燃焼モードで操作されることを可能にすることがなおさらなる目的である。これらおよび他の目的ならびに利点は、本明細書の以下に示される説明および添付の図面から明白である。

20

【0017】

1つの局面において、本発明は、NSR触媒、燃料プロセッサおよび少なくとも1つの燃料注入口を備える、過剰酸素を含む排気流において、NO_xを還元するためのシステムを提供することによってこれらの目的を満たす。この燃料プロセッサは、NSR触媒の上流位置に配置され、そして入口、出口および少なくとも1つの触媒を備える。燃料は、この燃料注入口に注入され、そして燃料プロセッサ触媒の上で反応して、その燃料プロセッサ触媒の少なくとも一部の温度を迅速に上昇させ、そしてその少なくとも一部がH₂およびCOに変換される。

30

【0018】

いくつかのバリエーションにおいて、このシステムは、燃料プロセッサの熱容量よりも高い熱容量を有する熱質量(thermal mass)をさらに備える。この熱質量は、例えば、PMフィルター、モノリス構造物であり得、あるいはNSR触媒もしくは燃料プロセッサの部分であり得る。このシステムは、必要に応じて、燃料プレヒーター、燃料気化器、ミキサおよびコントロールシステムを備え得る。

【0019】

別の局面において、本発明は、NSR触媒吸着剤を再生するための方法を提供することによってこれらの目的を満たす。この方法は、エンジンからの排気流を提供する工程、燃料プロセッサの上流位置へと燃料を注入する工程、必要に応じて、この燃料をその排気流と混合する工程、この燃料および排気流の混合物を、その燃料プロセッサ内で反応させて、COおよびH₂を含む還元ガス混合物を生成させる工程、ならびにその還元ガス混合物をNO_xトラップへと導入する工程を包含し、それによって、吸着剤が、その還元ガス混合物の導入によって再生される。

40

【0020】

1つのバリエーションにおいて、上記燃料は、注入前に気化される。別のバリエーションにおいて、上記燃料は、1より大きな当量比で注入される。別のバリエーションにおいて、上記燃料は、ガソリンまたはディーゼル燃料のいずれかであり得る。さらに別のバリエーションにおいて、上記触媒の少なくとも一部は、少なくとも500℃にまで加熱され

50

る。

【0021】

別の局面において、本発明は、NSRシステムとともに使用するための燃料プロセッサユニットを提供することによってこれらの目的を満たす。このユニットは、入口、出口、少なくとも1つの触媒および少なくとも1つの燃料注入口を備える。この燃料注入口は、上記触媒の上流位置に配置され、そして燃料のその触媒への注入を容易にする。その燃料の少なくとも一部は、その触媒上で反応して、その触媒の少なくとも一部の温度を迅速に上昇させ、そしてその燃料の少なくとも一部を、 H_2 およびCOへと変換する。いくつかのバリエーションにおいて、この燃料プロセッサユニットは、ミキサまたはさらなる触媒をさらに備える。

10

【0022】

なおさらに別の局面において、本発明は、本発明のシステムおよび方法とともに使用するための制御戦略を提供する。

【0023】

(本発明の詳細な説明)

1つの局面では、本発明がICエンジンの、特に、NSR(NO_x 吸蔵還元型)触媒を装備した希薄燃焼型エンジンの性能および排気制御の向上のためのシステムを提供する。本明細書において「NSR触媒」という場合、それは NO_x の吸着触媒システムを有するすべてのシステムがそれに従って具現化されていると理解されるべきである。ここで図面を参照するが、すべての図面を通して、同様の数字は同様の要素を示すものであることを示し、図1に典型的なNSR触媒の動作を図示する。

20

【0024】

図1に示すように、吸着サイクル100の間に排気ガスが触媒を通じて流れるとき、余剰酸素の存在下で NO_x が吸着剤によって吸着される。曲線102によって示すように、NSR触媒は、吸着の効率が非常に良いように設計され得、排気流から NO_x がほぼ完全に吸着される。NSR触媒は典型的には排気ユニットの中に設置されるキャニスタを含み、そこから排気ガスが流れ得る。典型的な触媒は、その表面または壁にコーティングされた吸着成分および触媒成分を有するハニカム状のモノリス構造物である。

【0025】

NSR触媒の中の吸着剤が NO_x で飽和状態になると、完全に吸着する度合いが少なくなり、曲線104に示すように NO_x トラップに存在する NO_x のレベルが増加し始める。この時点で、排気流の組成が酸化状態から還元状態に変化し、還元サイクル106が始まる。その後、還元剤が導入され、曲線108によって示すように、酸素レベルがゼロまで減少する。

30

【0026】

還元環境では、 NO_x が吸着剤から脱着され、 NO_x トラップの触媒成分によって窒素に還元される。一般的に、この反応は十分に速く起きるので還元サイクル106は比較的短時間であるが、同時に、 NO_x の吸着能力が相当の割合で再生されるように十分な時間を取り得る。排気組成はそこで通常の酸化状態に戻り、このすべてのサイクルが繰り返される。典型的には、吸着サイクル100が、高負荷下では1~5分、低負荷下またはアイドルリング時にはおそらく20分間いずれの場所においても続く。再生還元サイクル106は、NSR触媒の再生に必要な時間に応じて、典型的には1~10秒およびおそらくそれ以上長く続く。

40

【0027】

再生還元のための還元ガス組成は、追加の燃料を、燃焼の後半(つまり、パワーストロークの終盤の間、または排気ストロークの間)にエンジンシリンダーに噴射するか、またはNSRシステムの上流の排気管に直接噴射するかのいずれかによって得られる。この技術の、全体的な NO_x の変換性能または除去性能は、吸着触媒システムの再生還元性能に影響される。したがって、再生サイクルが不十分な場合、次の吸着サイクルも不十分であり、排気に存在する NO_x のレベルは概して非常に高い。

50

【0028】

今度は図2を参照すると、本発明のシステムの一般的な概略図が示される。そこに図示するように、燃料プロセッサ200がエンジン204とNSRシステム206との間で排気管202に沿った位置に設置され得る。このように、排気流がまず燃料プロセッサ200を通り、その後NSRシステム206を通して流れる。燃料プロセッサ200は、NSRシステム206と共に単一ハウジング構造の中に設置されてもよいし、設置されなくてもよい。以下でさらに詳細に説明するように、1つの改変例では、NSRシステム206のNSR吸着を定期的に再生するように、燃料プロセッサ200が間欠的に動作される。NSR吸着を再生する際、燃料208が燃料プロセッサ200に噴射され得るか、燃料プロセッサ200の上流の位置に噴射され得るか、燃料プロセッサユニット200および燃料プロセッサユニットの上流の位置の両方に直接噴射され得る。

10

【0029】

図3に示すように、1つの改変例では、燃料プロセッサ200が少なくとも1つの触媒を含む。そこに図示するように、燃料プロセッサ200が入口300、出口302、および少なくとも1つの触媒308を含む。少なくとも1つの燃料噴射口304およびオブションミキサー306が燃料プロセッサの上流の位置に設置される。さらに、燃料プロセッサ200が、燃料プレヒーター、燃料気化器、空気または追加の燃料(図示せず)の導入のための二次噴射口、および制御システム(図示せず)をさらに含む。

【0030】

図3に図示するように、燃料プロセッサ200が排気ガス混合物310を受け取るための入口300を含む。燃料噴射口304が燃料プロセッサ200の上流の位置に設置され、そこで燃料を受け取る。燃料は、口304に噴射された後、燃料プロセッサ200に入り、排気ガス混合物310と化合する。口304に噴射される燃料は、蒸気、液体またはその2つの組み合わせの形式を取り得る。噴射される燃料が液体の場合、そのいくらかまたは全ては、熱い排気ガス混合物と接触すると気化し得る。混ざり合うことでこの気化は一層加速され得る。したがって、排気ガス混合物310および噴射される燃料はオブションミキサー306を通して進み得る。ミキサー306はガスの混合を促進しかつ液体粒の気化を助けるのに適する任意のものであり得る。

20

【0031】

この混合物は、十分に均質であるのでその結果生じる当量比()は任意の所望限度内であり、ここでこの当量比は燃料濃度であって、この燃料濃度は、ガス混合物に混ざっている全ての酸素と完全に反応して CO_2 および H_2O を形成するために必要な理論的燃料濃度によって除算されたものである。例えば、排気が NO_x トラップに入る前に、排気の酸素濃度をゼロに減らすために燃料プロセッサが使用される場合には、混合のレベルが、要求される混合当量比を決める。ミキサーが、触媒の入口で+/-10%の均一性の混合物を生成する場合、1.1の当量比を与えるために燃料が追加され得、触媒における最低当量比を1.0とする。同様に、豊富に H_2 および CO を生成するために動作している燃料プロセッサの部分では、混合物の均一性は、必要な改質性の性能を得るために要求される当量比および要求される温度によっておそらく決定される。一般的に、+/-20%の混合均一性が望ましいが、さらに望ましいのは+/-10%であり、もっとも望ましいのは+/-6%である。

