

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年1月3日 (03.01.2008)

PCT

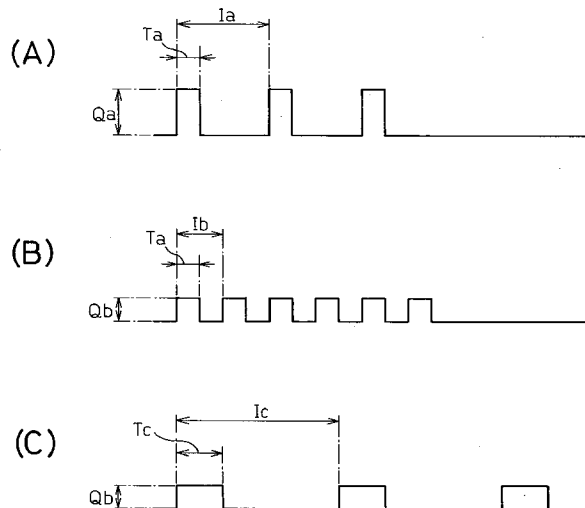
(10) 国際公開番号
WO 2008/001950 A1

- (51) 国際特許分類:
F01N 3/08 (2006.01) *F01N 3/02* (2006.01)
B01D 46/42 (2006.01) *F01N 3/20* (2006.01)
B01D 53/86 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)
B01D 53/94 (2006.01) *F01N 3/36* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/063508
- (22) 国際出願日: 2007年6月29日 (29.06.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-181380 2006年6月30日 (30.06.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 浅沼孝充
- (74) 代理人: 青木篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP,

[続葉有]

(54) Title: EXHAUST GAS PURIFIER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の排気浄化装置



(57) Abstract: This invention provides an exhaust gas purifier for an internal combustion engine which executes HC supply control in which, when predetermined conditions are established, HC is supplied into an exhaust gas on the upstream side of an SO_x scavenging material (11). When the amount of the scavenged SO_x is smaller than a predetermined amount, a first HC supply control is carried out as the HC supply control in which HC is supplied into the exhaust gas in a predetermined pattern on the upstream of the SO_x scavenging material. When the amount of the scavenged SO_x is larger than a predetermined amount, a second HC supply control is carried out as the HC supply control. In the second HC supply control, HC is supplied into an exhaust gas on the upstream of the SO_x scavenging material in such a pattern that is different from a predetermined pattern and can suppress a local rise in the temperature of the SO_x scavenging material to a value above a predetermined temperature or can suppress the local formation of a rich area in terms of fuel-air ratio in the exhaust gas which flows into the SO_x scavenging material.

[続葉有]

WO 2008/001950 A1



KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 所定の条件が成立したときにSO_x捕獲材1上流において排気ガス中にHCを供給するHC供給制御を実行する。SO_x捕獲量が所定量よりも少ないときには、HC供給制御として、所定のパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第1のHC供給制御を実行する。SO_x捕獲量が所定量よりも多いときには、HC供給制御として、所定のパターンとは異なるパターンであって、SO_x捕獲材の温度が局所的に所定温度よりも高くなることを抑制し或いはSO_x捕獲材に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制するパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第2のHC供給制御を実行する。

明 細 書

内燃機関の排気浄化装置

技術分野

本発明は、内燃機関の排気浄化装置に関する。

背景技術

特開平6-173652号公報に、排気ガス中の NO_x （窒素酸化物）を吸収する NO_x 吸収剤を排気通路に備えた内燃機関の排気浄化装置が記載されている。ここで、排気ガス中には、 SO_x も含まれており、特開平6-173652号公報に記載の NO_x 吸収剤は、 NO_x に加えて SO_x をも吸収し、 SO_x を吸収した分だけ該 NO_x 吸収剤が吸収することができる NO_x の量が少なくなってしまう。そこで、特開平6-173652号公報に記載の排気浄化装置では、排気ガス中の SO_x を吸収する SO_x 吸収剤を NO_x 吸収剤の上流に配置し、該 SO_x 吸収剤によって排気ガス中の SO_x を吸収し、 NO_x 吸収剤に SO_x が流入しないようにしている。

