

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3835241号

(P3835241)

(45) 発行日 平成18年10月18日(2006.10.18)

(24) 登録日 平成18年8月4日(2006.8.4)

(51) Int. Cl.	F I
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 380M
BO1D 53/94 (2006.01)	FO2D 41/04 355
BO1D 53/86 (2006.01)	BO1D 53/36 103B
FO1N 3/02 (2006.01)	BO1D 53/36 ZAB
FO1N 3/08 (2006.01)	BO1D 53/36 103C

請求項の数 3 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2001-317222 (P2001-317222)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成13年10月15日(2001.10.15)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2003-120373 (P2003-120373A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成15年4月23日(2003.4.23)	(74) 代理人	100089244
審査請求日	平成16年6月9日(2004.6.9)		弁理士 遠山 勉
		(74) 代理人	100090516
			弁理士 松倉 秀実
		(74) 代理人	100098268
			弁理士 永田 豊
		(74) 代理人	100100549
			弁理士 川口 嘉之
		(72) 発明者	大木 久
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流入する排気空燃比がリーン有的时候には排気中のNO_xを吸収し流入する排気空燃比が理論空燃比又はリッチになると吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を担持し、かつ内燃機関の排気中の微粒子を一時期捕獲可能であり、所定温度領域では前記微粒子を酸化除去することが可能なフィルタと、

内燃機関の運転状態に応じて、低温燃焼、ポスト噴射、及び排気系への燃料添加を任意に組合せて実施される前記フィルタの昇温制御を実行するフィルタ温度制御手段と前記NO_x吸収剤の硫黄被毒を解消するための制御を実行する硫黄被毒回復制御手段と、を備え、前記微粒子の酸化除去または/及び硫黄被毒回復制御を実行すべきであると判断され、かつ内燃機関の極低負荷状態が所定期間以上にわたり継続しているときは、内燃機関の回転数を、昇温制御によりフィルタの昇温が可能となる領域に達するように調整した後、前記フィルタ温度制御手段による昇温制御を実行してフィルタの温度を所定温度まで上昇させ、微粒子の酸化除去または/及び前記NO_x吸収剤の硫黄被毒の解消のための硫黄被毒回復制御を実施することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】

微粒子の酸化除去のための前記昇温制御は、低温燃焼、ポスト噴射、及び排気系への燃料添加のうちの一または二以上の組合せにより実施され、硫黄被毒回復のための前記昇温制御は低温燃焼及び排気系への燃料添加の組合せにより実施されることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の排気浄化装置。

10

20

【請求項3】

周囲に過剰酸素が存在するときは酸素を吸蔵し、周囲の酸素濃度が低下すると吸蔵した酸素を活性酸素として放出する活性酸素放出剤をフィルタ上に担持し、フィルタ上に微粒子が付着したときに活性酸素放出剤から活性酸素を放出させ、放出した活性酸素によってフィルタ上に付着した微粒子を酸化除去するようにしたことを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関し、特に極低負荷運転が継続した場合でも硫黄被毒回復等を実行できる排気浄化装置に関する。 10

【0002】

【従来技術】

自動車等に搭載される内燃機関、特に酸素過剰状態の混合気（所謂、リーン空燃比の混合気）を燃焼可能とするディーゼル機関やリーンバーン・ガソリン機関では、この内燃機関の排気中に含まれる窒素酸化物（ NO_x ）を浄化する技術が望まれている。

【0003】

このような要求に対し、内燃機関の排気系に NO_x 吸収剤を配置する技術が提案されている。この NO_x 吸収剤の一つとして、流入する排気の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物（ NO_x ）を吸収し、流入する排気の酸素濃度が低下し且つ還元剤が存在するときは吸収していた窒素酸化物（ NO_x ）を放出しつつ窒素（ N_2 ）に還元する吸蔵還元型 NO_x 触媒が知られている。 20

【0004】

吸蔵還元型 NO_x 触媒が内燃機関の排気系に配置されると、内燃機関が希薄燃焼運転されて排気空燃比が高くなる時は排気中の窒素酸化物（ NO_x ）が吸蔵還元型 NO_x 触媒に吸収され、吸蔵還元型 NO_x 触媒に流入する排気空燃比が低くなったときは吸蔵還元型 NO_x 触媒に吸収されていた窒素酸化物（ NO_x ）が放出されつつ窒素（ N_2 ）に還元される。

【0005】

ところで、吸蔵還元型 NO_x 触媒には燃料に含まれる硫黄分が燃焼して生成される硫黄酸化物（ SO_x ）も NO_x と同じメカニズムで吸収される。この硫黄酸化物（ SO_x ）は通常窒素酸化物（ NO_x ）の放出還元時には放出されないため、その蓄積が所定量以上になると飽和状態を招来して NO_x 触媒が NO_x を吸収できない状態となる。これを硫黄被毒（ SO_x 被毒）といい、 NO_x 浄化率が低下するため、適切な時期に NO_x 触媒を SO_x 被毒から回復させる被毒回復処理を施す必要がある。この被毒回復処理は、 NO_x 触媒を高温（例えば600乃至650程度）にしつつ、酸素濃度を低下させた排気を NO_x 触媒に流通させて行われている。 30

【0006】

ところが希薄燃焼運転時の排気は上述した温度より低いので、通常の運転状態では硫黄被毒の回復に必要とされる温度まで NO_x 触媒の床温を昇温することは困難である。このようなときは、排気路へ燃料の添加を行うことにより上記触媒の温度を上昇させつつ排気の酸素濃度を低下させることができる。 40

【0007】

かかる NO_x 触媒の温度を上昇させる方法として、特許第2845056号公報に記載された内燃機関の排気浄化装置が提案されている。この公報に記載された内燃機関の排気浄化装置は、吸蔵還元型 NO_x 触媒において排気中の酸素と反応して消費される還元剤の量と吸蔵還元型 NO_x 触媒に吸収されている窒素酸化物（ NO_x ）を還元するために必要となる還元剤の量とを考慮して、還元剤の添加量を決定することにより、還元剤の過剰供給や供給不足を防止し、還元剤や窒素酸化物（ NO_x ）の大気中への放出による排気エミッションの悪化を抑制しようとするものである。 50

【 0 0 0 8 】

一方、ディーゼルエンジンでは、排気中に含まれる浮遊粒子状物質である煤に代表されるパティキュレートマター（Particulate Matter以下特に断らない限り「PM」という。）の除去が重要な課題となっている。このため、大気中にPMが放出されないようにディーゼルエンジンの排気系にPMの捕集を行うパティキュレートフィルタ（以下、単に「フィルタ」とする）を設ける技術が周知である。

【 0 0 0 9 】

このフィルタにより排気中のPMが一旦捕集され大気中へ放出されることを防止することができる。しかし、フィルタに捕集されたPMがこのフィルタに堆積するとフィルタの目詰まりを発生させることがある。この目詰まりが発生すると、フィルタ上流の排気の圧力が上昇し内燃機関の出力低下やフィルタの毀損を誘発する虞がある。このようなときには、フィルタ上に堆積したPMを着火燃焼させることによりこのPMを除去することができる。このようにフィルタに堆積したPMを除去することをフィルタの再生という。

10

【 0 0 1 0 】

しかし、前記フィルタに捕集されたPMを着火燃焼させるには、フィルタの温度を例えば600以上の高温にする必要があるが、ディーゼルエンジンの排気温度はこの温度よりも低いため、通常の運転状態でPMを燃焼除去するのは困難であった。

【 0 0 1 1 】

そこで、電気ヒータ、バーナ等を用いて捕集されたPMの着火燃焼が生じる温度までフィルタを加熱、昇温することが考えられるが、これには多大なエネルギーを外部から供給する必要がある。この問題に対し、例えば特開平6-159037号公報によれば、NO_x触媒を担持したフィルタと、排気中に還元剤たる炭化水素を供給する装置とを使用し、排気中に供給した炭化水素をNO_x触媒で燃焼させた際に発生する熱を利用し、容易にPMの燃焼を可能にしている。