30

40

【0032】

1つの改変例では、成分を混合して比較的均一な流れにする、静的な(つまり、動く部品がなにもない)、直列系のミキサーが使用される。この改変例では、ガス流成分の流れを変えることによってミキサーが機能を発揮し、それにより、吸込流の混合を起こす。種々の形式の静的ミキサーが市販されており、それらを使用し得る。例えば、静的ミキサーの1つの形式は、流れをいくつかの部分に分割する交差チャネルのアレイを有し、それらの部分がその後再配置され結合される。他の形式のミキサーはスワロー(*swirler*)および逆回転スワローを含み、それらが渦流をガス混合物に分与する。このスワローは一方方向に回転する部分とその逆方向に回転する別の部分とを有し得る。パイプ部

50

がまたミキサーとして使用され得る。例えば、5より大きい長さ/内径 (L/D_i) の比を有する直線のパイプ部または屈曲したパイプ部が使用され得る。

【0033】

あるいは、このミキサーはファン、タービン、または音響エネルギー入力デバイスなどの動く部品を有し得、それらがガス流内で乱流または混合を引き起こす。しかし、動く部品は消耗し点検が必要となり得、かつより大きなエネルギーの入力を必要とし得るので、このようなミキサーはあまり望ましくない。混合効率における任意の改善についての評価は、非静的混合物に、余分な設計上の複雑さおよびエネルギー消費を許容するほど十分な利点があるかどうかを判断する前に行われるべきである。

【0034】

さらに、特に、燃料が高分子量を有し熱分解しやすい場合は、ワニスまたは炭素質被膜物が噴霧燃料との接触によってミキサーの部品上に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炭化水素様の被膜である。ミキサーの部品はそれらのワニスまたは炭素質被膜物を酸化する能力のある触媒を用いてコーティングされ得る。このようにして、常時クリーニングまたはセルフクリーニングのオープンのように、触媒が被膜物を防ぐかまたは除去する。

【0035】

1つの改変例では、燃料噴射口がミキサーとして使用され得る。1つの改変例では、排気管の中で、その燃料噴射口が燃料プロセッサの上流に設置され、排気管の長さがガス混合物を均一に混合するために使用される。この機能を果たすために必要なパイプの長さ部分は一般的にパイプの直径の10倍と考えられる。この噴射口は、さらに燃料と空気とを混合するために排気管の屈曲部の上流に設置され得る。いくつかの例では、燃料と空気とを触媒へ導入する前に、それらを迅速にまたは短距離で混合することが望ましい。これは、(例えばディーゼル燃料などの)重燃料は熱分解または分解してワニスまたはその他の被膜物を生成しやすく、それが今度はシステムの劣化につながり得るからである。別の改変例では、エンジンの燃料噴射口がミキサーとして使用される。

【0036】

この燃料および排気の混合物は、次に反応のために触媒308に流入する。当該分野では周知のプロセスによって、残りの燃料が水と反応して一酸化炭素 (CO) および水素 (H_2) を形成する間に、燃料の一部分が酸素と反応する。 H_2 および CO は、次に、触媒308から流出し、出口302を通過して燃料プロセッサの外に出る。図2に示すように、 H_2 および CO は、次に、下流のNSRシステム206へと流れ得る。ガス混合物が、 H_2 および、ほとんどまたは全く酸素を含まない CO 還元ガス混合物を含むので、NSRユニットが急速に効果的に再生される。この再生サイクルの完了で、燃料プロセッサへの燃料の流れが終了し、このシステムは吸着モードに戻る。

【0037】

触媒308は、1つの触媒ユニットを含み得るかまたは直列するいくつかの触媒を含み得る。例えば、第1の触媒は主に、触媒構成物を有する燃焼触媒として設計され、この触媒構成物は、いくらかの燃料と酸素とで反応して二酸化炭素および水となり熱を生成するために選択される。触媒ユニット間に噴射される余剰燃料および/または燃料は次に第2の触媒ユニットへと進みそこで余剰燃料が水および二酸化炭素と反応して CO および H_2 となる。この第2の触媒は主に例えば改質 (reform) 触媒として設計され得る。あるいは、1つの触媒が酸化のための入口部と改質のための出口部とを有するように設計され得る。このように、1つの触媒が2つの別々の触媒ユニットとして効果的に機能するように提供される。

【0038】

触媒308が、高表面積耐熱支持体と組み合わされる活性触媒としての1つ以上の金属または酸化物を含み、それらの多くは炭化水素を酸化するために当該分野では周知である。この触媒は、一般的に高表面積支持体と活性触媒要素との混合物を含むポーラスコーティングであるウォッシュコートとして適用され得る。あるいは、そのコーティングは、第

10

20

30

40

50

2の酸化物部分、または、炭化水素または炭素の酸化に反応する酸化物の混合物を有する多孔性構造の支持体を含み得る。そのコーティングは任意の数のプロセスを用いて適用され得る。例えば、プラズマ溶射、化学蒸着法、電気メッキ、無電解メッキ、(液体中に触媒粒子の懸濁液を含む)噴霧可能なゾルの応用を用いて、またはスラリーの中に部品を浸すことによって適用され得る。本発明で使用され得る触媒の構成物の1つの例がD a l l a B e t t aらによる米国特許第5,232,357号に記載されており、米国特許第5,232,357号はその全体を本明細書で参照のため援用する。

【0039】

燃料プロセッサで使用される燃料はそのユニットと互換性があれば任意の燃料であり得る。例えば、エンジンに使用される燃料と同じ種類のものであり得る。燃料がディーゼルまたはガソリンなどの液体の場合、排気ガス混合物が燃料を完全に気化させるのに十分に高熱でないこともあり得る。これらの状況下では、混合物の温度が十分に上げられて、燃料のある部分が、触媒を通して進む排気流の中の酸素と反応を引き起こし、それによって触媒の温度を上昇させる。燃料プロセッサ触媒308の温度が上昇するにつれ、残りの液体燃料が触媒内で気化され得る。

【0040】

あるいは、噴射時に一層たやすく気化されるように燃料が予熱され得る。オプションの燃料ヒーターが、燃料プロセッサユニット自体の内部かまたはその上流の所望の位置のいずれか任意の好都合の場所に配置され得る。燃料は、再生サイクルの期間中、連続噴射または間欠噴射のいずれも行われ得る。連続燃料噴射の場合、燃料の流れの速度および期間が燃料量を制御する。間欠燃料噴射の場合、パルス周波数およびパルス量が燃料量を制御する。噴射される燃料の量は、一般的に、排気流に混合している余剰酸素の全てと反応して、要求される量の還元ガス混合物(COおよびH₂)をNSRシステムの動作温度において生成するために十分である。この燃料量は1より大きい当量比に対応する。

【0041】

一般的に高負荷時は1~5分間、低負荷時およびアイドリング時にはそれより長く続く、NO_x吸着相の間は一般的に燃料が噴射されない。その後、NO_xの再生還元相の間、約1~10秒の間、燃料が再び噴射され、エンジンが動作されてNO_xが生成されている限り、そのサイクルが繰り返される。燃料噴射の量とタイミングとは燃料プロセッサ制御システムによって任意選択的に制御され得、それはエンジン管理システムまたはエンジン制御ユニットとリンクしているかまたはその一部であり得る。

【0042】

H₂およびCO還元剤は数多くの反応によって形成され得る。1つの改変例では、触媒の温度を約500~700に上げるために燃料の一部分が燃やされ、残りの燃料が、排気流の中のあるいは燃料の燃焼によって形成される、H₂OおよびCO₂と反応して、所望のH₂およびCOを製造する。あるいは、燃料、O₂、H₂OおよびCO₂が同時に触媒に反応して所望のH₂およびCOを生産する。

【0043】

燃料プロセッサはいくつかの任意のモードで動作し得る。例えば1つの動作モードを図4に示す。そこに示すように、再生サイクル400は熱上昇相Aおよび還元相Bとからなる。エンジンからの酸素濃度402、燃料プロセッサ404への燃料の流れ、燃料プロセッサ406で生成されるCOとH₂、および燃料プロセッサ触媒408の温度が示される。熱上昇相Aの開始時、燃料が燃料プロセッサに410によって示される速度で噴射される。これが、曲線408で示すように、所望の温度に燃料プロセッサ触媒を熱する。

【0044】

燃料プロセッサ触媒の温度が所望のレベルに達したとき、エンジンへの空気の流れを一部絞ることによって燃料の流れが増加し412、酸素レベル402が減少する。酸素濃度の減少と燃料濃度の増加の組み合わせが、燃料プロセッサ触媒の全体的な混合物を濃厚に、つまり、1より大きい当量比を有するようにし、曲線406で示すようにCOおよびH₂が製造される。NSRシステム内のNO_xトラップが完全に再生されるとき、プロセッサ

