

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4170935号
(P4170935)

(45) 発行日 平成20年10月22日 (2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日 (2008.8.15)

(51) Int. Cl.

F 1

FO1N 3/02 (2006.01)
 BO1D 53/94 (2006.01)
 FO1N 3/08 (2006.01)
 FO1N 3/36 (2006.01)
 FO2D 45/00 (2006.01)

FO1N 3/02 321B
 FO1N 3/02 321K
 BO1D 53/36 103C
 FO1N 3/08 B
 FO1N 3/36 ZABB

請求項の数 3 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-68995 (P2004-68995)
 (22) 出願日 平成16年3月11日 (2004.3.11)
 (65) 公開番号 特開2005-256720 (P2005-256720A)
 (43) 公開日 平成17年9月22日 (2005.9.22)
 審査請求日 平成17年5月27日 (2005.5.27)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 大坪 康彦
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内

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】

排気系の触媒周りに捕集された微粒子の堆積量を推定し、その推定される微粒子の堆積量が許容値以上であることにに基づき、前記触媒に未燃燃料成分を供給して同触媒を昇温させるとともに前記捕集された微粒子を燃焼させるPM再生制御を行い、同制御の完了時に前記推定される微粒子の堆積量を「0」にセットする内燃機関の排気浄化装置において、

前記PM再生制御の終期には、前記排気系の触媒の排気上流端に残った微粒子を燃焼させることを可能とするために、前記触媒上流への集中的な間欠燃料添加及び同燃料添加の停止を所定回数繰り返すバーンアップ制御が実行される

ことを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

10

【請求項2】

前記PM再生制御が中断されたときには、後に前記内燃機関が運転中であって且つ前記触媒の失活が解消している状態になった際、前記触媒周りの微粒子の堆積量が許容値未満であっても前記PM再生制御を再開する

請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】

前記PM再生制御の再開時には、前記触媒周りの微粒子の堆積量が少ないと推定されるときほど、そのPM再生制御の実行時間が短く設定される

請求項2記載の内燃機関の排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、特許文献1にみられるように、車載用ディーゼルエンジン等の内燃機関に適用される排気浄化装置として、排気中に含まれる煤を主成分とする微粒子を捕集するPMフィルタを排気系に設けたものが知られている。

【0003】

こうした排気浄化装置が設けられた内燃機関では、例えば、機関運転状態等から推定されるPMフィルタでの微粒子の堆積量が許容値以上であることに基づき、微粒子によるPMフィルタの詰まりを回避するためのPM再生制御が行われる。このPM再生制御は、PMフィルタの排気上流側の排気に対し燃料添加を行い、同PMフィルタの触媒上での未燃燃料成分の酸化反応に伴う発熱により触媒を昇温させるとともにPMフィルタの微粒子を燃焼させるものである。そして、PMフィルタに堆積する微粒子が燃焼しきったと判断されると、上記推定されるPMフィルタでの微粒子の堆積量を「0」にセットしてPM再生制御を完了する。

10

【特許文献1】特開平5-44434公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

ところで、PM再生制御は、同制御実行中での機関停止といった理由により中断されることがある。この場合、中断時点での微粒子の堆積量が許容値未満であれば、後に機関再始動によってPM再生制御が実行可能になったとしてもPM再生制御が再開されることはない。しかし、このようなPM再生制御の中断により同制御が完了しないことが何回か続くと、推定される微粒子の堆積量に関係して以下のような問題が生じるおそれがある。

【0005】

推定される微粒子の堆積量には実際の堆積量に対し誤差が生じる可能性があるが、こうした誤差についてはPMフィルタに堆積した微粒子が燃焼しきるPM再生制御の完了時点で上記推定される微粒子の堆積量を「0」にセットすることで解消するようにしている。しかし、PM再生制御の実行・中断が何回か続くと、推定される微粒子の堆積量を「0」にセットすることがないまま、通常の機関運転でのPMフィルタへの微粒子の堆積と、中断までのPM再生制御での同微粒子の燃焼とが繰り返される。そして、このように微粒子の堆積量が増減している間に、推定される堆積量が実際の堆積量に対して大きくずれるようになる可能性がある。

30

【0006】

そして、例えば上記推定される微粒子の堆積量が実際の堆積量よりも大幅に少なくなっているような場合、その推定される微粒子の堆積量に基づき排気空燃比がリッチとされるような制御が実行されると、PMフィルタの触媒床温が過上昇するおそれがある。これは、同制御に基づきPMフィルタに未燃燃料成分が供給され、その未燃成分の酸化反応に伴いPMフィルタに堆積した微粒子が燃焼する際、微粒子が想定されるよりも多く堆積しており、同微粒子が燃焼する際の発熱量も多くなるためである。

40

【0007】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、PM再生制御の中断に起因して、推定される触媒周りの微粒子の堆積量と実際の堆積量との間の誤差が大きくなるのを抑制できる内燃機関の排気浄化装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