20

【 0 0 1 2 】

ところで、上述の硫黄被毒回復は排気中の酸素濃度を低下させて実行されるが、内燃機関の高負荷運転時に還元剤を添加すると、還元剤が吸蔵還元型NO_x触媒で燃焼してこの吸蔵還元型NO_x触媒が過熱する結果、吸蔵還元型NO_x触媒の熱劣化を誘発する虞がある。したがって、硫黄被毒回復は軽負荷領域で実行することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかし、長時間にわたって内燃機関が極低負荷運転状態にあるような場合、例えば、この内燃機関を搭載した車両が、駐車場においてアイドル状態で長時間駐車しているとか、渋滞が非常に激しい市街地を走行するような場合は、内燃機関から排出される排気が少なく、これらが発する熱量が絶対的に少ないため、NO_x触媒を担持したフィルタ（例えば2リットルの容量のもの）の全体温度を上昇させるための熱量が不足する。

30

【 0 0 1 4 】

このような状態でフィルタに溜まったPMの再生制御や、NO_x触媒の硫黄被毒再生制御を実施すべき状況になったとしても、NO_x触媒の温度をこれらの制御に必要な領域まで昇温させることができないため、これらの制御の実行は不可能である。よって、PMやNO_xが除去されず排気浄化が十分に行われなくなる虞がある。

40

【 0 0 1 5 】

本発明は以上の問題を解決するためになされたものであり、内燃機関が極低負荷運転の状態でも、フィルタで捕獲したPMの除去とNO_x触媒の硫黄被毒再生制御を実行できる技術を提供することを目的とする。

【 0 0 1 6 】

【 課題を解決するための手段 】

上記課題を達成するために本発明の内燃機関の排気浄化装置は、以下の手段を採用した。すなわち、流入する排気の空燃比がリーンのときには排気中のNO_xを吸収し流入する排気空燃比が理論空燃比又はリッチになると吸収したNO_xを放出するNO_x吸収剤を担

50

持し、かつ内燃機関の排気中の微粒子を一時期捕獲可能であり、所定温度領域では前記微粒子を酸化除去することが可能なフィルタと、

内燃機関の運転状態に応じて、低温燃焼、ポスト噴射、及び排気系への燃料添加を任意に組合せて実施される前記フィルタの昇温制御を実行するフィルタ温度制御手段と前記NOx吸収剤の硫黄被毒を解消するための制御を実行する硫黄被毒回復制御手段と、を備え、前記微粒子の酸化除去またはノ及び硫黄被毒回復制御を実行すべきであると判断され、かつ内燃機関の極低負荷状態が所定期間以上にわたり継続しているときは、内燃機関の回転数を、昇温制御によりフィルタの昇温が可能となる領域に達するように調整した後、前記フィルタ温度制御手段による昇温制御を実行してフィルタの温度を所定温度まで上昇させ、微粒子の酸化除去またはノ及び前記NOx吸収剤の硫黄被毒の解消のための硫黄被毒回復制御を実施することを特徴とする。

10

【0017】

本発明の最大の特徴は、内燃機関が極低負荷状態が所定期間以上継続しているときにフィルタについて微粒子の酸化除去、または硫黄被毒回復の処理が必要となった場合、これらを実施するため内燃機関の回転数を調整し、かつ昇温制御を実行してフィルタの温度を前記処理が可能なる所定温度まで上昇させることである。このような処理が完了した後は、微粒子の酸化除去、硫黄被毒回復が実行できる。

【0018】

前記排気の空燃比とは、内燃機関に吸入される混合気の空気と燃料の重量比ではなく、内燃機関の燃焼により排気路に排出されたガス中の空気と燃料の重量比をいう。

20

【0019】

ここで、内燃機関が極低負荷状態にあるときは、例えば、内燃機関がアイドリング状態の場合である。

【0020】

また内燃機関の回転数を、フィルタの昇温が可能となる領域に達するように調整するとは、アイドリング状態またはこれに近い状態で、内燃機関の回転数が1,000rpm未満であるような場合、この回転数を例えば1,200rpm以上に上昇させることである。この回転数の数値は内燃機関の状態、その他の運転状況によって異なるもので一定ではない。

【0021】

このようにして、最初に内燃機関の回転数を上昇させて発生する熱量を増大させ、昇温制御の実行によってフィルタの温度上昇が可能となる回転領域に移行させる。

30

【0022】

その後に行う昇温制御は、内燃機関の運転状態に応じて、低温燃焼、ポスト噴射、及び排気系への燃料添加を任意に組合せて実施することができる。例えば、微粒子の酸化除去のための昇温制御は、低温燃焼、ポスト噴射、及び排気系への燃料添加のうちの一または二以上の組合せにより実施され、硫黄被毒回復のための昇温制御は、低温燃焼及び排気系への燃料添加の組合せにより実施すること等が可能である。

【0023】

前記微粒子の酸化除去と硫黄被毒回復は、これらの処理が必要であると各々について判断された場合に実行される。例えば、通常は、微粒子の酸化除去よりも硫黄被毒回復では高い温度(600以上)までフィルタの昇温が必要であるので、フィルタの床温を500程度まで上昇させて微粒子の酸化除去のみ実行する場合があります。

40

【0024】

微粒子の酸化除去では、例えば、前記フィルタの前後に圧力計を設置し、フィルタ前後の排気路中の排気圧力を計測してその差圧が所定値以上になったとき、フィルタに微粒子が所定量以上堆積したものと判断して酸化除去処理が必要と判断することができる。

【0025】

また硫黄被毒回復制御を行う必要があるか否かの判定要素は、以下のものが例示できる。すなわち、エンジンに供給した燃料の積算量、フィルタに対する燃料の添加量やフィルタの下流にNOxセンサにより検出されるNOxの流通量、または内燃機関を搭載した車両走

50

行距離等によって判断することができる。

【0026】

また、本発明の内燃機関の排気浄化装置は、周囲に過剰酸素が存在するときには酸素を吸蔵し、周囲の酸素濃度が低下すると吸蔵した酸素を活性酸素として放出する活性酸素放出剤をフィルタ上に担持し、フィルタ上に微粒子が付着したときに活性酸素放出剤から活性酸素を放出させ、放出した活性酸素によってフィルタ上に付着した微粒子を酸化除去するものとするのが可能である。

【0027】

このような本発明の内燃機関の排気浄化装置では、内燃機関が極低負荷の運転状態で放置されたような場合、フィルタを所定温度に昇温させなければ実施できない微粒子の酸化除去またはノ及びNO_x吸収剤の硫黄被毒回復の処理を実行するための一連の手段が提供され、かかる状況下であってもフィルタに堆積した微粒子の除去及び硫黄被毒したNO_x触媒の回復が可能となる。

10

【0028】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る内燃機関の排気浄化装置を車両駆動用のディーゼル機関に適用した場合を例に挙げて説明する。

【0029】

図1は、本実施の形態に係る排気浄化装置を適用する内燃機関1とその吸排気系の概略構成を示す図である。

20

【0030】

図1に示す内燃機関1は、4つの気筒2を有する水冷式の4サイクル・ディーゼル機関である。

【0031】

内燃機関1は、各気筒2の燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁3を備えている。各燃料噴射弁3は、燃料を所定圧まで蓄圧する蓄圧室(コモンレール)4と接続されている。このコモンレール4には、このコモンレール4内の燃料の圧力に対応した電気信号を出力するコモンレール圧センサ4aが取り付けられている。

【0032】

前記コモンレール4は、燃料供給管5を介して燃料ポンプ6と連通している。この燃料ポンプ6は、内燃機関1の出力軸(クランクシャフト)の回転トルクを駆動源として作動するポンプであり、この燃料ポンプ6の入力軸に取り付けられたポンププリー6aが内燃機関1の出力軸(クランクシャフト)に取り付けられたクランクプリー1aとベルト7を介して連結されている。

30

【0033】

このように構成された燃料噴射系では、クランクシャフトの回転トルクが燃料ポンプ6の入力軸へ伝達されると、燃料ポンプ6は、クランクシャフトからこの燃料ポンプ6の入力軸へ伝達された回転トルクに応じた圧力で燃料を吐出する。