への燃料の投入が終了し、エンジンの絞りが再開される。このサイクルの1つの利点は、燃料消費の最小化である。さらに、エンジンはCOおよびH₂が生成される期間中にのみ絞られるので、エンジン性能および運転性における任意の負の効果が最小化される。

【0045】

別の動作手順もまた可能である。例えば、燃料プロセッサへの燃料の流れが還元剤の生成に要求されるレベルにまで即座に上げられ得る。その後、燃料プロセッサが適切な温度になったとき、COおよびH₂の総合的な還元混合物を生成するために、エンジンが絞られ得る。燃料燃焼がより高いので、これが燃料プロセッサ触媒の燃料のより速い温度上昇を容易にし得る。しかし、触媒のオーバーヒートおよびそれによる非活性化を避けるために、特定の手立てが取られるべきである。

10

【0046】

再生サイクルの間、燃料プロセッサからのガス流の出口は、触媒308をバイパスし得る酸素も含めて、酸素がない状態となる。これは、酸素が還元ガス混合物と混合してNSR触媒と反応し、したがって再生プロセスの効率を減らすからである。さらに、エンジン動作手順は多くの形式を取り得る。排気の酸素濃度を減らすためにエンジンを絞るよりも、排気ガス再循環システム(「EGR」)の流れが増加され得、したがって、排気の酸素レベルの低下を引き起こす。あるいは、エンジン燃料インジェクタによってエンジンに噴射される燃料の量が増加され得る。さらに、これらの方法および他の方法の組み合わせが排気の酸素レベルを下げるために使用され得る。

【0047】

20

1つの改変例では、燃料プロセッサが直列の触媒を含む。この改変例では、図5に示すように、酸化触媒が改質触媒の上流に配置される。そこに示すように、燃料プロセッサユニット200が改質触媒502の上流の酸化触媒500を含む。排気ガス流が、入口504を通して燃料リフォーマへ入り、ミキサー506、酸化触媒500、第2ミキサー508、改質触媒502を通して進み、その後出口510から出る。

【0048】

この改変例では、燃料が燃料インジェクタ512を介して噴射され得、改質触媒502を熱するために酸化触媒500と反応させられ得る。改質触媒502に対する燃料/空気の比をさらに増やしてCOおよびH₂の生成が起こり得るように、所望する任意の回数、燃料が燃料インジェクタ514を介して噴射され得る。この改変例の1つの利点は酸化触媒および改質触媒の機能が分かれていることである。このようにして、各触媒がそれぞれの機能を非常に効率良く行う。

30

【0049】

例えば、動作中、余剰酸素が一定の条件の(当量比が1.0より低い)下で動作し、それによって炭素または炭化水素の高活性および低堆積を容易にするように酸化触媒が構成され得る。さらに、改質触媒502への燃料の供給が、燃料インジェクタ514の近傍で1つ以上のインジェクタを介して別々に行われ得るので、一旦改質触媒の温度がその最適レベルに達すると、燃料が追加され得る。さらに、別々の酸化触媒を有することで、エンジンの近くに配置され得、それによってより高温の排気ガスでの動作を容易にする。これが今度はアイドリングおよび低い環境条件におけるよりよい動作を提供する助けとなる。

40

【0050】

この改変例における2つの直列の触媒は幾通りもの構成を有し得る。例えば、触媒が互いに離れて設置され得、かつ別々の上流インジェクタおよびミキサーを有し得る。あるいは、2つの触媒が1つのユニット内に設置され得る。1つのユニット内に設置される触媒を有することは各システムを簡単に再製させ得る利点を有し、したがって製造における利益を提供する。

【0051】

別の改変例では、図6に示すように、触媒が平行である。排気ガスは口600を通して入る。燃料は、次に、燃料インジェクタ602を介して噴射されるが、燃料インジェクタ602で燃料はミキサー604によって排気ガスと混合される。燃料および排気混合物は

50

次に触媒 606 および出口 608 を通って進む。排気混合物の一部は通路 612 を通り、次に触媒 614 を通って進み、共通の出口 608 に進む。触媒 606 は酸化触媒であり、触媒 614 は、改質触媒、または燃焼と、別個の燃料インジェクタ 610 を有する改質触媒との組み合わせである。

【0052】

この改変例では、燃料が最初に燃料インジェクタ 610 に追加され、それが改質触媒 614 を熱して所望の温度にする。触媒 614 の温度が所望の範囲内でかつ還元混合物が要求されているとき、インジェクタ 602 を介して、1.0 に近い当量比で燃料が噴射される。これは主な排気流の中の酸素を消費する。任意選択的に、触媒 614 での混合物の当量比を 1.0 以上にして CO および H₂ を生成するために、インジェクタ 610 を介して、追加の燃料が追加される。なお、触媒 614 における混合物の当量比は、インジェクタ 602 を通して燃料が噴射されるときに増加することに留意されたい。これは、燃料が触媒 614 へ流れる排気流の一部分と混合されて、触媒 614 における燃料組成を、インジェクタ 602 および 610 からの当量比の合計にするからである。

10

【0053】

システム全体設計は、任意の数の方法で改変され得る。例えば、システムは、インジェクタ 602 からの燃料が、触媒 614 へ進む排気流と混合されないように改変され得る。もしくは、触媒は、もう一方の触媒から分離された位置に配置され得る。例えば、触媒は、別個のユニットに配置され得、かつ、別個の燃料インジェクタおよびミキサを有し得る。

20

【0054】

図 6 に示される並列構成の 1 つの利点は、燃料を近くのセクションにのみ添加することによって、改質触媒が高温で予備加熱され得ることである。触媒 606 と比較して、触媒 614 のサイズが小さく、かつ、触媒 614 を通る排気流のフラクションが小さい場合、所望の改質温度まで改質触媒 614 を加熱するために利用される燃料の量は、最小化される。また、非常に小さい熱質量を有する触媒 614 が設計され得ることにより、加熱が迅速に行われ、さらに燃料消費が少なくなる。

【0055】

一方、下流の NSR システム触媒は、高すぎる温度にまで加熱されないことが望ましい。なぜなら、過熱は、触媒に損傷を与えるか、または、その触媒を吸着に望ましい動作温度外で駆動し得るからである。これは、触媒 606 の熱質量を増大させることによって実現され得、それにより、メインの排気流から酸素を取り除くため燃料がインジェクタ 602 に添加されたとき、触媒 606 からの出射ガス流はゆっくりと増加する。もしくは、熱質量は、燃料プロセッサ出口流からの熱を吸収し、NSR システムに入る前のガス流の温度を低下させるように、燃料プロセッサユニットの下流に配置されてもよい。

30

【0056】

本発明の触媒は、任意の適切な材料から構成され得る。例えば、触媒は、コンテナ内のペレットまたはビーズから構成されてもよく、または、モノリス型ハチの巢型ユニットであってもよい。媒体の振動がペレットまたはビーズ材料の磨耗およびロスを生じさせ得るので、モノリス型ハチの巢ユニットが望ましい。さらに、モノリス型ユニットでは、通常、流れる排気流の圧力降下がより低い。任意のモノリスが利用され得る。例えば、モノリスは、セラミックであってもよいし、金属であってもよいし、あるいは、様々なセルサイズおよび形状を有していてもよい。セルサイズおよび形状の決定は、所望の表面積および圧力降下、ならびに、関連する熱および質量伝達係数に依存する。例えば、燃料プロセッサ触媒は、迅速に加熱され得るように熱容量が小さいことが望ましい。同様に、システム全体の圧力降下全体が、動作に妨害を与えないか、または、エンジンの効率を低下させないように、燃料プロセッサ触媒は、圧力降下が小さいことが望ましい。

40

【0057】

モノリス構造が触媒基板に利用される場合、その外側または壁の表面は、触媒の層によりコーティングされ得る。このウォッシュコートは、アルミナまたはジルコニアのような

50

多孔性不活性酸化物を含み得、大きく露出した表面積を有する。この酸化物の担体は、所望の機能に依存して、酸化または改質に対して活性であるさらなる成分を含み得る。本発明とともに利用する様々なモノリス型触媒の調製および合成は、本明細書中でその全体を参照として援用する D a l l a B e t t a らに対する米国特許第 5, 183, 401 号、第 5, 259, 754 号および第 5, 512, 250 号に記載される。

【0058】

酸化触媒は、炭化水素を酸化することができる任意の触媒を含み得る。例えば、酸化触媒は、元素周期表の V I、V I I、V I I I および I B 族のうちの任意のものから選択される元素であり得る。より活性のある触媒元素は、群 P d、P t、I r、R h、C u、C o、F e、N i、I r、C r および M o から選択され得る。いくつかの例では、P d、P t、R h、C o、F e または N i を利用することがより望ましい。これらは、別個に、または、組み合わせて利用され得、さらに、実際の利用では、元素または酸化物として存在し得る。