発明の開示

ところで、一般的に、 SO_x 吸収剤は、そこに流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーンな空燃比であってその該 SO_x 吸収剤の温度がいわゆる活性温度よりも高いときに排気ガス中の SO_x を吸収する。一方、 SO_x 吸収剤は、そこに流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチな空燃比となり且つ該 SO_x 吸収剤の温度が活性温度よりも高い或る温度（以下「 SO_x 放出温度」という）よりも高くなると吸収している SO_x を放出

する。ここで、SO_x吸収剤は、排気ガス中のSO_xを吸収することをその本来の機能としているので、SO_x吸収剤にSO_xを吸収させるべきときにSO_x吸収剤がSO_xを放出してしまうことは好ましくない。そして、このことは、排気ガス中のSO_xを吸収することを目的としたSO_x吸収剤を備えた排気浄化装置に対してだけでなく、広くは、排気ガス中のSO_xを捕獲することを目的としたSO_x捕獲材を備えた排気浄化装置に対しても当てはまることである。

本発明の目的は、排気ガス中のSO_xを捕獲するSO_x捕獲材を備えた内燃機関において、SO_x捕獲材にSO_xを捕獲させるべきときにSO_x捕獲材がSO_xを放出してしまうことを確実に防止することにある。

上記課題を解決するために、本発明の1番目の態様では、排気ガス中のSO_xを捕獲するためのSO_x捕獲材を排気通路内に備え、該SO_x捕獲材が該SO_x捕獲材に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチな空燃比であり且つ該SO_x捕獲材の温度が予め定められた温度よりも低いときに排気ガス中のSO_xを捕獲し、該SO_x捕獲材に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチな空燃比であり且つ該SO_x捕獲材の温度が上記予め定められた温度よりも高いときに捕獲しているSO_xを放出し、予め定められた条件が成立したときにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給するHC供給制御を実行するようになっている内燃機関の排気浄化装置において、SO_x捕獲材が捕獲しているSO_xの量が予め定められた量よりも少ないときには、上記HC供給制御として、予め定められたパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第1のHC供給制御を実行し、SO_x捕獲材が捕獲しているSO_xの量が上記予め定められた量より

も多いときには、上記HC供給制御として、上記予め定められたパターンとは異なるパターンであって、SO_x捕獲材の温度が局所的に上記予め定められた温度よりも高くなることを抑制し或いはSO_x捕獲材に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制するパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第2のHC供給制御を実行する。

本発明の2番目の態様では、上記第1のHC供給制御では、単位時間当たりに予め定められた量のHCがSO_x捕獲材上流において排気ガス中に供給され、上記第2のHC供給制御では、単位時間当たりに上記予め定められた量よりも少ない量のHCがSO_x捕獲材上流において排気ガス中に供給される。

本発明の3番目の態様では、上記第2のHC供給制御では、上記第1のHC供給制御においてSO_x捕獲材上流において排気ガス中に供給されるHCよりも排気ガス中への拡散性の高いHCがSO_x捕獲材上流において排気ガス中に供給される。

本発明の4番目の態様では、上記第2のHC供給制御では、SO_x捕獲材に流入する排気ガスの空燃比のリーン度合が予め定められたリーン度合よりも大きく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の5番目の態様では、上記予め定められたリーン度合がSO_x捕獲材の温度が低いほど大きく設定される。

本発明の6番目の態様では、上記第2のHC供給制御では、単位時間当たりのSO_x捕獲材の局所的な温度上昇量が上記第1のHC供給制御において許容される単位時間当たりのSO_x捕獲材の局所的な温度上昇量よりも小さく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の7番目の態様では、上記第2のHC供給制御では、単位

時間当たりのSO_x捕獲材全体の温度上昇量が上記第1のHC供給制御において許容される単位時間当たりのSO_x捕獲材全体の温度上昇量よりも小さく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の8番目の態様では、上記SO_x捕獲材下流の排気通路内に排気ガス中の粒子状物質を捕集するパーティキュレートフィルタが配置されており、上記予め定められた条件の1つが該パーティキュレートフィルタの温度を予め定められた目標温度にまで上昇させて該パーティキュレートフィルタに捕集された粒子状物質を燃焼させて除去するべきであると判断される燃料除去条件であり、該燃焼除去条件が成立したときに上記第2のHC供給制御が実行される場合、該第2のHC供給制御では、前記燃焼除去条件が成立したときに上記第1のHC供給制御が実行される場合における該第1のHC供給制御における上記目標温度よりも低い温度を目標温度としてSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の9番目の態様では、上記第2のHC供給制御では、SO_x捕獲材の温度振幅が上記第1のHC供給制御において許容されるSO_x捕獲材の温度振幅よりも小さく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の10番目の態様では、上記SO_x捕獲材下流の排気通路内に排気ガス中のNO_xを吸収するNO_x吸収剤が配置されており、上記予め定められた条件の1つが該NO_x吸収剤からNO_xを放出させるべきであると判断されるNO_x放出条件であり、該NO_x放出条件が成立したときに上記第2のHC供給制御が実行される場合、該第2のHC供給制御では、SO_x捕獲材の温度振幅が前記NO_x放出条件が成立したときに上記第1のHC供給制御が実行される場合における該第1のHC供給制御において許容されるSO_x捕