上記目的を達成するため、請求項1記載の発明では、排気系の触媒周りに捕集された微

50

粒子の堆積量を推定し、その推定される微粒子の堆積量が許容値以上であることに基づき、前記触媒に未燃燃料成分を供給して同触媒を昇温させるとともに前記捕集された微粒子を燃焼させるPM再生制御を行い、同制御の完了時に前記推定される微粒子の堆積量を「0」にセットする内燃機関の排気浄化装置において、前記PM再生制御の終期には、前記排気系の触媒の排気上流端に残った微粒子を燃焼させることを可能とするために、前記触媒上流への集中的な間欠燃料添加及び同燃料添加の停止を所定回数繰り返すバーンアップ制御が実行されるものとした。

触媒の排気上流端周りには微粒子が堆積し易いが、PM再生制御の終期に行われるバーンアップ制御では、集中的な間欠燃料添加を通じて、触媒への未燃燃料成分及び酸素の単位時間当たりの供給量を、通常のPM再生制御では燃焼しきれずに同触媒の排気上流端の周りに残った微粒子を燃焼させることの可能な値まで引き上げることができる。従って、こうした集中的な間欠燃料添加及び同燃料添加の停止を所定回数繰り返すことで、触媒の排気上流端の周りの微粒子を燃焼しきることができ、PM再生制御完了後における触媒周りの微粒子の実際の堆積量を確実に「0」とすることができる。このため、PM再生制御完了時に、上記推定される触媒周りの微粒子の堆積量を「0」にセットしたとき、触媒周りに微粒子が残っており、上記推定される堆積量が実際の堆積量に対応しないという状況が生じるのを回避することができる。

請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、前記PM再生制御が中断されたときには、後に前記内燃機関が運転中であって且つ前記触媒の失活が解消している状態になった際、前記触媒周りの微粒子の堆積量が許容値未満であっても前記PM再生制御を再開するものとした。

【0009】

PM再生制御の中断後に内燃機関が運転中であって且つ触媒の失活が解消している状態になると、推定される触媒周りの微粒子の堆積量が許容値未満であってもPM再生制御が再開され、同制御を完了するまで続けることで触媒周りの微粒子を燃焼しきることができるようになる。そして、同微粒子が燃焼しきってPM再生制御が完了したときには上記推定される微粒子の堆積量が「0」にセットされ、その推定される微粒子の堆積量と実際の堆積量との誤差が解消される。従って、PM制御が完了しきらないまま、同制御の実行・中断が繰り返されのを抑制し、その繰り返しの間に上記推定される微粒子の堆積量と実際の堆積量との間の誤差が大きくなるのを抑制することができる。

【0010】

請求項3記載の発明では、請求項2記載の発明において、前記PM再生制御の再開時には、前記触媒周りの微粒子の堆積量が少ないと推定されるときほど、そのPM再生制御の実行時間が短く設定されるものとした。

【0011】

PM再生制御の中断時には、それまでに触媒周りに堆積した微粒子の燃焼がある程度進んでおり、その時点での微粒子の堆積量が少ないほどPM再生制御再開後の同制御の実行時間を短くしても同微粒子を燃焼しきることが可能になる。上記構成によれば、中断したPM再生制御の再開時には、推定される触媒周りの微粒子の堆積量が少ないほど、PM再生制御の実行時間が短く設定されるため、同制御の実行完了までの時間短縮と同制御が無駄に長く続けられることに基づく燃費悪化の抑制とが図られるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の内燃機関の排気浄化装置を具体化した一実施形態を図1～図10に従って説明する。

図1は、本実施形態の排気浄化装置が適用される内燃機関10の構成を示している。この内燃機関10は、コモンレール方式の燃料噴射装置、及びターボチャージャ11を備えるディーゼル機関となっており、大きくは吸気通路12、燃焼室13、及び排気通路14を備えて構成されている。

【0015】

内燃機関 10 の吸気系を構成する吸気通路 12 には、その最上流部に配設されたエアクリーナ 15 から下流側に向けて順に、エアフローメータ 16、上記ターボチャージャ 11 のコンプレッサ 17、インタークーラ 18、及び吸気絞り弁 19 が配設されている。また吸気通路 12 は、吸気絞り弁 19 の下流側に設けられた吸気マニホールド 20 において分岐され、吸気ポート 21 を介して内燃機関 10 の各気筒の燃焼室 13 に接続されている。

【0016】

一方、内燃機関 10 の排気系を構成する排気通路 14 では、各気筒の燃焼室 13 にそれぞれ接続された排気ポート 22 は、排気マニホールド 23 を介して上記ターボチャージャ 11 の排気タービン 24 に接続されている。また排気通路 14 の排気タービン 24 下流には、上流側から順に、NO_x触媒コンバータ 25、PM フィルタ 26、酸化触媒コンバータ 27 が配設されている。

10

【0017】

NO_x触媒コンバータ 25 には、吸蔵還元型の NO_x触媒が担持されている。この NO_x触媒は、排気の酸素濃度が高いときに排気中の NO_xを吸蔵し、排気の酸素濃度が低いときにその吸蔵した NO_xを放出する。また NO_x触媒は、上記 NO_x放出時に、還元剤となる未燃燃料成分がその周囲に十分存在していれば、その放出された NO_xを還元して浄化する。

【0018】

PM フィルタ 26 は、多孔質材料によって形成されており、排気中の煤を主成分とする微粒子 (PM) が捕集されるようになっている。この PM フィルタ 26 にも、上記 NO_x触媒コンバータ 25 と同様に、吸蔵還元型の NO_x触媒が担持されており、排気中の NO_xの浄化が行われるようになっている。またこの NO_x触媒によって触発される反応により、上記捕集された PM が燃焼 (酸化) されて除去されるようになっている。