【0059】

望ましい酸化触媒の 1 つの特性は、酸化触媒が非常に低温で良好な触媒活性を有することである。このように、酸化は、システム設計の改変なく、低排気温度で開始し得る。この特性は、多くの場合、点火温度、または、排気中の燃料および酸素が反応を開始する温度と呼ばれる。これは、通常、温度が 250 より低いこと、より一般的には、150 より低いことが必要とされる。

【0060】

酸化触媒は、アルミニウム酸化物、シリコン酸化物、ジルコニウム酸化物または混合物およびその組み合わせ、あるいは、さらなる成分または元素を有する混合物またはその組み合わせを含む担体に堆積し得る。例としては、セリウムジルコニウム酸化物混合物または固体溶液、シリカアルミナ、C a、B a、S i または L a 安定化アルミナ、ならびに、当該分野で周知の他の担体である。分子量の大きいディーゼル燃料は、高温で熱分解する傾向を有するので、触媒はまた、炭化水素燃料のスチームクラッキングに対して活性である触媒成分を含み得る。可能な添加剤は、カルシウム酸化物、バリウム酸化物、他のアルカリまたはアルカリ土類酸化物、ならびに、希土類酸化物のような基本酸化物を含み得る。触媒は、アルミナまたはジルコニアのような多孔質担体内に P d、P t または任意の他の活性触媒を浸透させることによって生成され得る。メタルローディングは、0.1 ~ 20 重量%の範囲、より望ましくは、1 ~ 10 重量%の範囲であり得る。本発明とともに利用され得るいくつかの例示的な触媒は、その全体を本明細書中で参照として援用する B e t t a らへの米国特許第 5, 232, 357 号に記載される触媒を含む。

【0061】

同様に、改質触媒は、添加された活性成分を有する表面積の大きい担体を利用し得る。例えば、改質触媒は、成分 N i、R h、P d、P t を含み得る。触媒は、通常の効率のよい (l e a n) 酸化条件下で安定し続け、かつ、燃料の添加に極めて迅速に応答することが可能であるように選択され得、それにより、H₂とCOとが改質される。この点では、多孔質酸化物担体上にサポートされた P t、P d および R h を利用することが望ましい。

【0062】

例えば、通常の改質触媒は、多孔質ジルコニウム酸化物基板上にサポートされた 1 重量%の R h を含み得る。これは、ロジウムトリクロライドを水中に溶解させ、表面積の広い (例えば、15 ~ 150 m²/g の範囲) 固体ジルコニウム酸化物基板上に溶液を浸透させることによって達成され得る。ロジウム濃度は、通常、全ウォッシュコート触媒固体の 0.1 ~ 20 重量%の範囲にあり得る。より一般的には、ロジウム濃度は、全ウォッシュコートローディングの 1 ~ 10 重量%の範囲にあり得る。ウォッシュコートは、1 ~ 50 mg/cm²のローディング厚、より一般的には、5 ~ 15 mg/cm²の範囲で、モノリス型ハチの巣構造の内部通路上でコーティングされ得る。P d または P t 触媒は、同様の態様で調製され得る。

【0063】

酸化および改質触媒は、酸化および改質成分の両方をウォッシュコートで結合することによって、同じモノリス型ユニットに結合され得る。例えば、活性酸化触媒 Pd および活性改質触媒 Rh は、ジルコニア担体上で結合され得、酸素と燃料とを反応させる酸化活性と、残りの燃料を CO および H₂ に改質するために必要な改質活性を有する触媒を形成する。もしくは、Rh 成分は、モノリス基板上でコーティングされ、か焼きまたは固定され得る。別個に、Pd は、表面積の大きい担体上でコーティングされ、か焼きまたは固定されてもよい。これらの触媒は、Pd / Rh 触媒を形成するように一緒に混合されてもよいし、さらに、その後、この混合された触媒は、モノリス基板上でコーティングされてもよい。

【0064】

ある変形では、システム動作を制御することに役立ち、特に、燃料プロセッサと NO_x トラップ触媒との間の温度を緩和することに役立つように、熱質量を利用し得る。これは、燃料プロセッサの最適な動作温度範囲が非常に高くなり得る一方で、NSR システムの最適な動作温度範囲は非常に高くなり得ないので、重要であり得る。なぜならば、NO_x トラップ触媒は、高温で不活性化され得るからである。本発明とともに利用する任意の数の熱質量構成が可能であり、任意の数の熱質量が利用され得る。

【0065】

ある変形では、燃料プロセッサ触媒自体の熱質量は、選択的に制御される。例えば、触媒は、可能な限り少ない燃料を消費するように、可能な限り高速に加熱することが望ましい。これは、通常、燃料プロセッサ触媒の熱質量が比較的小さくなるように、燃料プロセッサ触媒の熱質量を制御することに関する。別の変形では、熱質量は、燃料プロセッサの下流に配置され得、NSR システムの過熱の防止に役立つように、燃料プロセッサが放出する熱を吸収する。この熱質量は、燃料プロセッサと NSR システムとの間に配置される PM フィルタ、または、スストラップであってもよく、別個の熱質量成分であってもよい。ススまたは PM フィルタが、熱質量のように、燃料プロセッサと NSR システムとの間に配置される場合、NSR システムは、一定の温度に維持され得る。この設計の1つの利点は、燃料プロセッサによって生成される熱が、炭素のススを焼き払うことに役立つことによって、微粒子トラップを加熱および再生することに利用され得ることである。

【0066】

熱質量は、任意の適切な材料から生成され得る。例えば、熱質量は、セラミックであってもよいし、金属であってもよい。熱質量は、システム全体にわたる圧力降下がシステム動作を妨げないことを保証するために、高い熱容量および低い圧力降下を有し得る。熱質量の最適な範囲は、少なくともガス流速および所望の温度上昇の関数であり、したがって、選択的に制御され得る。別の変形では、NSR システム自体は、高い熱容量を有するように設計され得る。

【0067】

図7は、燃料および空気の混合物の燃焼の間の、触媒の加熱のコンピュータシミュレーションの結果を提供する。以下のことが前提とされた。必要とされるエネルギー放出は、ディーゼル燃料の完全燃焼のためのものであった。燃焼エネルギーを利用して、触媒を介して流れるガスの混合物を加熱し、触媒自体を加熱した。ガスと触媒との間には良好な熱伝達が存在した。ガス流速は、媒体にサイズ合わせされた触媒ユニットとしては通常のものであった。図7に示されるように、触媒ユニットは、燃料がオンにされるとすぐに、高速に加熱された。100ミクロンの金属モノリス壁の厚さでは、触媒ユニットは、約12秒で450 に達した。50ミクロンの壁の厚さでは、触媒ユニットは、約6秒で450 に達し、25ミクロンの壁の厚さでは、触媒ユニットは、約3秒で450 に達した。したがって、高速加熱のためには、結果として生じる熱質量が小さくなる小さな壁の厚さが望ましい。しかし、壁の厚さまたは熱質量の選択に影響を与え得る他の設計上の配慮が存在し得ることに留意されたい。これらは、触媒の機械的耐久性および金属の酸化に対する抵抗性を含み得る。

【0068】

金属モノリス型改質触媒ユニットの通常の壁の厚さは、10～200ミクロンの範囲にあり、より一般的には、25～50ミクロンである。図6の並列構成の酸化触媒ユニットあるいは直列構成の熱質量は、実質的にはより厚くてもよく、一般的には50～500ミクロンであり、より一般的には100～200ミクロンである。さらに、上述されたように、水素を迅速に生成するために改質触媒を高速に加熱することが望ましい一方で、酸化触媒の加熱が高速すぎることは望ましくない。なぜなら、これは、下流のNSR触媒を加熱し過ぎるからである。

【0069】

別の局面では、本発明は、 NO_x トラップの脱硫酸を容易にする。エンジン燃料中の硫黄は、排気システムにおいて硫黄酸化物、すなわち、 SO_2 または SO_3 を生成する。これらの硫黄酸化物（「 SO_x 」）は、硫酸塩を形成するようにトラップの成分と反応し得、硫酸塩は、NSRシステムを不活性化し得る。燃料中の硫黄の通常のレベルは比較的低く、トラップを不活性にすることはどこでも数日から数週間（100～1000マイルのエンジンの利用に対応する）かかり、このトラップはこれより長く作用することができなければならない。本発明のシステムおよび方法は、このように、トラップを脱硫酸するために利用され得る。ある変形では、これは、500～800の範囲の温度を有する出口ガス流を生成するように、燃料プロセッサの酸化部分を動作させることによって達成され得る。これは、500～700の範囲の温度まで下流のNSRシステムを加熱する。