獲材の温度振幅よりも小さく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給される。

本発明の11番目の態様では、上記SO_x捕獲材上流の排気通路内に該SO_x捕獲材の酸化能力よりも高い酸化能力を備えた酸化触媒が配置されている。

以下、添付図面と本発明の好適な実施形態の記載から本発明を一層十分に理解できるであろう。

図面の簡単な説明

図1は本発明の排気浄化装置を備えた圧縮着火式の内燃機関を示した図である。

図2(A)および(B)はパティキュレートフィルタの構造を示した図である。

図3はNO_x触媒の触媒担体の表面部分の断面図である。

図4はSO_x捕獲材の触媒担体の表面部分の断面図である。

図5(A)～(C)は第1実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御を説明するための図である。

図6(A)～(C)は第2実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御を説明するための図である。

図7は本発明の実施形態のNO_x放出制御を実行するルーチンの一例を示した図である。

図8(A)～(C)は第7実施形態の排気浄化装置のPM除去制御を説明するための図である。

図9(A)～(C)は第8実施形態の排気浄化装置のPM除去制御を説明するための図である。

図10は本発明の実施形態のPM除去制御を実行するルーチンの一例を示した図である。

図 1 1 は第 1 5 実施形態の排気浄化装置の NO_x 放出制御を実行するルーチンの一例を示した図である。

図 1 2 は第 1 6 実施形態の排気浄化装置の PM 除去制御を実行するルーチンの一例を示した図である。

図 1 3 は本発明を適用可能な圧縮着火式の内燃機関の 1 つを示した図である。

図 1 4 は本発明を適用可能な圧縮着火式の内燃機関の別の 1 つを示した図である。

図 1 5 は本発明を適用可能な圧縮着火式の内燃機関のさらに別の 1 つを示した図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。図 1 は、本発明の排気浄化装置を備えた圧縮着火式の内燃機関を示している。図 1 において、1 は機関本体、2 は各気筒の燃焼室、3 は各燃焼室 2 内にそれぞれ燃料を噴射するための電子制御式燃料噴射弁、4 は吸気マニホールド、5 は排気マニホールドをそれぞれ示している。吸気マニホールド 4 は、吸気ダクト 6 を介して排気ターボチャージャー 7 のコンプレッサ 7 a の出口に連結されており、コンプレッサ 7 a の入口は、エアクリーナ 8 に連結されている。吸気ダクト 6 内には、ステップモータによって駆動されるスロットル弁 9 が配置され、さらに、吸気ダクト 6 周りには、吸気ダクト 6 内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置 10 が配置されている。図 1 に示した実施形態では、機関冷却水が冷却装置 10 内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。一方、排気マニホールド 5 は、排気ターボチャージャー 7 の排気タービン 7 b の入口に連結されており、排気タービン 7 b の出口は、排気管 13 を介して SO_x 捕獲材 1

1の入口に連結されている。排気管13には、排気管13内を流れる排気ガス中に、例えば、HC（炭化水素）を供給するためのHC供給弁14が取り付けられている。また、SO_x捕獲材11の出口は、NO_x触媒12に連結されている。

排気マニホールド5と吸気マニホールド4とは、排気ガス再循環（以下「EGR」という）通路15を介して互いに連結されており、EGR通路15内には、電子制御式のEGR制御弁16が配置されている。また、EGR通路15周りには、EGR通路15内を流れるEGRガスを冷却するための冷却装置17が配置されている。図1に示した実施形態では、機関冷却水が冷却装置17内に導かれ、機関冷却水によってEGRガスが冷却される。一方、各燃料噴射弁3は、燃料供給管18を介してコモンレール19に連結されている。コモンレール19内へは、電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ20から燃料が供給され、コモンレール19内に供給された燃料は、各燃料供給管18を介して燃料噴射弁3に供給される。