【0034】

前記燃料ポンプ6から吐出された燃料は、燃料供給管5を介してコモンレール4へ供給され、コモンレール4にて所定圧まで蓄圧されて各気筒2の燃料噴射弁3へ分配される。そして、燃料噴射弁3に駆動電流が印加されると、燃料噴射弁3が開弁し、その結果、燃料噴射弁3から気筒2内へ燃料が噴射される。

40

【0035】

次に、内燃機関1には、吸気枝管8が接続されており、吸気枝管8の各枝管は、各気筒2の燃焼室と吸気ポート(図示省略)を介して連通している。

【0036】

前記吸気枝管8は、吸気管9に接続され、この吸気管9は、エアクリーナボックス10に接続されている。前記エアクリーナボックス10より下流の吸気管9には、この吸気管9

50

内を流通する吸気の質量に対応した電気信号を出力するエアフローメータ 11 と、この吸気管 9 内を流通する吸気の温度に対応した電気信号を出力する吸気温度センサ 12 とが取り付けられている。

【0037】

前記吸気管 9 における吸気枝管 8 の直上流に位置する部位には、この吸気管 9 内を流通する吸気の流量を調節する吸気絞り弁 13 が設けられている。この吸気絞り弁 13 には、ステップモータ等で構成されてこの吸気絞り弁 13 を開閉駆動する吸気絞り用アクチュエータ 14 が取り付けられている。

【0038】

前記エアフローメータ 11 と前記吸気絞り弁 13 との間に位置する吸気管 9 には、排気の熱エネルギーを駆動源として作動する遠心過給機（ターボチャージャ）15 のコンプレッサハウジング 15a が設けられ、コンプレッサハウジング 15a より下流の吸気管 9 には、前記コンプレッサハウジング 15a 内で圧縮されて高温となった吸気を冷却するためのインタークーラ 16 が設けられている。

10

【0039】

このように構成された吸気系では、エアクリーナボックス 10 に流入した吸気は、このエアクリーナボックス 10 内のエアクリーナ（図示省略）によって吸気中の塵や埃等が除去された後、吸気管 9 を介してコンプレッサハウジング 15a に流入する。

【0040】

コンプレッサハウジング 15a に流入した吸気は、このコンプレッサハウジング 15a に内装されたコンプレッサホイールの回転によって圧縮される。前記コンプレッサハウジング 15a 内で圧縮されて高温となった吸気は、インタークーラ 16 にて冷却された後、必要に応じて吸気絞り弁 13 によって流量を調節されて吸気枝管 8 に流入する。吸気枝管 8 に流入した吸気は、各枝管を介して各気筒 2 の燃焼室へ分配され、各気筒 2 の燃料噴射弁 3 から噴射された燃料を着火源として燃焼される。

20

【0041】

一方、内燃機関 1 には、排気枝管 18 が接続され、排気枝管 18 の各枝管が排気ポート（図示省略）を介して各気筒 2 の燃焼室と連通している。

【0042】

前記排気枝管 18 は、前記遠心過給機 15 のタービンハウジング 15b と接続されている。前記タービンハウジング 15b は、排気管 19 と接続され、この排気管 19 は、下流にてマフラー（図示省略）に接続されている。

30

【0043】

前記排気管 19 の途中には、吸蔵還元型 NO_x触媒を担持したパティキュレートフィルタ（以下、単にフィルタという。）20 が設けられている。フィルタ 20 より上流の排気管 19 には、この排気管 19 内を流通する排気の温度に対応した電気信号を出力する排気温度センサ 24 が取り付けられている。

【0044】

また、前記フィルタ 20 の上流側と下流側の排気管 19 内の圧力の差異を検出するために、差圧センサ 37 が設けられている。

40

【0045】

前記したフィルタ 20 より下流の排気管 19 には、この排気管 19 内を流通する排気の流量を調節する排気絞り弁 21 が設けられている。この排気絞り弁 21 には、ステップモータ等で構成されてこの排気絞り弁 21 を開閉駆動する排気絞り用アクチュエータ 22 が取り付けられている。

【0046】

このように構成された排気系では、内燃機関 1 の各気筒 2 で燃焼された混合気（既燃ガス）が排気ポートを介して排気枝管 18 へ排出され、次いで排気枝管 18 から遠心過給機 15 のタービンハウジング 15b へ流入する。タービンハウジング 15b に流入した排気は、この排気を持つ熱エネルギーを利用してタービンハウジング 15b 内に回転自在に支持さ

50

れたタービンホイールを回転させる。その際、タービンホイールの回転トルクは、前述したコンプレッサハウジング15aのコンプレッサホイールへ伝達される。

【0047】

前記タービンハウジング15bから排出された排気は、排気管19を介してフィルタ20へ流入し、排気中のPMが捕集され、かつ有害ガス成分が除去または浄化される。フィルタ20にてPMを捕集され、かつ有害ガス成分を除去または浄化された排気は、必要に応じて排気絞り弁21によって流量を調節された後にマフラーを介して大気中に放出される。

【0048】

また、排気枝管18と吸気枝管8とは、排気枝管18内を流通する排気の一部を吸気枝管8へ再循環させる排気再循環通路(以下、EGR通路とする。)25を介して連通されている。このEGR通路25の途中には、電磁弁などで構成され、印加電力の大きさに応じて前記EGR通路25内を流通する排気(以下、EGRガスとする。)の流量を変更する流量調整弁(以下、EGR弁とする。)26が設けられている。

10

【0049】

前記EGR通路25の途中でEGR弁26より上流には、このEGR通路25内を流通するEGRガスを冷却するEGRクーラ27が設けられている。前記EGRクーラ27には、冷却水通路(図示省略)が設けられ内燃機関1を冷却するための冷却水の一部が循環する。

【0050】

このように構成された排気再循環機構では、EGR弁26が開弁されると、EGR通路25が導通状態となり、排気枝管18内を流通する排気の一部が前記EGR通路25へ流入し、EGRクーラ27を経て吸気枝管8へ導かれる。

20

【0051】

その際、EGRクーラ27では、EGR通路25内を流通するEGRガスと内燃機関1の冷却水との間で熱交換が行われ、EGRガスが冷却される。

【0052】

EGR通路25を介して排気枝管18から吸気枝管8へ還流されたEGRガスは、吸気枝管8の上流から流れてきた新気と混ざり合いつつ各気筒2の燃焼室へ導かれる。

【0053】

ここで、EGRガスには、水(H₂O)や二酸化炭素(CO₂)などのように、自らが燃焼することがなく、且つ、熱容量が高い不活性ガス成分が含まれているため、EGRガスが混合気中に含有されると、混合気の燃焼温度が低められ、以て窒素酸化物(NO_x)の発生量が抑制される。

30

【0054】

更に、EGRクーラ27においてEGRガスが冷却されると、EGRガス自体の温度が低下するとともにEGRガスの体積が縮小されるため、EGRガスが燃焼室内に供給されたときに、この燃焼室内の雰囲気温度が不要に上昇することがなくなるとともに、燃焼室内に供給される新気量(新気体積)が不要に減少することもない。

【0055】

そして、本実施の形態では、軽負荷時に通常よりもEGRガスを増量させる低温燃焼を行い、PMの除去、NO_xの浄化及びフィルタ20の昇温制御を実行するので、この低温燃焼について説明する。

40

【0056】

前記したように従来、NO_xの発生を抑制するためにEGRが用いられてきた。EGRガスは、比較的比熱比が高く、温度を上げるのに必要な熱量が多いので、吸気中におけるEGRガス割合が高くなるほど気筒2内における燃焼温度が低下する。燃焼温度が低下するとNO_xの発生量も低下するので、EGRガス割合が高くなればなるほどNO_xの排出量を低下させることができる。

【0057】

50

しかし、EGRガス割合を高くしていくとある割合以上で急激に煤の発生量が増大し始める。通常のEGR制御は煤が急激に増大し始めるよりも低いEGRガス割合のところで行われている。

【0058】

ところが、更にEGRガス割合を高くしていくと、上述したように煤が急激に増大するが、この煤の発生量にはピークが存在し、このピークを越えて更にEGRガス割合を高くすると、今度は煤が急激に減少し始め、ついにはほとんど発生しなくなる。