【0070】

NSRシステムが所望の温度にある場合、燃料プロセッサまでの燃料流およびエンジンスロットルは、 H_2 およびCOを生成し、燃料プロセッサから出る酸素濃度を0まで低減するように調節され得る。この低減されたガスの混合物は、不活性化させた硫酸塩および他の種を分解することによって、 NO_x トラップを再生させる。この熱い低減されたガスの混合物は、再生が完了するまで維持され得る。ある変形では、NSRシステムの再生温度範囲は、通常、約100～800であり、より一般的には、500～700である。さらに、 H_2 およびCO還元剤は、連続する長い低減パルスとして、または、多くの短いパルスとして再生するために、NSR触媒に供給され得る。

【0071】

ある変形では、制御プロセッサまたは制御システムを利用して、本発明の様々な局面を制御し得る。任意の数の制御ストラテジーが利用され得る。例えば、 NO_x 出力を負荷またはスピード等の所与のエンジン動作条件に対してマッピングする制御システムを利用し得る。このように、NSRトラップによって収集される NO_x を推定し得、トラップが容量に達した際に、 NO_x 再生サイクルが開始され得る。もしくは、 NO_x センサは、NSRトラップの下流に配置され得る。このように、センサが、 NO_x トラップが容量に達したことを感知すると（例えば、突飛な NO_x レベルを計測することによって）、再生サイクルが開始され得る。

【0072】

同様に、制御システムを利用して、任意のまたは全てのシステム温度をモニタリングおよび制御し得る。制御され得る例示的な温度は、入口および出口ガス混合物温度、燃料入力温度、および触媒温度を含む。例えば、リフォーマ触媒温度は、触媒の出口の近傍に配置された熱電対または他の温度感知デバイスを介してモニタリングおよび制御され得る。

【0073】

同様の態様で、燃料プロセッサの出口における温度は、熱電対を利用して計測およびモニタリングされ得る。温度は、燃料プロセッサまでの燃料流を調節しつつ、排気の酸素レベルを一定のままにしておくことによって制御され得る。もしくは、温度は、燃料プロセッサまでの燃料流を一定に保ちつつ、酸素レベルを調節することによって、例えば、エンジンを絞ることによって、制御され得る。さらに別の代替例は、燃料プロセッサまでの燃料流および O_2 レベルの両方を調節することである。これは、システムが燃料プロセッサ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、 H_2 およびCOのレベルが効果的に制御され得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

燃料プロセッサ温度は、出口のガス温度を計測することによって、または、触媒自体の実際の温度を計測することによってモニタリングされ得る。燃料プロセッサユニットによる燃料の使用を最小化するために、可燃性センサあるいは H_2 または CO センサが、 NSR トラップユニットの下流に配置され、 H_2 および CO 還元剤のブレイクスルーを感知し得る。これは、続いて、制御システムに再生サイクルを停止する信号を送る。

【 0 0 7 5 】

燃料プロセッサユニットを利用して、 NSR トラップユニットを脱硫酸する場合、燃料プロセッサユニットの出口における温度を計測して、耐久性を保証する動作温度を制限することが望ましい。さらに、 NSR トラップユニットの出口における温度を計測して、 NSR ユニットが再生のための所望の温度にあることを保証し得る。さらに、燃料プロセッサユニットの温度を変化させて、適切な脱硫酸のための所望の NSR ユニットの温度を達成し得る。

【 0 0 7 6 】

制御システムを利用して、当量比を制御し得る。例えば、 H_2 および CO が燃料プロセッサリフォーマによって生成される場合、リフォーマ触媒（改質触媒）への入口における当量比は、燃料流を変化させることによってか、または、エンジンへの気流を絞ることによって制御され得る。より詳細には、通常の動作エンジンの気流では、 H_2 および CO に燃料をリフォーム（改質）するために必要とされる範囲内に温度がおさまるまで、燃料がリフォーマ触媒に添加され得る。この点では、エンジン気流を絞り、排気の気流および O_2 濃度を低減し得る。これは、触媒における当量比を増加させ、触媒を豊富な領域に駆動して、 H_2 および CO を生成する。さらに、リフォーマまでの燃料流を調節して当量比を調節するか、または、エンジンスロットルおよび燃料流の両方を調節して所望のリフォーマ当量比を達成することが可能である。

【 0 0 7 7 】

リフォーマおよび酸化触媒における当量比は、エンジン RPM およびスロットル設定（エンジン気流を提供する）、エンジン燃料流、ならびに、燃料プロセッサ燃料流（単数または複数）を含む、多くのエンジンパラメータから計算され得る。もしくは、排気 O_2 レベルは、燃料プロセッサの上流の排気における O_2 センサを利用して計測され、かつ、燃料プロセッサ燃料流と結合され、当量比を計算し得る。

【 0 0 7 8 】

具体的に利用され得る1つの例示的制御ストラテジーは、以下のステップを包含する。（1）通常の動作条件下（例えば、約8～15% O_2 ）で燃料を添加して、燃料プロセッサ触媒を動作温度まで加熱するステップ、（2）排気の酸素濃度が4～6%の間になるようにエンジンを調節するステップ、（3）所望の当量比を達成するように燃料を調節するステップ（例えば、排気ガス再循環によってか、または、摂取空気をエンジンまで絞ることによって）、（4）当量比>1（例えば、2～5の範囲）が達成されるように燃料流速を増加させるか、または、燃料流速が既に十分に高い場合は、排気 O_2 を低下させるステップ、（5） NO_x トラップが再生されるまで条件を維持するステップ、（6）燃料をオフにして、通常のエンジン動作を再開させるステップである。

【 0 0 7 9 】

具体的に利用され得る別の例示的制御ストラテジーは、以下のステップを包含する。（1）燃料流を燃料プロセッサへ出発させ、同時に、エンジン排気 O_2 を低下させるステップ、（2）所望の当量比を達成するように、燃料プロセッサが所望の温度に達した後に燃料流速を調節するステップ、（3） NO_x トラップが再生されるまで燃料流を維持するステップ、（4）燃料をオフにして、通常のエンジン動作を復旧させるステップである。

【 0 0 8 0 】

上述の2つの特定の戦略のどちらかと組み合わせて、エンジン動作条件を変化させることにより、燃料プロセッサへの排気温度を調節し得る。例えば、燃料プロセッサの入口における排気温度が低すぎて、燃料と排気 O_2 との間の反応を達成することができない場合

10

20

30

40

50

、エンジン動作は、排気温度を増加させるように変化し得る。可能なエンジンの変化は、エンジン摂取空気を減少させること、EGRの量を増加させること、または、ターボチャージャをバイパスすることを含む。同様に、温度計測を利用して、排気ガス温度を制御し得る。例えば、燃料プロセッサの入口または出口における温度は、排気ガス温度のインジェクタとして計測および利用され得る。このように、排気温度は、制御され得る。

【0081】

本発明とともに利用する制御ストラテジーに基づくモデルは、以下のように利用され得る。NSR触媒システムの燃料の経済性を最大化するために、NSR NO_x 吸着剤が高い飽和レベルに達した場合にのみ、再生サイクルが実行され得る。これは、再生の頻度および再生に関連する燃料コストを最小化することに役立つ。触媒の準備テストから、または、制御されたエンジンテストから、例えば NO_x のモル (ML_{NO_x}) のNSR NO_x 吸着剤の最大ローディングが判定され得る。NSR触媒の実際の利用の間、 NO_x のNSR触媒への全流量は、排気流に位置する NO_x センサを利用して、触媒入口における NO_x 濃度の計測から推定され得る。この排気 NO_x 濃度 (C_{NO_x}) を、数学的関数の排気流速 (F_{exh}) と組み合わせて、式1を時間 (t) について積分することにより、NSR触媒を

10

【0082】

$$L_{\text{NO}_x} = f(C_{\text{NO}_x}, F_{\text{exh}}, t) = \int_t f(C_{\text{NO}_x}, F_{\text{exh}}) \quad \text{等式 1}$$

L_{NO_x} 値が ML_{NO_x} 値のプリセットされたわずかな値に達すると、再循環サイクルが開始され得る。例えば、 NO_x 飽和レベルが80%未満である場合、NSR触媒によって所望の NO_x 制御が達成され得ることを立証するために予備試験が用いられ得る。この場合、 L_{NO_x} が ML_{NO_x} の80%である場合に再循環サイクルが開始する。再循環が開始された場合の L_{NO_x} 対 ML_{NO_x} の比が、 NO_x 吸着期間の間の平均排気温度、 NO_x 生成のレート、平均エンジン負荷、またはNSR触媒 NO_x 吸着剤の容量に影響を及ぼし得る他のパラメータの関数であり得ることに留意されたい。さらに、NSR吸着剤は、時間の経過とともに劣化し得るので、 ML_{NO_x} は、エンジン作動時間、車両走行距離、または、さらに、エンジンが生成した積分された全 NO_x 等の全触媒動作時間の関数であり得る。さらに、後述されるように、排気 NO_x 濃度および排気流量および他のパラメータは、エンジン動作パラメータから推定され得る。