20

【0019】

酸化触媒コンバータ 27 には、酸化触媒が担持されている。この酸化触媒は、排気中の炭化水素 (HC) や一酸化炭素 (CO) を酸化して浄化する。

なお排気通路 14 の上記 PM フィルタ 26 の上流側及び下流側には、PM フィルタ 26 に流入する排気の温度である入ガス温度を検出する入ガス温度センサ 28、及び PM フィルタ 26 通過後の排気の温度である出ガス温度を検出する出ガス温度センサ 29 がそれぞれ配設されている。また排気通路 14 には、上記 PM フィルタ 26 の排気上流側とその排気下流側との差圧を検出する差圧センサ 30 が配設されている。更に排気通路 14 の上記 NO_x触媒コンバータ 25 の排気上流側、及び上記 PM フィルタ 26 と上記酸化触媒コンバータ 27 との間には、排気中の酸素濃度を検出する 2 つの酸素センサ 31、32 がそれぞれ配設されている。

30

【0020】

更にこの内燃機関 10 には、排気の一部を吸気通路 12 内の空気に再循環させる排気再循環 (以下、EGR と記載する) 装置が設けられている。EGR 装置は、排気通路 14 と吸気通路 12 とを連通する EGR 通路 33 を備えて構成されている。EGR 通路 33 の最上流部は、排気通路 14 の上記排気タービン 24 の排気上流側に接続されている。EGR 通路 33 には、その上流側から、再循環される排気を改質する EGR 触媒 34、その排気を冷却する EGR クーラ 35、その排気の流量を調整する EGR 弁 36 が配設されている。そして EGR 通路 33 の最下流部は、吸気通路 12 の上記吸気絞り弁 19 の下流側に接続されている。

40

【0021】

一方、内燃機関 10 の各気筒の燃焼室 13 には、同燃焼室 13 内での燃焼に供される燃料を噴射するインジェクタ 40 がそれぞれ配設されている。各気筒のインジェクタ 40 は、高圧燃料供給管 41 を介してコモンレール 42 に接続されている。コモンレール 42 には、燃料ポンプ 43 を通じて高圧燃料が供給される。コモンレール 42 内の高圧燃料の圧力は、同コモンレール 42 に取り付けられたレール圧センサ 44 によって検出されるようになっている。更に燃料ポンプ 43 からは、低圧燃料供給管 45 を通じて、低圧燃料が添

50

加弁４６に供給されるようになっている。

【００２２】

こうした内燃機関１０の各種制御は、電子制御装置５０により実施されている。電子制御装置５０は、機関制御に係る各種演算処理を実行するＣＰＵ、その制御に必要なプログラムやデータの記憶されたＲＯＭ、ＣＰＵの演算結果等が一時記憶されるＲＡＭ、外部との間で信号を入・出力するための入・出力ポート等を備えて構成されている。

【００２３】

電子制御装置５０の入力ポートには、上述した各センサに加え、機関回転速度を検出するＮＥセンサ５１やアクセル操作量を検出するアクセルセンサ５２、吸気絞り弁１９の開度を検出する絞り弁センサ５３等が接続されている。また電子制御装置５０の出力ポート

10

【００２４】

電子制御装置５０は、上記各センサから入力される検出信号より把握される機関運転状態に応じて、上記出力ポートに接続された各機器類の駆動回路に指令信号を出力する。こうして上記吸気絞り弁１９の開度制御、上記ＥＧＲ弁３６の開度制御に基づくＥＧＲ制御、上記インジェクタ４０からの燃料噴射量、燃料噴射時期、及び燃料噴射圧の制御、上記添加弁４６からの燃料添加の制御等の各種制御が電子制御装置５０により実施されている。

【００２５】

20

以上の如く構成された本実施形態では、上記ＮＯ_x触媒コンバータ２５及びＰＭフィルタ２６でのＰＭによる目詰まりを防止すべく、それらＮＯ_x触媒コンバータ２５及びＰＭフィルタ２６に捕集されたＰＭを燃焼させて浄化するＰＭ再生制御が実施されている。こうしたＰＭ制御では、上記ＮＯ_x触媒コンバータ２５やＰＭフィルタ２６のＮＯ_x触媒に未燃燃料成分を供給することで、その未燃燃料成分の排気中や触媒上での酸化に伴う発熱により触媒を例えば６００～７００℃程度まで昇温させるとともに触媒周りのＰＭを燃焼させている。

【００２６】

なお、ＰＭ再生制御での触媒への未燃燃料成分の供給は、インジェクタ４０から燃焼室１３内での燃焼に供される燃料の噴射後に排気行程や膨張行程で行われる副噴射（アフター噴射）や、添加弁４６からの排気に対する燃料添加等によって行われる。また、ＰＭ再生制御での触媒への未燃燃料成分の供給量は、同制御の実行に伴う余分な燃料消費を極力抑えるため、必要な触媒床温の上昇を図り得る最小限の値にとどめられる。