【0059】

これは、燃焼室内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度がある温度以下のときには炭化水素(HC)の成長が煤に至る前の途中の段階で停止し、燃料及びその周囲のガス温度がある温度以上になると炭化水素(HC)は一気に煤まで成長してしまうためである。

10

【0060】

従って、燃焼室内における燃焼時の燃焼及びその周囲のガス温度を、炭化水素(HC)の成長が途中で停止する温度以下に抑制すれば煤は発生しなくなる。この場合、燃料及びその周囲のガス温度は、燃料が燃焼した際の燃料周りのガスの吸熱作用が大きく影響しており、燃料燃焼時の発熱量に応じて燃料周りのガスの吸熱量、すなわちEGRガス割合を調整することによって煤の発生を抑制することが可能となる。

【0061】

低温燃焼を行うときのEGRガス割合は、予め実験等により求めておきマップ化したものをECU35内のROM(図5の352)に記憶させておく。このマップに基づいてEGRガス量のフィードバック制御を行う。

20

【0062】

一方、煤に至る前に成長が途中で停止した炭化水素(HC)は、フィルタ20に担持された酸化剤等により燃焼させることができる。

【0063】

このように、低温燃焼では、煤に至る前に成長が途中で停止した炭化水素(HC)を酸化剤等により浄化することを基本としている。従って酸化剤等が活性化していないときには、炭化水素(HC)は浄化されずに大気中へ放出しされてしまうために低温燃焼を用いることは困難である。

30

【0064】

また、気筒2内における燃焼時の燃料及びその周囲のガス温度を炭化水素(HC)の成長が途中で停止する温度以下に制御しうるのは燃焼による発熱量が少ない比較的機関負荷が低いときである。

【0065】

従って、本実施の形態においては、内燃機関1が低回転低負荷で運転されている状態が継続しているので、フィルタ20に担持された吸蔵還元型NOx触媒が活性領域に達したときに低温燃焼制御が行われる。活性領域内であるか否かは排気温度センサ24の出力信号等に基づいて判定することができる。

【0066】

このようにして、低温燃焼では、煤に代表されるPMの排出を抑制しつつ吸蔵還元型NOx触媒へ還元剤たる炭化水素(HC)を供給して、NOxを還元浄化することができるが、このときに発生する熱によりフィルタ20の温度を上昇させることが可能となる。

40

【0067】

したがって本実施の形態では、低温燃焼を必要に応じて実施してフィルタ20の床温を上昇させるが、目標の温度によって空燃比を変化させて昇温制御を実行する。すなわち目標温度が高ければ空燃比を低く設定するが、これはEGR量を調整することで所望の空燃比とすることができる。

【0068】

なお、ポスト噴射とは、主噴射後の膨張行程あるいは排気行程において燃料を噴射するこ

50

とにより、排気の空燃比をリッチにするためにするものである。

【0069】

次に、本実施の形態に係るフィルタ20について説明する。

【0070】

図2は、フィルタ20の断面図である。図2(A)は、フィルタ20の横方向断面を示す図である。図2(B)は、フィルタ20の縦方向断面を示す図である。

【0071】

図2(A)及び図2(B)に示されるようにフィルタ20は、互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路50、51を具備するいわゆるウォールフロー型である。これら排気流通路は下流端が栓52により閉塞された排気流入通路50と、上流端が栓53により閉塞された排気流出通路51とにより構成される。なお、図2(A)においてハッチングを付した部分は栓53を示している。従って、排気流入通路50および排気流出通路51は薄肉の隔壁54を介して交互に配置される。換言すると排気流入通路50および排気流出通路51は各排気流入通路50が4つの排気流出通路51によって包囲され、各排気流出通路51が4つの排気流入通路50によって包囲されるように配置される。

10

【0072】

フィルタ20は例えばコーゼライトのような多孔質材料から形成されており、従って排気流入通路50内に流入した排気は図2(B)において矢印で示されるように周囲の隔壁54内を通過して隣接する排気流出通路51内に流出する。

【0073】

本発明による実施例では、各排気流入通路50および各排気流出通路51の周壁面、すなわち各隔壁54の両側表面上および隔壁54内の細孔内壁面上には例えばアルミナからなる担体の層が形成されており、この担体上に吸蔵還元型NOx触媒が担持されている。

20

【0074】

次に、本実施の形態に係るフィルタ20に担持された吸蔵還元型NOx触媒の機能について説明する。

【0075】

フィルタ20は、例えば、アルミナを担体とし、その担体上に、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、リチウム(Li)、もしくはセシウム(Cs)等のアルカリ金属と、バリウム(Ba)もしくはカルシウム(Ca)等のアルカリ土類と、ランタン(La)もしくはイットリウム(Y)等の希土類とから選択された少なくとも1つと、白金(Pt)等の貴金属とを担持して構成されている。尚、本実施の形態では、アルミナからなる担体上にバリウム(Ba)と白金(Pt)を担持し、これにO₂ストレージ能力のあるセリア(Ce₂O₃)を添加して構成される吸蔵還元型NOx触媒が採用されている。

30

【0076】

このようなNOx触媒は、このNOx触媒に流入する排気の酸素濃度が高いときは排気中の窒素酸化物(NOx)を吸収する。

【0077】

一方、NOx触媒は、このNOx触媒に流入する排気の酸素濃度が低下したときは吸収していた窒素酸化物(NOx)を放出する。その際、排気中に炭化水素(HC)や一酸化炭素(CO)等の還元成分が存在していれば、NOx触媒は、このNOx触媒から放出された窒素酸化物(NOx)を窒素(N₂)に還元せしめることができる。

40

【0078】

ところで、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、内燃機関1から排出される排気の空燃比がリーン雰囲気となり排気の酸素濃度が高くなるため、排気中に含まれる窒素酸化物(NOx)がNOx触媒に吸収されることになるが、内燃機関1の希薄燃焼運転が長期間継続されると、NOx触媒のNOx吸収能力が飽和し、排気中の窒素酸化物(NOx)がNOx触媒にて除去されずに排気中に残存する。

【0079】

特に、ディーゼル機関である内燃機関1では、大部分の運転領域においてリーン空燃比の

50

混合気が燃焼され、それに応じて大部分の運転領域において排気空燃比がリーン空燃比となるため、NO_x触媒のNO_x吸収能力が飽和し易い。

【0080】

従って、内燃機関1が希薄燃焼運転されている場合は、NO_x触媒のNO_x吸収能力が飽和する前にNO_x触媒に流入する排気中の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高め、NO_x触媒に吸収された窒素酸化物(NO_x)を放出及び還元させる必要がある。

【0081】

このように酸素濃度を低下させる方法としては、排気中の燃料添加や、前記した低温燃焼、気筒2内への燃料噴射時期や回数の変更等の方法が考えられるが、本実施の形態では、フィルタ20より上流の排気管19を流通する排気中に還元剤たる燃料(軽油)を添加する還元剤供給機構を備え、この還元剤供給機構から排気中へ燃料を添加することにより、フィルタ20に流入する排気の酸素濃度を低下させるとともに還元剤の濃度を高めるようにしている。

10

【0082】

還元剤供給機構は、図1に示されるように、その噴孔が排気枝管18内に臨むように取り付けられ、ECU35からの信号により開弁して燃料を噴射する還元剤噴射弁28と、前述した燃料ポンプ6から吐出された燃料を前記還元剤噴射弁28へ導く還元剤供給路29と、還元剤供給路29に設けられてこの還元剤供給路29内の燃料の流通を遮断する遮断弁31と、を備えている。

【0083】

このような還元剤供給機構では、燃料ポンプ6から吐出された高圧の燃料が還元剤供給路29を介して還元剤噴射弁28へ印加される。そして、ECU35からの信号によりこの還元剤噴射弁28が開弁して排気枝管18内へ還元剤としての燃料が噴射される。

20

【0084】

還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射された還元剤は、排気枝管18の上流から流れてきた排気の酸素濃度を低下させる。