20

【0083】

燃料プロセッサの燃料流量は、所望の熱発生レートまたは所望の当量比を与えるように制御され得る。第1の場合、燃料流量 (F_{fuel}) は、燃料プロセッサ吸気口 ($T_{\text{FP, in}}$) の排気温度、全排気流量 (F_{exh})、ならびに、燃料プロセッサ触媒質量、燃料燃焼の加熱および熱の所望のレート、エンジンタイプ、触媒サイズ等によって異なり得る燃料および他のシステム定数 (SC) といったいくつかの固定パラメータの関数であり得る。この関数関係は、等式2に示される。

30

【0084】

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

燃料プロセッサへの燃料流量が所望の当量比になるように制御された場合、等式3に示されるように、燃料流量もまた、排気ガス (E_{O_2}) 中の O_2 濃度、および燃料プロセッサ (R_{eq}) の動作の所望の当量比の関数である。

40

【0085】

$$F_{\text{fuel}} = f(T_{\text{FP, in}}, F_{\text{exh}}, SC, E_{\text{O}_2}, R_{\text{eq}}) \quad \text{等式 3}$$

排気ガス中の O_2 濃度は、排気ガス中に配置されたセンサを用いて測定され得る。

【0086】

あるいは、等式1～等式3におけるパラメータは、エンジンの動作パラメータから計算および推定され得る。例えば、排気流量は、エンジン制御系統の一部として測定され得るエンジン吸気口エア流量の関数であり得る。あるいは、排気流量は、エンジンrpmおよびターボチャージャ過給圧等の特定のエンジンパラメータから計算され得る。従って、等式4に示されるように、排気流量は、エンジンrpm (E_{rpm}) およびエンジンターボ

50

チャージャ過給圧 (E_{boost}) の関数として表現され得る。排気流量のより正確な推定を引き出す必要に応じて、他のエンジンパラメータが含まれてもよい。

【0087】

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

同様に、センサを排気ガス中で用いるのではなく、排気酸素レベルまたは排気 NO_x レベルを計算することが所望され得る。なぜなら、このようなセンサは高価であり、十分な耐久性を有し得ないからである。排気中の O_2 または NO_x の濃度は、エンジン燃料流量 (E_{fuel})、エンジン rpm (E_{rpm})、エンジン出力トルク (E_{torque})、ターボチャージャ過給圧 (E_{boost})、エンジン EGR フロー (E_{EGR}) 等の 1 つ以上のエンジン動作パラメータ、ならびに他の可能なエンジンパラメータから推定され得る。この排気 O_2 濃度は、等式 5 に示されるように決定され、同様に、等式 6 に示されるように、排気 NO_x 濃度についても同様に決定され得る。

10

【0088】

$$E_{O_2} = f(E_{fuel}, E_{rpm}, E_{torque}, E_{boost}, E_{EGR}, \text{等}) \quad \text{等式 5}$$

$$E_{NOx} = f(E_{fuel}, E_{rpm}, E_{torque}, E_{boost}, E_{EGR}, \text{等}) \quad \text{等式 6}$$

等式 5 および等式 6 を等式 3 に代入することによって、燃料プロセッサ燃料レートは、エンジンパラメータから計算または推定され得る。

【0089】

上述の制御方法は、エンジンまたは排気系統制御ユニットにおいて数学的表現の形態であり得るか、または、これらの表現は、1 つ以上の多次元テーブル、いわゆるルックアップテーブルに圧縮されて、エンジン制御ユニットに格納され得る。燃料プロセッサ当量比、燃料プロセッサがリッチモードで動作される時間の長さ、燃料プロセッサの動作温度、および燃料プロセッサの他の局面等の他のシステム変数が類似の態様で決定され得る。上述の制御方法を用いる際に、任意の数のセンサ、マイクロプロセッサ、燃料流量レギュレータ、およびスロットルレギュレータが用いられ得、これらのすべては、当業者に周知である。本発明は、以下の非限定的実施例を参照してさらに理解され得る。

20

【0090】

(実施例 1)

モノリス触媒を、Dallabetta による米国特許第 5,259,754 号に記載されるように調製した。三塩化ロジウムを脱イオン水中で約 0.18 g Rh/cc の濃度で溶解し、その後、約 $75 \text{ m}^2/\text{g}$ の表面積を有する酸化ジルコニウムパウダーを攪拌しながら加えた。その後、混合液を攪拌している間、水中 20% の水酸化アンモニウムの溶液を $\text{pH } 8$ になるように加えた。この混合液は、その後、気化および乾燥させ、その結果生じたパウダーを 700°C で 10 時間空中で焼成した。最終的なロジウム濃度は、最終的な触媒に対して 5.5 重量% Rh であった。 Rh/ZrO_2 触媒を水と 20% の酢酸ジルコニウム溶液の 10 重量% とでスラリー化して、固体が約 30% のスラリーを形成した。

30

【0091】

厚さ 0.050 mm で幅 75 mm で 3 m の長さを有する Kawasaki Steel Company から販売される River Lite 20-5Sr のストリップの 75 mm 幅にわたって V 字型チャネルを形成し、この V 字型チャネルをヘリングボンパターンにする。このフォイルを 900°C で 10 時間空中で処理して、表面上に酸化アルミニウムの層を形成した。その後、約 6 mg/cm^2 の塗布量の Rh/ZrO_2 スラリーをフォイルの両面に吹き付けた。その後、コーティングされた触媒を 700°C でさらに 10 時間空中で焼成した。その後、フォイル部分を 2 つに折り畳み、圧延して、開いた長手方向のチャネルを有する非ネ스팅スパイラルロール (non-nesting spiral roll) を形成した。最終的な触媒は、直径 50 mm を有し、約 17 g の薄め塗膜を含んだ。

40

【0092】

50

(実施例 2)

実施例 1 からの触媒を、ガス供給、および、質量分析計定量的トレーサ (quantitative tracer) としての、空気、窒素およびヘリウム用の質量流量計、電気ヒータ、水用のエアアシストスプレイヤ、ディーゼル燃料用の第 2 のエアアシストスプレイヤ、ならびに触媒の上流のスタティックミキサーを備える流通反応装置内に配置した。触媒を直径 50 mm の絶縁部分に備え、触媒の上流および下流に熱電対温度センサを備えた。質量分析計のサンプリングプローブを触媒排気口の約 50 cm 下流に配置した。空気、窒素、および水の流量を調節して、5% H_2O 、8% O_2 、0.3% He および、残りが N_2 の組成を有する、800 S L P M (毎分標準リットル) で流れる混合物を形成した。その後、電気ヒータを用いてこの混合物を 370 °C に加熱した。実施された試験の結果を図 8 に提供した。

10

【0093】

図 8 A は、体積パーセントの濃度単位に変換された H_2 および CO_2 の質量分析計信号を示す。図 8 B は、排気口面にわたって異なった位置にある触媒のすぐ下流に配置された熱電対によって測定された触媒の排気口におけるガスの温度を示す。図 8 C は、制御システムによりセットされた O_2 濃度をパーセントで、および、燃料流量を g / 分で示す。298 秒に等しい時間に燃料を 10 g m / 分流量でオンにした。この燃料を触媒上で燃焼し、図 8 B における 3 つの熱電対の温度で示されるように、触媒温度は急速に上昇した。図 8 A に示されるように、質量分析計によって測定した、 CO_2 が直後に発生したことによって、この燃焼の発生を確認した。309 秒に等しい時間に、空気流量を低減し、これにより、図 8 C に示されるように、触媒への吸気口における酸素濃度を 8% から 4% に低減し、燃料流量を 10 g / 分から 30 g / 分に増加させた。その直後、質量分析計によって測定すると、図 8 A に示されるように H_2 が発生した。325 秒の等しい時間に、燃料流量を終了し、酸素レベルを 8% に戻した。 CO_2 および H_2 レベルは急速に低減した。

20

【0094】

これらのデータは、モノリス触媒が、ディーゼル燃料から H_2 および CO を急速に発生させるように設計され得ること、触媒ユニットの加熱が 10 秒未満のうちに生じ得、かつ、 H_2 および CO 等の所望の還元剤が 3 ~ 4 秒以内に非常に急速に生成し得ることを示す。全循環プロセスは約 25 秒で終了した。

【0095】

30

(実施例 3)