電子制御ユニット30は、デジタルコンピュータからなり、双方向性バス31によって互いに接続されたROM（リードオンリメモリ）32、RAM（ランダムアクセスメモリ）33、CPU（マイクロプロセッサ）34、入力ポート35、および、出力ポート36を有する。SO_x捕獲材11には、SO_x捕獲材11の温度を検出するための温度センサ21が取り付けられており、NO_x触媒12には、NO_x触媒12の温度を検出するための温度センサ22が取り付けられている。これら温度センサ21、22の出力信号は、それぞれ対応するAD変換器37を介して入力ポート35に入力される。また、NO_x触媒12には、NO_x触媒12の前後差圧を検出するための差圧センサ23が取り付けられており、差圧センサ23の出力信号は、対応するAD変換器37を介して入力ポート35に

入力される。

アクセルペダル 40 には、アクセルペダル 40 の踏込量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 41 が接続されており、負荷センサ 41 の出力電圧は、対応する A/D 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。さらに、入力ポート 35 には、クランクシャフトが例えば 15° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 42 が接続されている。一方、出力ポート 36 は、対応する駆動回路 38 を介して燃料噴射弁 3、スロットル弁 9 駆動用ステップモータ、HC 供給弁 14、EGR 制御弁 16、および、燃料ポンプ 20 に接続される。

次に、NO_x 触媒 12 について説明する。NO_x 触媒 12 は、三次元網目構造のモノリス担体あるいはペレット状担体上に担持されているか、または、ハニカム構造をなすパティキュレートフィルタ（以下「フィルタ」という）上に担持されている。このように NO_x 触媒 12 は、種々の担体上に担持させることができるが、以下、NO_x 触媒 12 をフィルタ上に担持した場合について説明する。

図 2 (A) および (B) は、NO_x 触媒 12 を担持したフィルタ 12 a の構造を示している。なお、図 2 (A) は、フィルタ 12 a の正面図を示しており、図 2 (B) は、フィルタ 12 a の側面断面図を示している。図 2 (A) および (B) に示されるように、フィルタ 12 a は、ハニカム構造をなしており、互いに平行をなして延びる複数個の排気流通路 60、61 を有する。これら排気流通路は、下流端が栓 62 によって閉塞された排気ガス流入通路 60 と、上流端が栓 63 によって閉塞された排気ガス流出通路 61 とによって構成される。なお、図 2 (A) においてハッチングを付した部分は栓 63 を示している。したがって、排気ガス流入通路 60 および排気ガス流出通路 61 は、薄肉の隔壁 64 を介して交互に配置されて

いる。言い換えると、排気ガス流入通路 6 0 および排気ガス流出通路 6 1 は、各排気ガス流入通路 6 0 が 4 つの排気ガス流出通路 6 1 によって包囲され、各排気ガス流出通路 6 1 が 4 つの排気ガス流入通路 6 0 によって包囲されるように配置されている。

フィルタ 1 2 a 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、したがって、排気ガス流入通路 6 0 内に流入した排気ガスは、図 2 (B) において矢印で示されるように、周囲の隔壁 6 4 内を通過して隣接する排気ガス流出通路 6 1 内に流出する。このように NO_x 触媒 1 2 をフィルタ 1 2 a 上に担持させた場合、各排気ガス流入通路 6 0 および各排気ガス流出通路 6 1 の周壁面、すなわち、各隔壁 6 4 の両側表面上および隔壁 6 4 内の細孔内壁面上には、例えば、アルミナからなる触媒担体が担持されており、図 3 は、この触媒担体 4 5 の表面部分の断面を図解的に示している。図 3 に示されるように、触媒担体 4 5 の表面上には、貴金属触媒 4 6 が分散して担持されており、さらに、触媒担体 4 5 の表面上には、 NO_x 吸収剤 4 7 の層が形成されている。

本発明の実施形態では、貴金属触媒 4 6 として白金 (Pt) が用いられており、 NO_x 吸収剤 4 7 を構成する成分としては、例えば、カリウム (K)、ナトリウム (Na)、セシウム (Cs) のようなアルカリ金属、バリウム (Ba)、カルシウム (Ca) のようなアルカリ土類、ランタン (La)、イットリウム (Y) のような希土類から選ばれた少なくとも一つが用いられている。