【0085】

このようにして形成された酸素濃度の低い排気はフィルタ20に流入し、フィルタ20に吸収されていた窒素酸化物(NO_x)を放出させつつ窒素(N₂)に還元することになる。

【0086】

その後、ECU35からの信号により還元剤噴射弁28が閉弁し、排気枝管18内への還元剤の添加が停止されることになる。

30

【0087】

尚、本実施の形態では、排気中に燃料を噴射して燃料添加を行っているが、これに替えて、再循環するEGRガスを増大させて煤の発生量が増加して最大となった後に、更にEGRガスを増大させる低温燃焼を行っても良く、また、内燃機関1の膨張行程や排気行程等に燃料噴射弁3から燃料を噴射させても良い。

【0088】

以上述べたように構成された内燃機関1には、この内燃機関1を制御するための電子制御ユニット(ECU: Electronic Control Unit)35が併設されている。このECU35は、内燃機関1の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関1の運転状態を制御するユニットである。

40

【0089】

ECU35には、コモンレール圧センサ4a、エアフローメータ11、吸気温度センサ12、吸気管圧力センサ17、排気温度センサ24、クランクポジションセンサ33、水温センサ34、アクセル開度センサ36等の各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号がECU35に入力されるようになっている。

【0090】

一方、ECU35には、燃料噴射弁3、吸気絞り用アクチュエータ14、排気絞り用アクチュエータ22、還元剤噴射弁28、EGR弁26、遮断弁31等が電気配線を介して接

50

続され、上記した各部を ECU 35 が制御することが可能になっている。

【0091】

ここで、ECU 35 は、図 3 に示すように、双方向性バス 350 によって相互に接続された、CPU 351 と、ROM 352 と、RAM 353 と、バックアップ RAM 354 と、入力ポート 356 と、出力ポート 357 とを備えるとともに、前記入力ポート 356 に接続された A/D コンバータ (A/D) 355 を備えている。

【0092】

前記入力ポート 356 は、クランクポジションセンサ 33 のようにデジタル信号形式の信号を出力するセンサの出力信号を入力し、それらの出力信号を CPU 351 や RAM 353 へ送信する。

10

【0093】

前記入力ポート 356 は、コモンレール圧センサ 4a、エアフローメータ 11、吸気温度センサ 12、吸気管圧力センサ 17、排気温度センサ 24、水温センサ 34、アクセル開度センサ 36 等のように、アナログ信号形式の信号を出力するセンサの A/D 355 を介して入力し、それらの出力信号を CPU 351 や RAM 353 へ送信する。

【0094】

前記出力ポート 357 は、燃料噴射弁 3、吸気絞り用アクチュエータ 14、排気絞り用アクチュエータ 22、EGR 弁 26、還元剤噴射弁 28、遮断弁 31 等と電気配線を介して接続され、CPU 351 から出力される制御信号を、前記した燃料噴射弁 3、吸気絞り用アクチュエータ 14、排気絞り用アクチュエータ 22、EGR 弁 26、還元剤噴射弁 28

20

【0095】

前記 ROM 352 は燃料噴射弁 3 を制御するための燃料噴射制御ルーチン、吸気絞り弁 13 を制御するための吸気絞り制御ルーチン、排気絞り弁 21 を制御するための排気絞り制御ルーチン、EGR 弁 26 を制御するための EGR 制御ルーチン、フィルタ 20 に還元剤を添加して吸収された NOx を放出させる NOx 浄化制御ルーチン、フィルタ 20 の SOx 被毒を解消する被毒解消制御ルーチン、フィルタ 20 に捕集された PM を燃焼除去するための PM 燃焼制御ルーチン等のアプリケーションプログラムを記憶している。

【0096】

前記 ROM 352 は、上記したアプリケーションプログラムに加え、各種の制御マップを記憶している。前記制御マップは、例えば、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射量 (基本燃料噴射時間) との関係を示す燃料噴射量制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と基本燃料噴射時期との関係を示す燃料噴射時期制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と吸気絞り弁 13 の目標開度との関係を示す吸気絞り弁開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と排気絞り弁 21 の目標開度との関係を示す排気絞り弁開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と EGR 弁 26 の目標開度との関係を示す EGR 弁開度制御マップ、内燃機関 1 の運転状態と還元剤の目標添加量 (若しくは排気の目標空燃比) との関係を示す還元剤添加量制御マップ、還元剤の目標添加量と還元剤噴射弁 28 の開弁時間との関係を示す還元剤噴射弁制御マップ等である。

30

【0097】

前記 RAM 353 は、各センサからの出力信号や CPU 351 の演算結果等を格納する。前記演算結果は、例えば、クランクポジションセンサ 33 がパルス信号を出力する時間的な間隔に基づいて算出される機関回転数である。これらのデータは、クランクポジションセンサ 33 がパルス信号を出力する都度、最新のデータに書き換えられる。

40

【0098】

前記バックアップ RAM 354 は、内燃機関 1 の運転停止後もデータを記憶可能な不揮発性のメモリである。

【0099】

前記 CPU 351 は、前記 ROM 352 に記憶されたアプリケーションプログラムに従って動作して、燃料噴射弁制御、吸気絞り制御、排気絞り制御、EGR 制御、NOx 浄化制

50

御、被毒解消制御、PM燃焼制御等を実行する。

【0100】

例えば、NO_x浄化制御では、CPU351は、フィルタ20に流入する排気中の酸素濃度を比較的短い周期でスパイク的（短時間）に低くする、所謂リッチスパイク制御を実行する。

【0101】

リッチスパイク制御では、CPU351は、所定の周期毎にリッチスパイク制御実行条件が成立しているか否かを判別する。このリッチスパイク制御実行条件としては、例えば、フィルタ20が活性状態にある、排気温度センサ24の出力信号値（排気温度）が所定の上限値以下である、被毒解消制御が実行されていない、等の条件を例示することができる。

10

【0102】

上記したようなリッチスパイク制御実行条件が成立していると判定された場合は、CPU351は、還元剤噴射弁28からスパイク的に還元剤たる燃料を噴射させるべく当該還元剤噴射弁28を制御することにより、フィルタ20に流入する排気の空燃比を一時的に所定の目標リッチ空燃比とする。

【0103】

具体的には、CPU351は、RAM353に記憶されている機関回転数、アクセル開度センサ36の出力信号（アクセル開度）、エアフローメータ11の出力信号値（吸入空気量）、空燃比センサの出力信号、燃料噴射量等を読み出す。

20

【0104】

CPU351は、前記した機関回転数とアクセル開度と吸入空気量と燃料噴射量とをパラメータとしてROM352の還元剤添加量制御マップへアクセスし、排気空燃比を予め設定された目標空燃比とする上で必要となる還元剤の添加量（目標添加量）を算出する。

【0105】

続いて、CPU351は、前記目標添加量をパラメータとしてROM352の還元剤噴射弁制御マップへアクセスし、還元剤噴射弁28から目標添加量の還元剤を噴射させる上で必要となる還元剤噴射弁28の開弁時間（目標開弁時間）を算出する。

【0106】

還元剤噴射弁28の目標開弁時間が算出されると、CPU351は、還元剤噴射弁28を開弁させる。

30

【0107】

CPU351は、還元剤噴射弁28を開弁させた時点から前記目標開弁時間が経過すると、還元剤噴射弁28を閉弁させる。

【0108】

このように還元剤噴射弁28が目標開弁時間だけ開弁されると、目標添加量の燃料が還元剤噴射弁28から排気枝管18内へ噴射されることになる。そして、還元剤噴射弁28から噴射された還元剤は、排気枝管18の上流から流れてきた排気と混ざり合って目標空燃比の混合気を形成してフィルタ20に流入する。

【0109】

この結果、フィルタ20に流入する排気空燃比は、比較的短い周期で酸素濃度が変化し、フィルタ20が窒素酸化物（NO_x）の吸収と放出・還元とを交互に短周期的に繰り返すことになる。