図 9 は、水素パルスの生成の別の例を示す。この例において用いられる触媒を、金属フォイルに 1.2 mm のチャネル高さを有するように波形を付けたことを除いて、実施例 1 と同様の態様で調製した。空気、窒素、および水の流量を調節して、8% H_2O 、5% O_2 、0.3% He および、残りが N_2 の組成を有する、200 S L P M (毎分標準リットル) で流れる混合物を形成した。その後、電気ヒータを用いてこの混合物を 300 °C に加熱した。グラフ A は、体積パーセントの濃度単位に変換された H_2 および CO_2 の質量分析計信号を示す。グラフ B は、2 つの熱電対によって測定された、触媒 906 の排気口、および、この排気口 904 から 1 インチのところにある触媒の内部の温度を示す。グラフ C は、制御システムによってセットされた燃料流量を g / 分で示す。2630 秒に等しい時間に、燃料を 1.8 g m / 分の流量でオンにした。この燃料を触媒上で燃焼させた。そして、触媒の吸気口の近傍の熱電対は急速に低下した。この燃料を、触媒上で燃焼させ、触媒吸気口の近傍の熱電対は急速に低下した。2635 秒で、燃料流量は、6.5 g / 分に増加し、グラフ B における熱電対の温度によって示されるように、より早いレートの温度上昇を提供した。グラフ A における 900 によって示されるように、質量分析計によって測定した、 CO_2 が直後に発生したことによって、この燃焼の発生を確認した。2642 秒に等しい時間に、燃料流量は、さらに 10 g / 分に増加して、グラフ C における 908 で示されるように、多燃料排気を生成した。その直後、質量分析計によって測定され、かつグラフ A における 902 で示されるように H_2 が発生した。2650 秒に等しい時間に、燃料流量を終了した。 CO_2 および H_2 レベルが急速に低減した。

40

50

【 0 0 9 6 】

(実施例 4)

可能な脱硫酸サイクルを示すために実施例 1 の触媒を用いた。空気、窒素、および水の流量を調節して、8 % H_2O 、8 % CO_2 ; 7 % O_2 、0 . 3 % He および、残りが N_2 の組成を有する、5 0 0 S L P M (毎分標準リットル) で流れる混合物を形成した。その後、電気ヒータを用いてこの混合物を 2 5 0 に加熱した。図 1 0 に示されるように、約 3 2 5 秒で、燃料をオンにして、燃料プロセッサの温度を上昇させ、5 0 0 ~ 6 0 0 の排気口ガス温度を発生させた。この高いガスの温度は、短時間の後に、下流の N S R トラップ触媒を 5 0 0 ~ 6 0 0 に加熱する。N S R 触媒が脱硫酸するための所望の温度である場合、排気 O_2 レベルが低下し、燃料プロセッサへの燃料の流量が増加 (図 1 0 において 3 7 5 秒) し、1 よりも大きい当量比を取得し、かつ、 H_2 および CO を発生させて N S R 触媒を脱硫酸した。その結果、この還元条件が長期間の間維持され得るか、または、 H_2 および CO を含む還元パルスは、この例に示されるように脈動し得る。パルス間で、低レベルの燃料が燃料プロセッサの温度および N S R 触媒の温度を維持するために燃料プロセッサに供給される。N S R 触媒が完全に脱硫酸された場合、燃料処理触媒への燃料をオフにし、燃料プロセッサからの排気口ガスの温度は急速に低下する。

10

【 0 0 9 7 】

(実施例 5)

この実施例は、燃料プロセッサの直列の下流における熱質量の効果を示す。図 3 と同じ触媒を用いた。モノリシック熱抵抗を 0 . 1 0 0 インチ厚さの 1 0 0 m m 幅の金属foil から構成し、約 1 . 5 m m の高さおよび約 5 5 0 g の重量のチャンネルを有する一体構造を形成するように波形が付けられた。この熱抵抗を実施例 3 の燃料プロセッサ触媒のすぐ下流に配置し、熱電対は、燃料プロセッサ触媒の上流、すなわち、燃料プロセッサ触媒と、熱質量との間、ならびに熱質量の下流のガス温度をモニタリングした。空気、窒素、および水の流量を調節して、8 % H_2O 、8 % CO_2 ; 7 % O_2 、0 . 3 % He および、残りが N_2 の組成を有する、6 0 0 S L P M (毎分標準リットル) で流れる混合物を形成した。図 1 1 に示されるように、5 0 ヘルツの周波数で約 5 0 % のデューティサイクルで動作するパルスタイプのインジェクタを用いて、燃料を 2 0 g / 分で 1 0 分間導入した。曲線 1 1 0 0 は、リフォーマの下流で測定された温度を表し、曲線 1 1 0 2 は、熱抵抗の下流の排気の温度を表す。7 4 8 秒で、燃料を導入した。リフォーマから出たガスの温度は、7 4 9 秒で上昇し始め、7 6 0 秒で最高 5 7 6 に達した (燃料流量は、7 5 8 秒で停止した) 。同時に、熱抵抗の温度は極めてゆっくりと上昇し、熱容量が比較的大きいために 7 8 1 秒で 4 4 5 に達した。これは、燃料プロセッサを 5 7 6 に加熱している間 (ここで、燃料プロセッサは、必要とされる還元 H_2 および CO を生成する) 、熱質量はガス流量の温度を緩和し、これにより、この温度は、3 1 0 から約 4 4 5 に上昇した (1 3 5 度上昇しただけである) 。この低いガスの温度は短期間上昇し、下流の N S R 触媒の温度が著しく上昇することを防ぐ。

20

30

【 0 0 9 8 】

本発明の例示的変形が記載されたが、種々の変更および改変が本発明から逸脱することなく行われ得ることが当業者に明らかである。添付の請求項の範囲は、本発明の実質的範囲および意図の範囲内に入るすべてのこのような変更および改変を含むことが意図される。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 9 】

本発明の上記および他の局面は、添付の図面とともに、詳細な説明を参照することによって最もよく理解される。

【 図 1 】 図 1 は、例示的な N S R システムにおける NO_x 吸着および還元を示す。

【 図 2 】 図 2 は、N S R システムの上流に燃料プロセッサが配置される、本発明のシステムの 1 つのバリエーションを例示する。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の燃料プロセッサの 1 つのバリエーションを例示する。ここで、

50

その燃料プロセッサは、単一の触媒を含む。

【図 4】図 4 は、本発明に従って燃料プロセッサを操作する 1 つの方法を例示する時間ベースのグラフを提供する。

【図 5】図 5 は、本発明の 1 つのバリエーションを例示する。ここで、燃料プロセッサは、直列で 2 つの触媒を含む。

【図 6】図 6 は、本発明の 1 つのバリエーションを例示する。ここで、燃料プロセッサは、並列で 2 つの触媒を含む。

【図 7】図 7 は、異なる熱質量を有する、燃料プロセッサのための熱的応答曲線の例示的なセットを提供する。

【図 8】図 8 は、本発明を用いた、迅速な加熱および H_2 の生成を示す試験結果を提供する。

10

【図 9】図 9 は、代替の燃料およびエンジンのスケジュールを伴う、本発明を用いた迅速な加熱および H_2 の生成を示す試験結果を提供する。

【図 10】図 10 は、本発明の燃料プロセッサを用いた 1 つの可能な脱硫酸スキームを用いた試験結果を提供する。

【図 11】図 11 は、燃料プロセッサの下流に熱質量を含むシステムを伴う、本発明を用いた、迅速な加熱ならびに H_2 および CO の生成を示す試験結果を提供する。