機関吸気通路、燃焼室 2、および、 NO_x 触媒 1 2 上流の排気通路内に供給された空気および燃料 (炭化水素) の比を排気ガスの空燃比と称すると、 NO_x 吸収剤 4 7 は、排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーンのときには、 NO_x を吸収し、排気ガス中の酸素濃度が低下すると吸収した NO_x を放出する NO_x 吸放出作用を行

う。

すなわち、NO_x吸収剤47を構成する成分としてバリウム（Ba）を用いた場合を例にとって説明すると、排気ガスの空燃比がリーン（リーン）のとき、すなわち、排気ガス中の酸素濃度が高いときには、排気ガス中に含まれているNOは、図3に示されるように、白金46上において酸化されてNO₂となり、次いで、NO_x吸収剤47内に吸収されて酸化バリウム（BaO）と結合しながら、硝酸イオン（NO₃⁻）の形でNO_x吸収剤47内に拡散する。このようにしてNO_xがNO_x吸収剤47内に吸収される。排気ガス中の酸素濃度が高い限り、白金46の表面でNO₂が生成され、NO_x吸収剤47のNO_x吸収能力が飽和しない限り、NO₂がNO_x吸収剤47内に吸収されて硝酸イオン（NO₃⁻）が生成される。

これに対し、HC供給弁14からHCを供給することによって排気ガスの空燃比を理論空燃比またはそれよりもリッチにすると、排気ガス中の酸化濃度が低下するために、反応が逆方向（NO₃⁻→NO₂）に進み、斯くして、NO_x吸収剤47内の硝酸イオン（NO₃⁻）がNO₂の形でNO_x吸収剤47から放出される。次いで、放出されたNO_xは、排気ガス中に含まれている未燃HCやCOによって還元される。

このように排気ガスの空燃比がリーンであるとき、すなわち、リーン空燃比のもとで燃焼が行われているときには、排気ガス中のNO_xがNO_x吸収剤47内に吸収される。しかしながら、リーン空燃比のもとでの燃焼が継続して行われると、その間に、NO_x吸収剤47のNO_x吸収能力が飽和してしまい、斯くして、NO_x吸収剤47によってNO_xを吸収できなくなってしまう。そこで、本発明の実施形態では、NO_x吸収剤47のNO_x吸収能力が飽和する前に、HC供給弁14からHCを供給することによって排気ガスの

空燃比を一時的にリッチにし、それによって、NO_x吸収剤47からNO_xを放出させるようにしている。

ところで、排気ガス中にはSO_x（硫黄酸化物）、すなわち、SO₂が含まれており、このSO₂がNO_x触媒12に流入すると、このSO₂は、白金46において酸化されてSO₃となる。次いで、このSO₃は、NO_x吸収剤47内に吸収されて酸化バリウム（BaO）と結合しながら、硫酸イオン（SO₄²⁻）の形でNO_x吸収剤47内に拡散し、安定した硫酸塩（BaSO₄）を生成する。しかしながら、NO_x吸収剤47が強い塩基性を有するために、この硫酸塩（BaSO₄）は安定していて分解されづらく、排気ガスの空燃比を単にリッチにしただけでは、硫酸塩（BaSO₄）は分解されずにそのまま残る。したがって、NO_x吸収剤47内には、時間が経過するにつれて硫酸塩（BaSO₄）が増大することになり、斯くして、時間が経過するにつれてNO_x吸収剤47が吸収しうるNO_x量が低下することになる。

ところで、この場合、冒頭で述べたように、NO_x触媒11の温度を600℃以上のSO_x放出温度まで上昇させた状態でNO_x触媒11に流入する排気ガスの空燃比をリッチにすると、NO_x吸収剤47からSO_xが放出される。ただし、この場合、NO_x吸収剤47からは少しずつしかSO_xが放出されない。したがって、NO_x吸収剤47から全てのSO_xを放出させるには、長時間に亘って排気ガスの空燃比をリッチにしなければならず、斯くして、多量の燃料または還元剤が必要になるという問題がある。また、SO_x吸収剤47から放出されたSO_xは、大気中に排出されることになり、このことも好ましいことではない。