40

【0110】

次に、被毒解消制御では、CPU351は、フィルタ20の酸化物による被毒を解消すべく被毒解消処理を実行することになる。

【0111】

ここで、内燃機関1の燃料には硫黄（S）が含まれている場合があり、そのような燃料が内燃機関1で燃焼すると、二酸化硫黄（SO₂）や三酸化硫黄（SO₃）などの硫黄酸化物（SO_x）が生成される。

50

【 0 1 1 2 】

硫黄酸化物 (SO_x) は、排気とともにフィルタ 20 に流入し、窒素酸化物 (NO_x) と同様のメカニズムによってフィルタ 20 に吸収される。

【 0 1 1 3 】

具体的には、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度が高いときには、流入排気ガス中の二酸化硫黄 (SO_2) や三酸化硫黄 (SO_3) 等の硫黄酸化物 (SO_x) が白金 (Pt) の表面上で酸化され、硫酸イオン (SO_4^{2-}) の形でフィルタ 20 に吸収される。更に、フィルタ 20 に吸収された硫酸イオン (SO_4^{2-}) は、酸化バリウム (BaO) と結合して硫酸塩 (BaSO_4) を形成する。

【 0 1 1 4 】

ところで、硫酸塩 (BaSO_4) は、硝酸バリウム ($\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$) に比して安定していて分解し難く、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなっても分解されずにフィルタ 20 内に残留してしまう。

【 0 1 1 5 】

フィルタ 20 における硫酸塩 (BaSO_4) の量が増加すると、それに応じて窒素酸化物 (NO_x) の吸収に関与することができる酸化バリウム (BaO) の量が減少するため、フィルタ 20 の NO_x 吸収能力が低下する、いわゆる硫黄被毒が発生する。

【 0 1 1 6 】

フィルタ 20 の硫黄被毒を解消する方法としては、フィルタ 20 の雰囲気温度をおよそ 600 乃至 650 の高温域まで昇温させるとともに、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度を低くすることにより、フィルタ 20 に吸収されている硫酸バリウム (BaSO_4) を SO_3^- や SO_4^- に熱分解し、次いで SO_3^- や SO_4^- を排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) と反応させて気体状の SO_2^- に還元する方法を例示することができる。

【 0 1 1 7 】

そこで、本実施の形態に係る被毒解消処理では、CPU 351 は、先ずフィルタ 20 の床温を高める触媒昇温制御を実行した上で、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度を低くするようにした。

【 0 1 1 8 】

触媒昇温制御では、CPU 351 は、例えば、各気筒 2 の膨張行程時に燃料噴射弁 3 から副次的に燃料を噴射させるとともに還元剤噴射弁 28 から排気中へ燃料を添加させることにより、それらの未燃燃料成分をフィルタ 20 において酸化させ、酸化の際に発生する熱によってフィルタ 20 の床温を高めるようにしてもよい。

【 0 1 1 9 】

但し、フィルタ 20 が過剰に昇温すると、フィルタ 20 の熱劣化が誘発される虞があるため、排気温度センサ 24 の出力信号値に基づいて副次的な噴射燃料量及び添加燃料量がフィードバック制御されるようにすることが好ましい。

【 0 1 2 0 】

上記したような触媒昇温処理によりフィルタ 20 の床温が 600 乃至 650 程度の高温域まで上昇すると、CPU 351 は、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度を低下させるべく還元剤噴射弁 28 から燃料を噴射させる。

【 0 1 2 1 】

尚、還元剤噴射弁 28 から過剰な燃料が噴射されると、それらの燃料がフィルタ 20 で急激に燃焼してフィルタ 20 が過熱し、或いは還元剤噴射弁 28 から噴射された過剰な燃料によってフィルタ 20 が不要に冷却される虞があるため、CPU 351 は、空燃比センサ (図示省略) の出力信号に基づいて還元剤噴射弁 28 からの燃料噴射量をフィードバック制御するようにすることが好ましい。

【 0 1 2 2 】

このように被毒回復処理が実行されると、フィルタ 20 の床温が高い状況下で、フィルタ 20 に流入する排気の酸素濃度が低くなる。すると、フィルタ 20 に吸収されている硫酸バリウム (BaSO_4) が SO_3^- や SO_4^- に熱分解され、これら SO_3^- や SO_4^- が排気中

10

20

30

40

50

の炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）と反応して還元されるので、フィルタ20の硫黄被毒が解消される。

【0123】

次に、本実施の形態に係る昇温制御及び硫黄被毒回復制御のフローについて説明する。

【0124】

図5は、本実施の形態に係る昇温制御のフローを示すフローチャート図である。

【0125】

最初に、微粒子の酸化除去（以下、PM再生という）または硫黄被毒回復をすべき状況にある場合、すなわち、これらの制御を実行すべきとするフラグが設定されている場合に本制御をスタートする。

10

【0126】

スタートする条件としては、硫黄被毒再生の場合は、燃料の消費積算量やNOxセンサ（図示省略）からの出力信号、車両走行距離等により判定する。ここで、燃料中の硫黄成分によりフィルタ20に担持された吸蔵還元型NOx触媒が被毒するので、燃料の消費積算量をRAM353に記憶させ、この燃料の添加量が所定量に達したときを硫黄被毒回復制御の開始条件としても良い。また、硫黄被毒が進行すると吸蔵還元型NOx触媒のNOxの吸収量が減少し、フィルタ20下流に流通するNOxの量が増大する。従って、フィルタ20の下流にNOxセンサ（図示省略）を設け、この出力信号を監視し、NOxの流通量が所定量以上になったときを硫黄被毒回復制御の開始条件としてもよい。更に、車両走行距離が所定値以上になった場合には、硫黄被毒の回復が必要であるとしてこのときを硫黄被毒回復制御のフラグをセットする。

20

【0127】

またPM再生の場合は、例えば、差圧センサ37が検出するフィルタ20の前後の排気管19内の差圧が所定値以上となったときは、フィルタ20に一定量以上のPMが堆積したものと推定することができる。このように一定量以上のPMが堆積すればPM再生制御のフラグをセットする。

【0128】

これらの硫黄被毒再生またはPM再生のフラグがセットされていれば、ステップS101に進む。

【0129】

ステップS101では、内燃機関1が軽負荷の状態にあるか否かが判断される。軽負荷状態になれば本昇温制御に基づいてPM再生等をする必要がないと判断し、このルーチンを終了する。

30

【0130】

一方、軽負荷状態であればステップS102に進む。ステップS102ではフィルタ20の床温が150 未満であるか否かを判定する。このフィルタ20の直前の排気管19内に設けた排気温度センサ24によりフィルタ20の温度を推定する。フィルタ20の温度が150 未満であるときは、触媒が活性化せず有効な排気浄化ができない。

【0131】

フィルタ20の床温が150 未満であるときはステップS103に進む。

40

反対に150 以上であれば本制御は終了する。この場合は通常の昇温制御等によって微粒子の酸化除去、硫黄被毒回復を実施すればよい。

【0132】

ステップS103では上記の軽負荷及びフィルタ20の床温が150 未満の状態でも一定時間以上放置されているか否かを判断する。この場合の一定時間をどの程度に設定するかは種々の事情を考慮して決定するが、例えば15分間とすることができる。

【0133】

一定時間以上の放置がされていればステップS104に進み、反対に一定時間以上の放置に至っていなければこの制御を一旦終了する。

【0134】

50

ステップS104では、内燃機関1の状態がアイドルであるか否かが判定される。内燃機関1の回転数が、例えば750rpm程度であればアイドル状態であると判断してステップS106に進む。一方、アイドル状態でないときはステップS105に進み、早期暖機燃焼を実行する。

【0135】

S106では、内燃機関1の回転数を1,200rpmに上昇させ、かつ早期暖機燃焼を実行した後、ステップS107に進む。

【0136】

ここで早期暖機燃焼とは、フィルタ20の温度を上昇させるためのものであって、次のような方法を例示することができる。

10

【0137】

第1には、内燃機関1の燃焼において、燃料噴射時期を圧縮上死点以降まで遅角させることがあげられる。通常燃焼では、主燃料は圧縮上死点付近で噴射されるが、この噴射時期を遅角させると後燃え期間が長くなるので、排気温が上昇する。排気温の上昇にしたがってフィルタ20の温度が上昇する。