30

【００２７】

ちなみに本実施形態では、ＰＭ再生制御は、下記条件すべての成立をもって実施される。

- ・ ＰＭ再生の要求時である。ここでのＰＭ再生要求は、機関運転状態から推定されるＰＭフィルタ２６等でのＰＭ堆積量が許容値以上になることに基づき、上記ＰＭフィルタ２６の詰りの発生が確認されたときになされる。

- ・ 上記入ガス温度センサ２８の検出値（入ガス温度 t_{hci} ）がＰＭ再生制御実施の下限温度Ａ（例えば１５０℃）以上である。また機関運転状態の履歴から推定されるＮＯ_x触媒の触媒床温が、ＰＭ再生制御実施の下限温度Ｂ以上である。これら下限温度Ａ、Ｂには、未燃燃料成分の供給に伴って触媒床温を上昇させられるだけの酸化反応を生じさせることのできる排気温度及び触媒床温の下限値がそれぞれ設定されている。

40

- ・ 入ガス温度センサ２８の検出値が、ＰＭ再生制御に伴う発熱による触媒の過昇温を回避し得る温度範囲の上限値Ｃ未満である。

- ・ 出ガス温度センサ２９の検出値が、同じくＰＭ再生制御に伴う発熱による触媒の過昇温を回避し得る温度範囲の上限値Ｄ未満である。

- ・ 排気に対する燃料添加の実施が許可されている。すなわち、排気燃料添加の実施を許容できる機関運転状態にある。この内燃機関１０では、エンジンストール中でなく、気筒判

50

別が終了しており、且つアクセル開度の制限がなされていないのであれば、排気燃料添加が許可されるようになっている。

【0028】

ここで、PM再生制御の制御内容の詳細を図2～図6に基づき説明する。

図2は、NO_x触媒コンバータ25やPMフィルタ26での触媒昇温の上昇に伴い、触媒の表面に付着した未燃燃料(HC)及びPMの燃焼率がどのように推移するかを示すグラフである。同図から分かるように、触媒に付着した未燃燃料は触媒床温が比較的低い温度(300℃前後)で燃焼し、触媒に付着したPMは触媒床温を上記したように600～700℃といった温度まで昇温することで燃焼するようになる。従って、PM再生制御において、触媒床温をいきなり700℃近い温度まで上昇させると、触媒に付着した未燃燃料やPMが大量に燃焼し、その際の熱を触媒が受けて触媒床温の過上昇に繋がるおそれがある。

10

【0029】

このため、PM再生制御では、触媒の表面に付着した未燃燃料(HC)及びPMを段階的に燃焼すべく、触媒床温を図3(b)に示されるように例えば300、600、630、650℃の順に段階的に昇温させ、上記のような触媒床温の過上昇を抑制するようにしている。具体的には、まず触媒床温を300℃まで昇温すべく必要最小限の未燃燃料成分が触媒に供給される。こうした300℃に向けての触媒床温の上昇により、同触媒に付着している未燃燃料の燃焼が図られる。そして、触媒床温が300℃に達すると、触媒床温を600℃まで上昇させてその状態を保持時間t₂だけ保持し、続いて触媒床温を630℃まで上昇させてその状態を保持時間t₃だけ保持してから、触媒床温を650℃まで上昇させる。

20

【0030】

なお、触媒床温を600℃に保持する保持時間t₂は、触媒床温を300℃から600℃に切り換える時点(タイミングT_c)のPM堆積量cが少ないほど、図4に示されるように短くされる。また、触媒床温を630℃に保持する保持時間t₃は、触媒床温を600℃から630℃に切り換える時点(タイミングT_b)のPM堆積量bが少ないほど、図5に示されるように短くされる。このように保持時間t₂、t₃をPM堆積量c、bに応じて可変とするのは、PM再生制御の実行時間をPMを燃焼させる上で必要最小限にとどめるとともに、同制御で用いられる燃料分の燃費悪化を極力抑制するためである。

30

【0031】

上記のようにPM再生制御において、触媒床温を段階的に昇温させることに伴い触媒周りに堆積したPMが燃焼し、PM堆積量は図3(a)に示されるように減少してゆく。ただし、NO_x触媒コンバータ25の排気上流端、及びPMフィルタ26の排気上流端には、上記のようにPM再生制御を行ったとしても、それだけでは燃焼しきらないPMが残ることになる。このようにPMが残るのは、NO_x触媒コンバータ25の排気上流端、及びPMフィルタ26の排気上流端がPMの堆積し易い部分であり、PM再生制御での触媒への未燃燃料成分の供給では単位時間当たりの未燃燃料成分の供給量が上記PMを全て燃焼させるのには足りないためと考えられる。特に、PMフィルタ26よりも排気上流側に位置するNO_x触媒コンバータ25においては、その排気上流端にPM再生制御では燃焼しきらないPMが多く残ることになる。

40

【0032】

このため、PM再生制御の終期、即ちPM堆積量のごく「0」に近い判定値a(例えば0.3g)まで減少したときには、上述したPM再生制御だけでは燃焼しきらないPMを燃焼させるためのバーンアップ制御が実施される。以下、バーンアップ制御の概要を図6のタイムチャートを参照して説明する。なお、図6において、(a)は添加弁46の燃料添加態様を示し、(b)は排気空燃比の推移を示している。