【図 1】

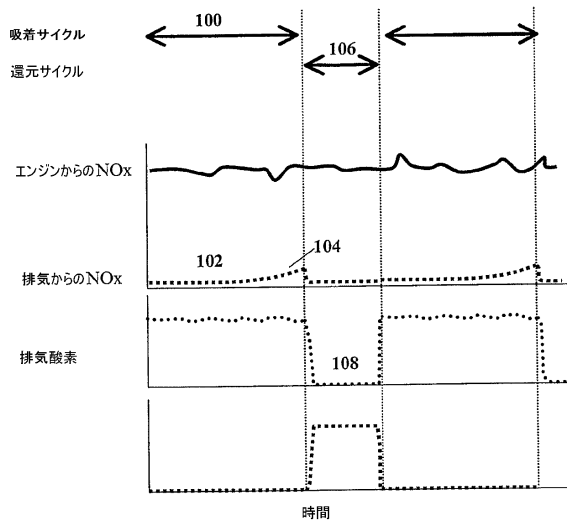


FIG. 1

【図 2】

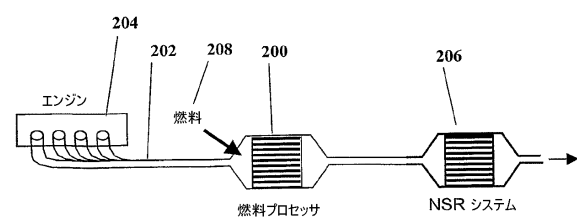


FIG. 2

【図 3】

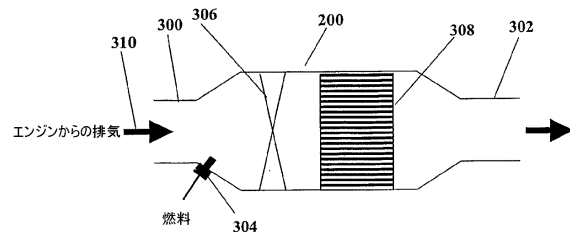


FIG. 3

【図 4】

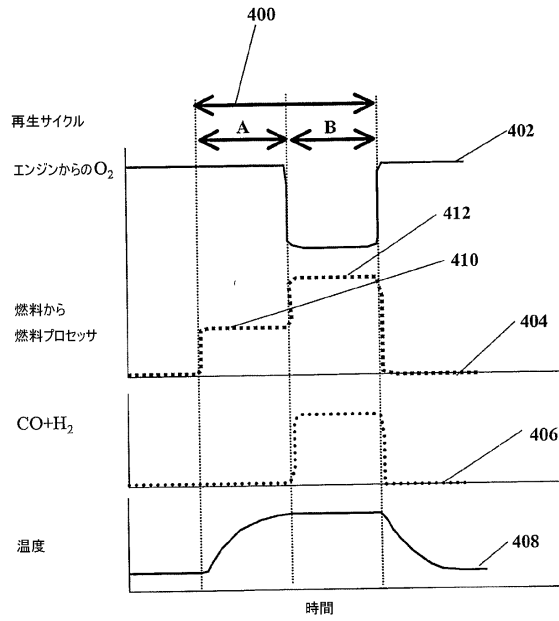


FIG. 4

【図 5】

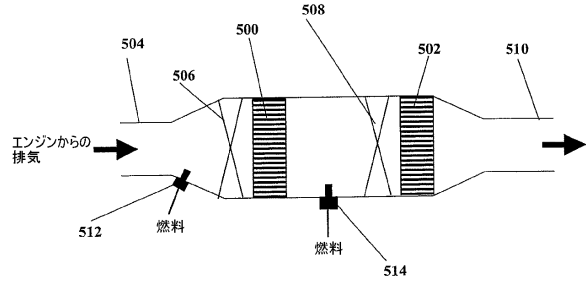


FIG. 5

【図 6】

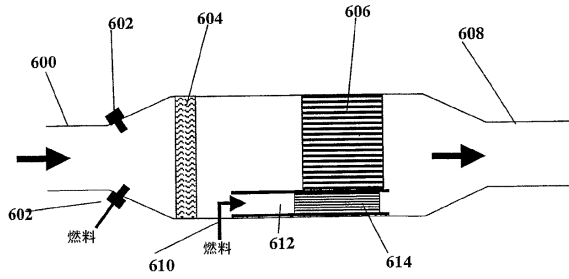


FIG. 6

【図 7】

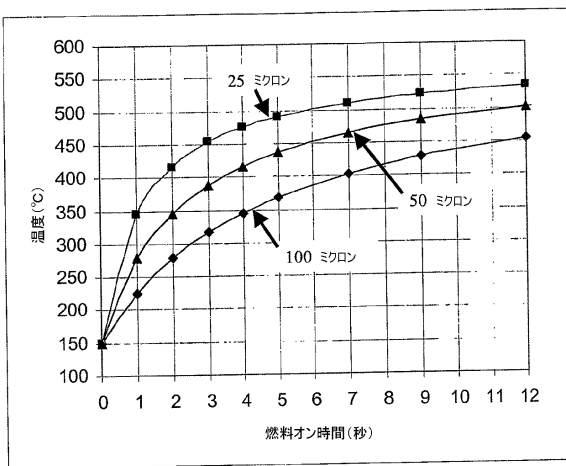


FIG. 7

【図 8】

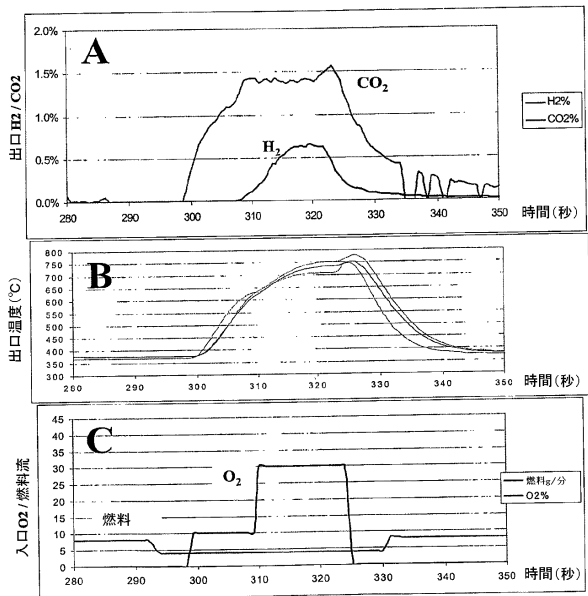


FIG. 8

【図 9】

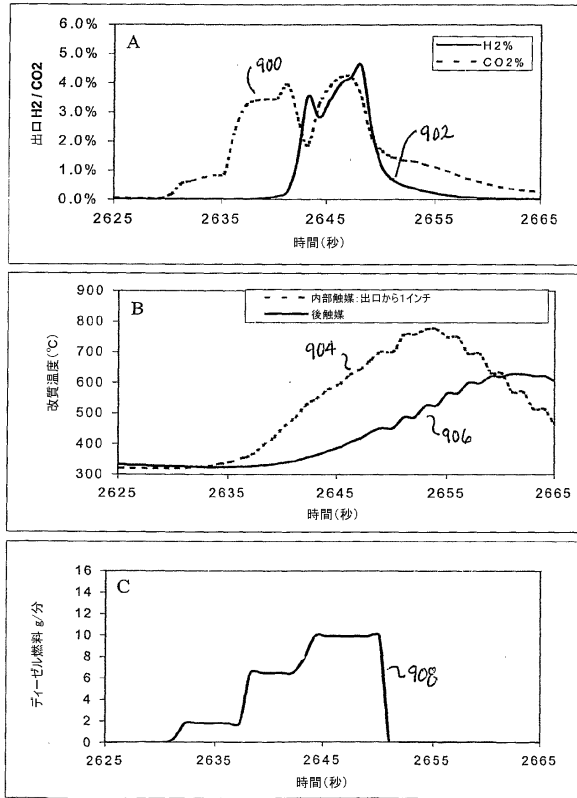


Fig 9

【図 10】

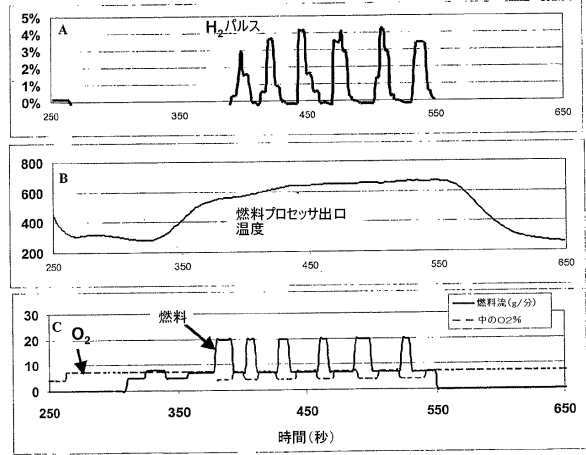


Fig 10

【図 11】

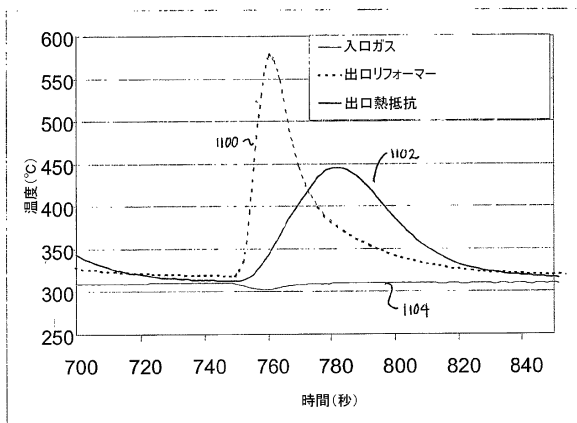


Fig 11

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 1 N 3/28 (2006.01) F 0 1 N 3/10 A
 F 0 1 N 3/20 B
 F 0 1 N 3/20 E
 F 0 1 N 3/24 B
 F 0 1 N 3/24 E
 F 0 1 N 3/24 N
 F 0 1 N 3/24 R
 F 0 1 N 3/24 S
 F 0 1 N 3/24 T
 F 0 1 N 3/28 3 0 1 E

(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 9 4 0 4 0, マウンテン ビュー, ドバートン スクエア
 8 6 5

(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 9 4 5 3 6, フレモント, モウリー アベニュー 8 4 5
 , アpartment 1 4 8

審査官 菅野 裕之

(56)参考文献 特開2000-170523(JP,A)
 特開2001-234737(JP,A)
 特開平09-250331(JP,A)
 国際公開第99/013972(WO,A1)
 特開2000-327409(JP,A)
 国際公開第99/050540(WO,A1)
 特開2001-303944(JP,A)
 特開2001-162177(JP,A)
 特開平06-146863(JP,A)
 実開平04-087330(JP,U)
 特開2001-314764(JP,A)
 特開平11-350941(JP,A)
 特開2001-212464(JP,A)
 特開2002-349249(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/08
 B01D 53/94
 F01N 3/10
 F01N 3/20
 F01N 3/24
 F01N 3/28