【0138】

第2には、主燃料に加え、吸気上死点付近において補助燃料を追加的に噴射する方法がある。このような補助燃料の追加的な噴射を、以下、ポスト噴射という。このポスト噴射によれば、噴射される燃料が増大するので、排気温が上昇し、フィルタ20の昇温が可能となる。

20

【0139】

このような吸気上死点付近でのポスト噴射では、圧縮行程中に圧縮熱によってこのポスト噴射によるアルデヒド、ケトン、パーオキサイド、一酸化炭素等の中間生成物が生じ、これらにより後に噴射される主燃料の反応が加速される。この場合、主燃料の噴射時期を遅らせても失火を生じることがなくなり、良好な燃焼が得られるので、主燃料の噴射時期を遅らせて排気温を上昇させることができる。よってフィルタ20の昇温が可能となる。

【0140】

第3に、主燃料の噴射に加えて、膨張行程中または排気行程中にポスト噴射を実行する。この場合、大部分のポスト噴射による燃料は未燃炭化水素(HC)の形で排気管内に排出される。この未燃炭化水素(HC)はフィルタ20上において酸化され、このとき発生する酸化反応熱によりフィルタ20の温度が上昇する。

30

【0141】

次に、ステップS107では、フィルタ20の床温が180以上であるか否かを判定する。床温が180以上であるときはステップS108に進む。

【0142】

一方、床温が180未満であればステップS106に戻り、内燃機関の回転数を1,200rpmに維持しつつ早期暖機燃焼を継続する。

【0143】

ステップS108では水温が60以上であるか否かが判定される。水温が60以上であれば、ステップS109に進みフィルタ20の昇温手段として弱リーン低温燃焼(空燃比が18付近)を実行する。ここでの低温燃焼は、通常の内燃機関1の燃焼の空燃比に比べて低い空燃比での燃焼となり、燃料中の炭化水素(HC)成分がフィルタ20で燃焼するので、フィルタ20の床温が上昇する。

40

【0144】

なお、空燃比はEGR量を変化させることにより、所望の値に調整することができる。

【0145】

一方、水温が60未満であれば、ステップS111に進み昇温手段としてポスト噴射を実行する。

【0146】

これらのフィルタ20の昇温手段を水温によって使い分けるのは、内燃機関1の燃焼の安

50

定のためである。すなわち水温が60 以上であれば低温燃焼による昇温が安定しているが、水温が60 未満である場合は低温燃焼が不安定となるためである。また水温が60 以上であれば低温燃焼を採用する理由は、軽負荷の状態でのポスト噴射における燃料噴射量は少量であり、これを複数回に分けて噴射するような場合を想定するとその噴射量の制御が難しいので、低温燃焼による昇温制御が好ましくなるためである。

【0147】

このように、昇温制御としては燃焼の安定性が得られやすいことからなるべく低温燃焼によるのが好ましいが、水温が60 未満の場合には、低温燃焼よりもポスト噴射によるのが燃焼状態を良好に維持できる。

【0148】

なお、燃料添加によるフィルタ20の昇温制御は、フィルタ20の床温が低い領域ではなるべく実行しないことが望ましい。その理由は、添加された燃料が温度が低い状況で排気管の壁面に添加された燃料が付着するような事態を避けるためである。したがってここで実行される昇温制御の手段としては、そのような事態を生ずることがない低温燃焼またはポスト噴射を採用するのが好ましい。

【0149】

ステップS109で低温燃焼を実行した後、ステップS110では、フィルタ20の床温が300 以上であるか否かを判断する。

【0150】

一方、ステップS111でポスト噴射を実行した場合にも、同様にステップS112においてフィルタ20の床温が300 以上であるか否かを判定する。

【0151】

ステップS110で床温が300 未満であればステップS109に戻り、弱リーン低温燃焼を継続する。

【0152】

ステップS112で床温が300 未満のときは、ステップS111に戻り、ポスト噴射を続行する。

【0153】

ステップS110で床温が300 以上であればステップS114に進み、先の低温燃焼よりもさらに空燃比を低くした弱リーン低温燃焼を継続する。ここでは空燃比を1.6付近に調整する。

【0154】

ステップS112で床温が300 以上であればステップS113に進み、水温が60 以上であるか否かを判定する。水温が60 以上であればポスト噴射を停止し、ステップS114に進んで弱リーン低温燃焼に移行する。

【0155】

ステップS113で水温が60 未満であれば、ステップS115に進み、排気系に燃料添加をする昇温制御を行う。

【0156】

次に、S114での低温燃焼を一定時間継続した後は、S116に進みフィルタ20の床温が500 以上となったか否かを判断する。

【0157】

また、S115での燃料添加を実行した場合は、所定時間経過後にS117に進みフィルタ20の床温が500 以上となったか否かを判断する。

【0158】

ステップS116では、フィルタ20の床温が500 に達していないときはステップS114に戻り、さらに弱リーン低温燃焼を継続する。

【0159】

ステップS117では、同様にフィルタ20の床温が500 に達していないときはステップS115に戻り、さらに燃料添加を実行する。

10

20

30

40

50

【0160】

ステップ116でフィルタ20の床温が500以上である場合は、差圧センサ37により差圧が所定値以下に低下したときにPM再生がされたものと判断し、硫黄被毒再生の必要がないとき、すなわち硫黄被毒再生のフラグがセットされていなければ本制御を終了する。

【0161】

同様に、ステップ117でフィルタ20の床温が500以上であれば、PM再生を続行して差圧センサ37により差圧が所定値以下となったとき、PM再生がされたものと判断する。そして硫黄被毒再生が必要ないとき、すなわち硫黄被毒再生のフラグがセットされていなければ本制御を終了する。

10

【0162】

一方、硫黄被毒再生のフラグがセットされているときは、ステップS118に移行して、硫黄被毒再生制御が実行される。ここではフィルタ20の温度を600に昇温させるべく、弱リーン低温燃焼と燃料添加を実施する。

【0163】

次に、ステップS119へ進み、フィルタ20の床温が600以上か否かが判断される。床温が600以上の場合にはステップS122へ進み、硫黄被毒回復制御が所定時間以上、例えば3分間以上継続したか否かが判断される。一方、床温が600未満の場合は、ステップS120に進み、空燃比がストイキ（理論空燃比）よりも小さいか否かを判断する。空燃比がストイキよりもリーンのときはステップS118に戻り、さらに硫黄被毒回復のための昇温制御を継続する。ここで反対に空燃比がストイキ、またはリッチのときは、ステップS121に進み、一定期間燃料添加を中止する。この状態では排気中に酸素が存在しないと推定され、これ以上の燃料添加をしても燃料が燃焼しないので、所定期間が経過して排気中に酸素が存在するようになってからステップS118に戻り、さらに低温燃焼と燃料添加を実行して硫黄被毒回復のための昇温制御を継続させる。

20

【0164】

ステップS122において、硫黄被毒回復制御が所定時間以上、すなわちトータルで3分間以上実行されれば、触媒の硫黄被毒回復がされたものとして本制御を終了する。

【0165】

またステップS122で、硫黄被毒回復制御がトータルで3分間以上実行されていないときは、これをさらにこの制御を続行し、制御の実行時間が合計3分間以上となったら本制御を終了する。

30

【0166】

以上説明したように、本実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置では、内燃機関がアイドル状態で一定期間が経過するような状況下において、硫黄被毒再生制御及びPM再生制御のフラグが設定されている場合、上記の手順にしたがってこれらの制御を確実に実行することができる。フィルタの床温を、内燃機関の運転状態や水温等の状態に応じて、最も適切な方法を組み合わせて実行しつつ段階的に昇温させるので、無理なく確実にフィルタ床温の上昇に伴うPM再生制御及び硫黄被毒回復制御が行える。

【0167】

40

【発明の効果】

本発明に係る内燃機関の排気浄化装置によれば、内燃機関が極低負荷運転の状態が継続していても、NO_x浄化のための触媒を担持し、かつPM捕獲が可能なフィルタを所定温度領域まで昇温させることができる。よってかかる状況下であっても、フィルタで捕獲したPMの除去とNO_x触媒の硫黄被毒再生制御を確実に実行することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態に係る内燃機関の排気浄化装置を適用するディーゼルエンジンとその吸排気系とを併せ示す概略構成図である。