そこで、本発明の実施形態では、NO_x触媒12上流にSO_x捕獲材11を配置し、このSO_x捕獲材11によって排気ガス中に含

まれているSO_xを捕獲し、それによって、NO_x触媒12にSO_xが流入しないようにしている。次に、このSO_x捕獲材11について説明する。

SO_x捕獲材11は、例えば、ハニカム構造のモノリス触媒からなり、SO_x捕獲材11の軸線方向にまっすぐに延びる多数の排気ガス流通孔を有する。このようにSO_x捕獲材11をハニカム構造のモノリス触媒から形成した場合、各排気ガス流通孔の内周壁面上に、例えば、アルミナからなる触媒担体が担持されており、図4は、この触媒担体50の表面部分の断面を図解的に示している。図4に示されるように、触媒担体50の表面上には、コート層51が形成されており、このコート層51の表面上には、貴金属触媒52が分散して担持されている。

本発明の実施形態では、貴金属触媒52として白金(Pt)が用いられており、コート層51を構成する成分としては、例えば、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、セシウム(Cs)のようなアルカリ金属、バリウム(Ba)、カルシウム(Ca)のようなアルカリ土類、ランタン(La)、イットリウム(Y)のような希土類から選ばれた少なくとも一つが用いられている。すなわち、SO_x捕獲材11のコート層51は、強塩基性を呈している。

そして、排気ガス中に含まれているSO_x、主に、SO₂は、図4に示されるように、白金52において酸化され、次いで、コート層51内に捕獲される。すなわち、SO₂は、硫酸イオン(SO₄²⁻)の形でコート層51内に拡散し、硫酸塩を形成する。なお、上述したように、コート層51は、強塩基性を呈しており、したがって、図4に示されるように、排気ガス中に含まれているSO₂の一部は、コート層51内に直接捕獲される。

また、排気ガス中には、粒子状物質も含まれている。排気ガス中

に含まれている粒子状物質は、 NO_x 触媒12を担持しているフィルタ12a上に捕集され、順次酸化される。しかしながら、捕集される粒子状物質の量が酸化される粒子状物質の量よりも多くなると粒子状物質がフィルタ12a上に次第に堆積し、この場合、粒子状物質の堆積量が増大すると、機関出力の低下を招いてしまう。したがって、粒子状物質の堆積量が増大したときには、堆積した粒子状物質を除去しなければならない。この場合、空気過剰のもとでフィルタ12aの温度を600℃程度まで上昇させると、堆積した粒子状物質が酸化され、除去される。

そこで、本発明の実施形態では、フィルタ12a上に堆積した粒子状物質の量が許容量を越えたときには、排気ガスの空燃比がリーンのもとでフィルタ12aの温度を上昇させ、それによって、堆積した粒子状物質を酸化除去するようにしている。具体的に言うと、本発明の実施形態では、差圧センサ23により検出されたフィルタ12aの前後差圧が許容値を越えたときに堆積粒子状物質の量が許容量を越えたと判断され、このとき、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比をリーンに維持しつつフィルタ12aの温度を上昇させる昇温制御が行われる。

ところで、上述した SO_x 捕獲材11の SO_x 捕獲作用は、そこに流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーンな空燃比であって且つ該 SO_x 捕獲材11の温度が或る一定の温度（以下「活性温度」という）よりも高いときに行われる。一方、 SO_x 捕獲材11は、そこに流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチとなり且つその温度が上記活性温度よりも高い或る一定の温度（以下「 SO_x 放出温度」という）よりも高くなると、捕獲している SO_x を放出してしまう。したがって、 SO_x 捕獲材11から SO_x が放出されないようにするためには、少なくとも、S

SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチとならないようにしておくと共にSO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも高くないようにしておくことが必要である。