【0033】

同図から分かるように、バーンアップ制御では、添加弁46からの集中的な間欠燃料添加、及び同燃料添加の停止を繰り返すようにしている。こうした集中的な間欠燃料添加で

50

は、NO_x触媒コンバータ25及びPMフィルタ26の触媒への未燃燃料成分及び酸素の単位時間当たりの供給量を、PM再生制御だけでは燃焼しきらない上記PMを燃焼させることの可能な値まで引き上げることができる。従って、上記集中的な間欠燃料添加によって上記PMが燃焼するようになる。

【0034】

上記のように集中的な間欠燃料添加を行うと、触媒床温の上昇が顕著になることは避けられないため、触媒床温の過上昇を抑制すべく、その燃料添加を定期的に停止するようにしている。その結果、集中的な間欠燃料添加及び同燃料添加の停止が繰り返され、図6(b)に示されるように排気空燃比がリッチとリーンとの間で反転するようになる。そして、バーンアップ制御は、集中的な間欠燃料添加及び同燃料添加の停止の繰り返し回数がNO_x触媒コンバータ25及びPMフィルタ26に残ったPMを全て燃焼させ得る回数（本実施形態では三回）に達したことに基づき終了される。

10

【0035】

なお、PM再生制御は上記バーンアップ制御の終了に基づき完了することとなる。こうしてPM再生制御が完了したときには、機関運転状態から推定される触媒周りに堆積したPMの堆積量が「0」になる。言い換えれば、上記PM再生制御が完了されたときには、PM堆積量が「0」にセットされることとなる。

【0036】

ところで、上述したPM再生制御は、同制御の実行中に中断されることがある。例えば、内燃機関10の運転が停止されたときには、PM再生制御の実行中であつたとしても同制御が中断されることになる。また、PM再生制御中に排気温度の低下といった原因により、未燃燃料成分が供給されているにもかかわらず触媒床温が低下する触媒の失活現象が発生したときにもPM再生制御が中断される。

20

【0037】

なお、こうした触媒の失活現象は、PM再生制御中に排気温度の低下等により触媒が不活性状態となって未燃燃料成分の酸化反応が一時的に滞ること、及び、それに伴い触媒上に未燃燃料が付着したまま残留して排気に曝される触媒の表面積が減少することから触媒の活性度合いが一層低下すること、という悪循環によって引き起こされる。そして、触媒の失活現象が生じた状態で同触媒へのPM再生制御での未燃燃料成分の供給が行われると、その未燃燃料成分が不完全燃焼の状態のまま外気に放出されてしまうため、スモークの多量発生といった排気エミッションの悪化を招くおそれがある。このため、触媒の失活現象が発生したときにはPM再生制御が中断されるのである。

30

【0038】

しかし、以上のようにPM再生制御の中断により同制御が完了しないことが何回か続くと、推定されるPM堆積量の実際の堆積量に対するずれが大きくなり、そのことが問題になってくる。ここで、PM再生制御の実行・中断の繰り返しにより、推定されるPM堆積量の実際の堆積量に対するずれが大きくなる理由について、図7及び図8を併せ参照して説明する。

【0039】

PM再生制御で用いられるPM堆積量については、機関運転状態に基づき推定される値であることから、実際の堆積量に対して誤差が生じる可能性がある。例えば、図7(a)に示されるように、推定されるPM堆積量（実線L1）が実際の堆積量（破線L2）に対し図示のごとくずれることがある。通常、こうした誤差は、触媒周りに堆積したPMが燃焼しきるPM再生制御の完了時に、推定されるPM堆積量を「0」にセットすることで解消される。即ち、図7(b)に示されるように、推定されるPM堆積量が許容値以上になった時点（タイミングT1）で開始されたPM再生制御が完了すると（タイミングT2）、触媒周りに堆積したPMが燃焼しきった状態になるとともに、推定されるPM堆積量が「0」にセットされる。これにより、推定されるPM堆積量と実際の堆積量が一致した状態となり、それら両者の誤差が解消されることとなる。

40

【0040】

50

以上のようにPM再生制御を完了させることができれば、推定されるPM堆積量と実際の堆積量との間の誤差が解消されるが、PM再生制御が完了される前に中断されるような場合には上記誤差は解消されないままになる。例えば、図8(a)に示されるように、PM再生制御中のタイミングT3で機関運転停止や触媒の失活といった理由で同制御が中断されると、その中断時点でPM堆積量が許容値未満に低下していれば、後に機関運転が開始されたり触媒が活性化したりしてPM再生制御を実行可能になったとしても、同制御が再開されることはない。この場合、PM再生制御が完了しないことからPM堆積量を「0」にセットすることでの上記誤差の解消もなされない。そして、PM堆積量が再び許容値以上になったときにPM再生制御が改めて実行されることとなる(タイミングT4)。

【0041】

10

こうしたPM再生制御の実行・中断が図8(b)に示されるように何回か続くと(図中のT4~T7等)、PM堆積量を「0」にセットする機会がないまま、通常の機関運転での触媒周りへのPMの堆積と、中断までのPM再生制御での同PMの燃焼とが繰り返されるようになる。その結果、上記推定されるPM堆積量が図8(a)に示されるように増減し、そのように増減している間に上記PM堆積量が実際の堆積量に対して大きくずれる可能性がある。そして、PM堆積量が実際の堆積量よりも大幅に少なくなっているような場合、例えば図7(a)の実線L1で示される状態のPM堆積量に対して実際の堆積量が破線L3で示される状態にある場合には、PM再生制御の終期に以下のような状況が生じる。