【図2】 (A)は、パティキュレートフィルタの横方向断面を示す図である。(B)は、パティキュレートフィルタの縦方向断面を示す図である。

50

【図3】 ECUの内部構成を示すブロック図である。

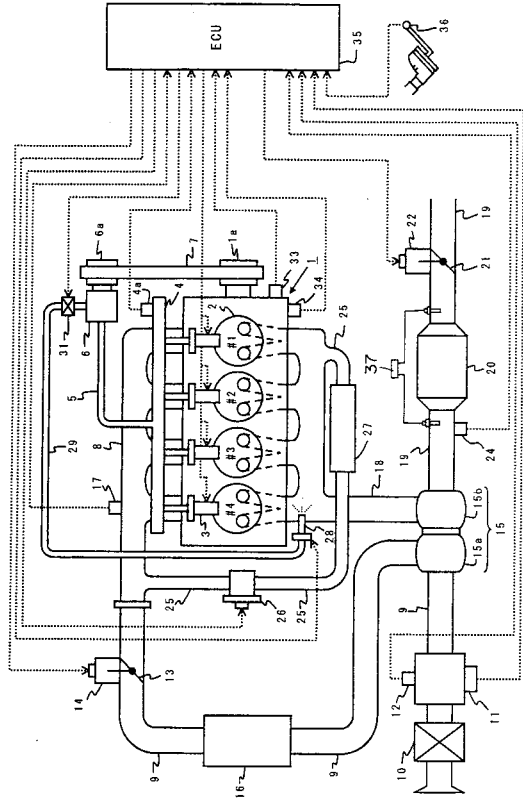
【図4】 フィルタの床温とPM燃焼の関係を示す図である。

【図5】 本発明の昇温制御実行フローを示すフローチャート図である。

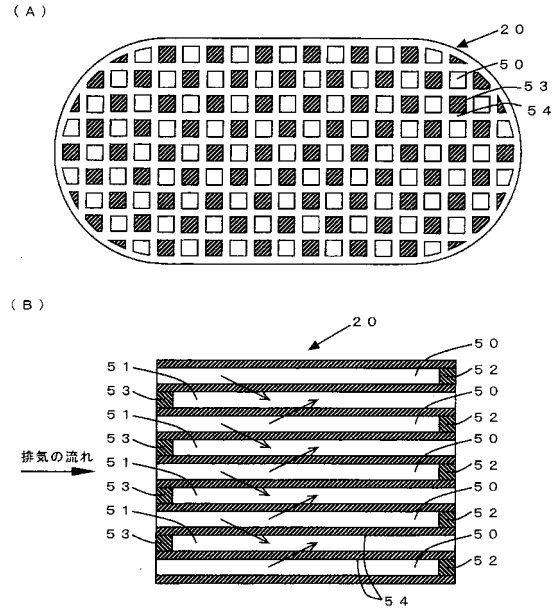
【符号の説明】

1	・・・	内燃機関	
1 a	・・・	クランクプーリ	
2	・・・	気筒	
3	・・・	燃料噴射弁	
4	・・・	コモンレール	
4 a	・・・	コモンレール圧センサ	10
5	・・・	燃料供給管	
6	・・・	燃料ポンプ	
6 a	・・・	ポンププーリ	
8	・・・	吸気枝管	
9	・・・	吸気管	
1 8	・・・	排気枝管	
1 9	・・・	排気管	
2 0	・・・	パティキュレートフィルタ	
2 1	・・・	排気絞り弁	
2 4	・・・	排気温度センサ	20
2 5	・・・	EGR通路	
2 6	・・・	EGR弁	
2 7	・・・	EGRクーラ	
2 8	・・・	還元剤噴射弁	
2 9	・・・	還元剤供給路	
3 1	・・・	遮断弁	
3 3	・・・	クランクポジションセンサ	
3 4	・・・	水温センサ	
3 5	・・・	ECU	
3 6	・・・	アクセル開度センサ	30
3 7	・・・	差圧センサ	

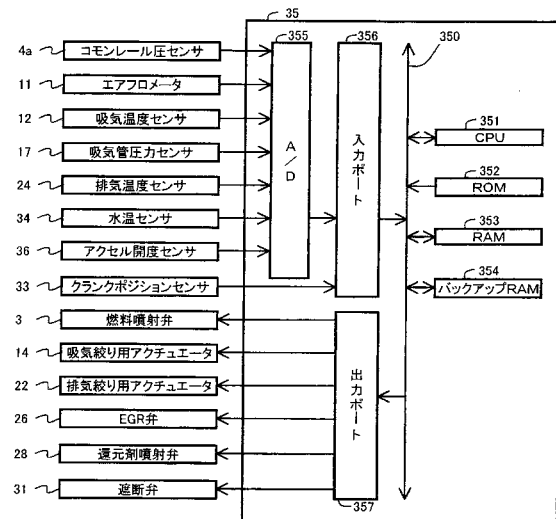
【図1】



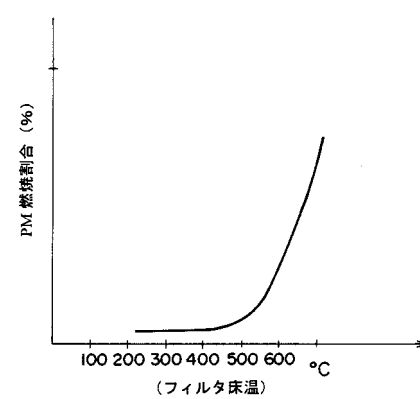
【図2】



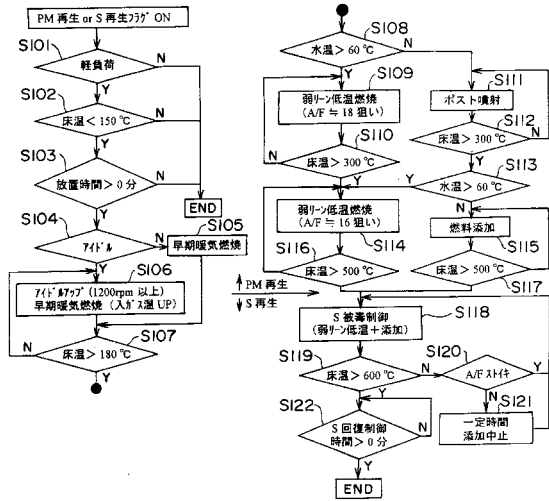
【図3】



【図4】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I	
F 0 1 N	3/20	(2006.01)	B 0 1 D 53/36 K
F 0 1 N	3/24	(2006.01)	B 0 1 D 53/36 1 0 1 B
F 0 1 N	3/28	(2006.01)	F 0 1 N 3/02 3 0 1 B
F 0 2 D	43/00	(2006.01)	F 0 1 N 3/02 3 2 1 A
F 0 2 D	45/00	(2006.01)	F 0 1 N 3/02 3 2 1 B
B 0 1 D	46/42	(2006.01)	F 0 1 N 3/02 3 2 1 Z
			F 0 1 N 3/08 A
			F 0 1 N 3/08 G
			F 0 1 N 3/20 E
			F 0 1 N 3/24 E
			F 0 1 N 3/28 3 0 1 C
			F 0 2 D 43/00 3 0 1 E
			F 0 2 D 43/00 3 0 1 H
			F 0 2 D 43/00 3 0 1 J
			F 0 2 D 43/00 3 0 1 N
			F 0 2 D 43/00 3 0 1 T
			F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z
			B 0 1 D 46/42 B

- (72)発明者 小林 正明
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 曲田 尚史
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 柴田 大介
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 石山 忍
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 根上 秋彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 和田 雄二

- (56)参考文献 特開2001-271637(JP,A)
特開2000-352303(JP,A)
特開平03-233124(JP,A)
特開昭60-206922(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00-45/00

F01N 3/00-3/28