【0042】

20

即ち、推定されるPM堆積量(L1)が判定値a(0.3g)まで低減することに基づき開始されるバーンアップ制御が、実際には触媒周りに判定値aよりも大幅に多い量(図中「X」)のPMが堆積した状態で開始される。そして、同制御により触媒に未燃燃料成分が供給されると、その未燃燃料成分の酸化反応に伴いPMが燃焼するが、同PMの堆積量は想定している値(0.3g)よりも多いことから、PM燃焼時の発熱量も大となりNOx触媒コンバータ25及びPMフィルタ26の触媒床温が過上昇するおそれがある。

【0043】

このような不具合を回避すべく、本実施形態では、PM再生制御の中断後の同制御を実行可能な状態となったとき、PM堆積量が許容値未満であるか否かに関係なくPM再生制御を再開し、同制御を完了させるPM再生再開処理を実行する。このPM再生再開処理が行われる場合のPM堆積量の推移、及びPM再生制御の実行態様の一例を図9に示す。

30

【0044】

同図において、再生制御の中断後、タイミングT8で同制御を実行可能な状態になったとすると、PM堆積量が許容値未満であったとしてもPM再生制御が再開され、同制御がタイミングT9で完了することとなる。このようにPM再生制御を完了させることで、触媒周りに堆積したPMを燃焼しきるとともにPM堆積量が「0」にセットされるため、そのPM堆積量と実際の堆積量との誤差が解消される。従って、当該誤差が解消されないことによる上述した不具合の発生を回避することができる。

【0045】

次に、上記PM再生制御再開処理の実行手順について、再開処理ルーチンを示す図10のフローチャートを参照して詳しく説明する。この再開処理ルーチンは、電子制御装置50を通じて、例えば所定時間毎の時間割り込みにて実行される。

40

【0046】

同ルーチンにおいては、まず機関運転状態の履歴から、前回のPM再生制御が完了する前に中断しているか否かが判断される(S101)。ここで肯定判定であれば、現在PM再生制御を実行可能な状態であるか否か、例えば機関運転中であって且つ触媒の失活が解消しているか否かが判断される(S102)。なお、触媒の失活が解消しているか否かは、例えば触媒床温が触媒に付着した未燃燃料を燃焼可能な値(例えば300℃)になっているか否か、或いは機関高負荷が所定時間継続された後のような触媒床温が上記値になり得る状態にあるか否かに基づき判断される。

50

【0047】

ステップS102で肯定判定がなされると、そのときのPM堆積量に関係なくPM再生制御が実行され（S103）、同制御が完了するまで続けられることになる。なお、このステップS103の処理に基づきPM再生制御が再開された後、仮に再び同制御が中断されたとしてもステップS101～S103の処理に基づく同制御の再開が繰り返されるため、PM再生制御は完了するまで続けられる。

【0048】

中断後に再開したPM再生制御でも、触媒床温の段階的な昇温が行われるとともに、その際の触媒床温600℃、630℃の保持時間 t_3 、 t_4 については、PM堆積量 c 、 b が少なくなるほど短くされる。また、再開されたPM再生制御においても、その終期に触媒周りに堆積したPMを燃焼しきるためのバーンアップ制御が実行されるようになる。

10

【0049】

以上詳述した本実施形態によれば、以下に示す効果が得られるようになる。

（1）PM再生制御の中断後に同制御を実行可能な状態になると、そのときのPM堆積量が許容値未満であったとしてもPM再生制御が再開されるため、同制御を完了するまで続けて触媒周りに堆積したPMを燃焼しきることができる。そして、PMが燃焼しきってPM再生制御が完了したときには、推定されるPM堆積量が「0」にセットされ、そのPM堆積量と実際の堆積量との誤差が解消される。従って、PM再生制御が完了しきらないまま、同制御の実行・中断が繰り返されるのを抑制し、その繰り返しの間にPM堆積量と実際の堆積量との間の誤差が大きくなるのを抑制することができる。

20

【0050】

（2）PM再生制御の中断時には、それまでに触媒周りに堆積したPMの燃焼がある程度進んでおり、その時点でのPM堆積量が少ないほどPM再生制御再開後の同制御の実行時間を短くしても、触媒周りに堆積したPMを燃焼しきることが可能になる。このことを考慮して、再開後のPM再生制御においても、PM堆積量 c 、 b が小さいほど保持時間 t_2 、 t_3 、 t_4 が短くされ、こうして同制御の実行時間がPM堆積量の少なさに応じて短く設定される。このため、再開後の同制御の実行完了までの時間短縮と同制御が無駄に長く続けられることに基づく燃費悪化の抑制とが図られるようになる。

【0051】

（3）中断後に再開されたPM再生制御においても、その終期にはバーンアップ制御が行われ、これにより触媒周りに堆積したPMを燃焼しきって実際のPMの堆積量が「0」とされる。このため、再開されたPM再生制御の完了時に、推定されるPM堆積量を「0」にセットしたときに触媒周りにPMが残っており、上記PM堆積量が実際の堆積量に対応しないという状況が生じるのを回避することができる。

30

【0052】

なお、上記実施形態は、例えば以下のように変更することもできる。

・PM再生制御の実行時間を必ずしもPM堆積量に応じて可変とする必要はなく、その実行時間を触媒周りに堆積したPMをPM再生制御によって燃焼しきるのに十分な時間に固定してもよい。

【0053】

40

・また、上記のように実行時間を固定とすることを、中断後に再開されたPM再生制御では実施せず、中断することなく完了するようなPM再生制御に際してのみ実施するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本実施形態の排気浄化装置が適用される内燃機関の全体構成を示す略図。

【図2】触媒床温の変化に対する触媒周りでの未燃燃料（HC）及びPMの燃焼率の変化を示すグラフ。

【図3】（a）及び（b）は、PM再生制御でのPM堆積量及び触媒床温の推移を示すタイムチャート。

50

【図４】PM堆積量 c と保持時間 t_2 との関係を示すグラフ。

【図５】PM堆積量 b と保持時間 t_3 との関係を示すグラフ。

【図６】（a）及び（b）は、バーンアップ制御における燃料添加態様、及びその燃料添加に伴う排気空燃比の推移を示すタイムチャート。

【図７】（a）及び（b）は、推定されるPM堆積量と実際の堆積量とがずれた状態でPM再生制御が行われ、完了するときの同制御の実行態様、及びそれら堆積量の推移を示すタイムチャート。

【図８】（a）及び（b）は、PM再生制御の実行・中断が繰り返される場合のPM堆積量の推移、及び同制御の実行態様を示すタイムチャート。

【図９】（a）及び（b）は、PM再生制御の中断後、PM再生再開処理により同制御を再開させて完了させる際のPM堆積量の推移、及び同制御の実行態様を示すタイムチャート。

【図１０】PM再生再開処理の実行手順を示すフローチャート。

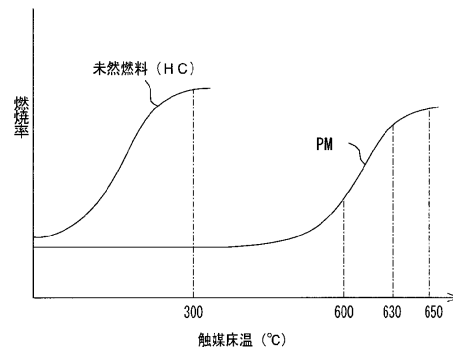
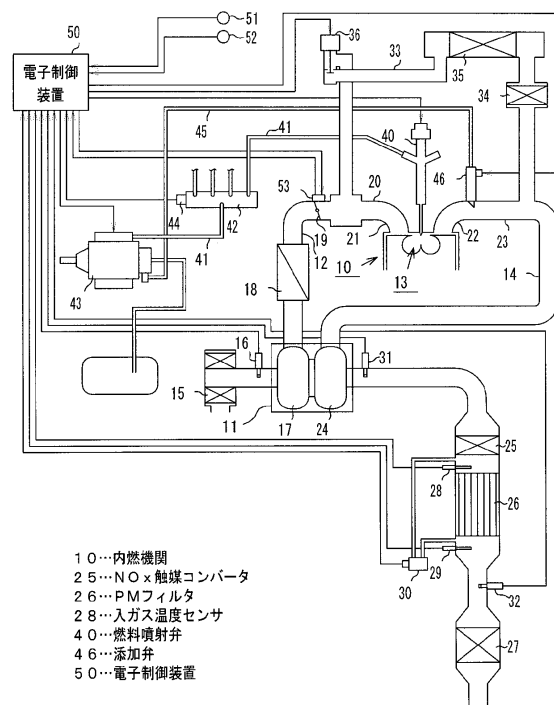
【符号の説明】

【００５】

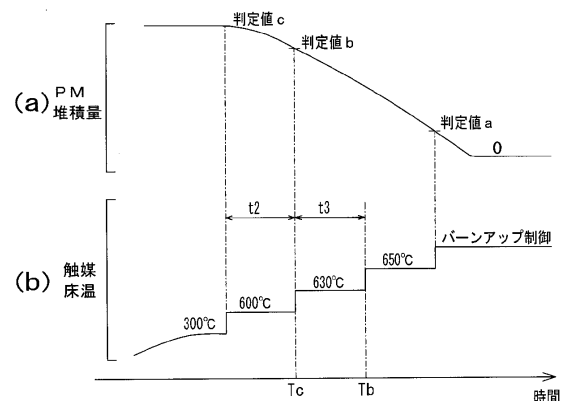
１０…内燃機関、１１…ターボチャージャ、１２…吸気通路、１３…燃焼室、１４…排気通路、１５…エアクリーナ、１６…エアフローメータ、１７…コンプレッサ、１８…インタークーラ、１９…吸気絞り弁、２０…吸気マニホールド、２１…吸気ポート、２２…排気ポート、２３…排気マニホールド、２４…排気タービン、２５…NO_x触媒コンバータ、２６…PMフィルタ、２７…酸化触媒コンバータ、２８…入ガス温度センサ、２９…出ガス温度センサ、３０…差圧センサ、３１…酸素センサ、３２…酸素センサ、３３…EGR通路、３４…EGR触媒、３５…EGRクーラ、３６…EGR弁、４０…インジェクタ、４１…高圧燃料供給管、４２…コモンレール、４３…燃料ポンプ、４４…レール圧センサ、４５…低圧燃料供給管、４６…添加弁、５０…電子制御装置、５１…NEセンサ、５２…アクセルセンサ、５３…絞り弁センサ。

【図１】

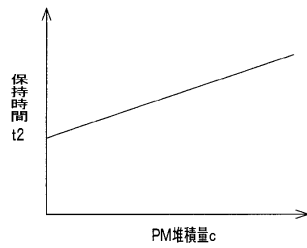
【図２】



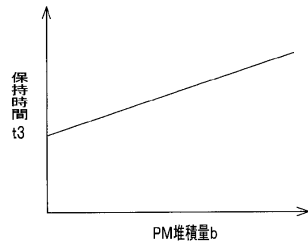
【図３】



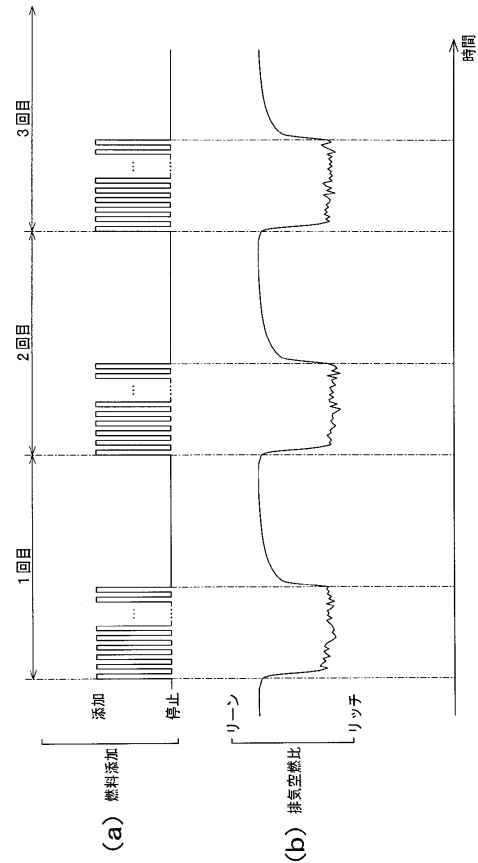
【図 4】



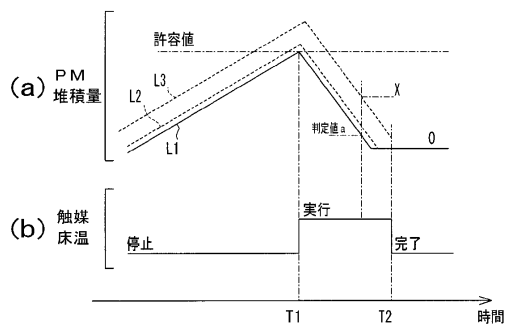
【図 5】



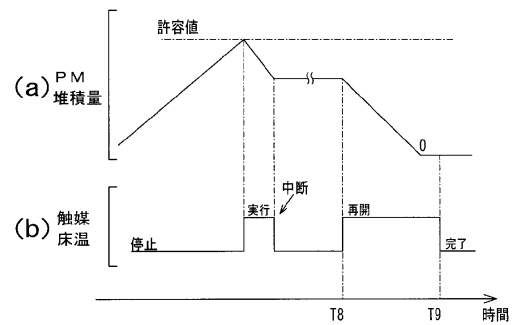
【図 6】



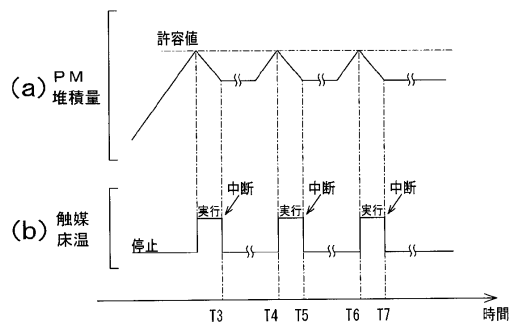
【図 7】



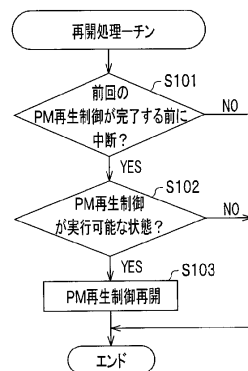
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 B 0 1 D 46/42 (2006.01) F 0 2 D 45/00 3 1 4 Z
 B 0 1 D 46/42 A
 B 0 1 D 46/42 B

(72)発明者 横井 辰久
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内
 (72)発明者 松野 繁洋
 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 松岡 広樹
 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 稲葉 孝好
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー 内

審査官 亀田 貴志

(56)参考文献 特開2002-349237 (JP, A)
 特開2003-286878 (JP, A)
 特開平06-101447 (JP, A)
 特開平07-145722 (JP, A)
 特開2004-019523 (JP, A)
 特開2004-183525 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 1 N 3/02
 F 0 1 N 3/08 — 3/36
 F 0 2 D 45/00
 B 0 1 D 46/42
 B 0 1 D 53/94