ところが、SO_x捕獲材11の温度が全体としてはSO_x放出温度よりも低くなっていたとしても局所的にSO_x放出温度よりも高くなることもある。このとき、SO_x捕獲材11に捕獲されているSO_xの量（以下「SO_x捕獲量」という）が比較的多くなっており且つ理論空燃比またはそれよりもリッチな空燃比の排気ガスがSO_x捕獲材11に流入すると、温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなったSO_x捕獲材11の部分からSO_xが放出される可能性がある。また、SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比が全体としてはリーンになっていたとしても局所的にはリッチとなっていることもある。このとき、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が比較的多くなっており且つSO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも高くなっていると、SO_x捕獲材11の一部からSO_xが放出される可能性がある。すなわち、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを確実に防止するためには、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が比較的多くなっており、且つ、SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチになっているとき或いは理論空燃比またはそれよりもリッチになっていると推定されるときに、SO_x捕獲材11の温度が局所的であってもSO_x放出温度よりも高くないようにする必要がある。同様に、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを確実に防止するためには、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が比較的多くなっており、且つ、SO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも高くなっているとき或いは高くなっていると推定されるときに、SO_x

捕獲材 1 1 に流入する排気ガスの空燃比が局所的であっても理論空燃比またはそれよりもリッチにならないようにする必要がある。

ここで、上述したように、NO_x 吸収剤 4 7 から NO_x を放出させようとしたときには、NO_x 触媒 1 2 に流入する排気ガスの空燃比を理論空燃比またはそれよりもリッチにするために HC 供給弁 1 4 から排気ガス中に HC が供給される。したがって、このとき、SO_x 捕獲材 1 1 に流入する排気ガスの空燃比も理論空燃比またはそれよりもリッチになる。したがって、このとき、SO_x 捕獲材 1 1 の SO_x 捕獲量が比較的多いのであれば、SO_x 捕獲材 1 1 から SO_x が放出されることを確実に防止するためには、SO_x 捕獲材 1 1 の温度を局所的であっても SO_x 放出温度よりも高くないようにする必要がある。

そこで、本発明の実施形態では、NO_x 吸収剤 4 7 から NO_x を放出させる NO_x 放出制御として、SO_x 捕獲材 1 1 の SO_x 捕獲量が予め定められた量（以下「所定量」という）よりも少ないときには、単に NO_x 吸収剤 4 7 から NO_x を放出させる NO_x 放出制御（以下「通常 NO_x 放出制御」という）を実行し、SO_x 捕獲材 1 1 の SO_x 捕獲量が上記所定量よりも多いときには、SO_x 捕獲材 1 1 から SO_x が放出されることを抑制しつつ NO_x 吸収剤 4 7 から NO_x を放出させる SO_x 放出抑制・NO_x 放出制御を実行する。

次に、第 1 実施形態の排気浄化装置の NO_x 放出制御として採用される通常 NO_x 放出制御および SO_x 放出抑制・NO_x 放出制御について説明する。なお、以下の説明において、HC 供給弁 1 4 から排気ガス中へ HC を供給することを「HC 供給」と称し、各 HC 供給において単位時間あたりに HC 供給弁 1 4 から排気ガス中に供給される HC の量を「HC 供給率」と称し、1 回の HC 供給におい

てH C 供給弁 1 4 から排気ガス中にH C が供給される時間を「H C 供給時間」と称し、各H C 供給が行われる時間間隔を「H C 供給間隔」と称し、1 回の通常N O x 放出制御またはS O x 放出抑制・N O x 放出制御においてH C 供給が行われる回数を「H C 供給回数」と称する。

第 1 実施形態の通常N O x 放出制御は、N O x 吸収剤 4 7 からN O x を放出させるべきであると判断されたときであって、S O x 捕獲材 1 1 のS O x 捕獲量が上記所定量よりも少ないときに行われる。この通常N O x 放出制御では、図 5 (A) に示されているように、H C 供給率が予め定められたH C 供給率（以下「通常H C 供給率」という） Q_a であってH C 供給時間が予め定められたH C 供給時間（以下「通常H C 供給時間」という） T_a であるH C 供給を、予め定められたH C 供給間隔（以下「通常H C 供給間隔」という） I_a でもって予め定められたH C 供給回数（以下「通常H C 供給回数」といい、図 5 (A) に示した例では、3 回）行う。

なお、第 1 実施形態の通常N O x 放出制御では、各H C 供給におけるH C 供給率、各H C 供給におけるH C 供給時間、および、H C 供給回数は、全てのH C 供給が完了したときにN O x 触媒 1 2 に供給されたトータルのH C 量がN O x 吸収剤 4 7 から予め定められた量のN O x を放出させるのに十分なH C 量（以下「所定H C 量」という）となるように設定される。したがって、第 1 実施形態の通常N O x 放出制御によれば、N O x 吸収剤 4 7 から予め定められた量のN O x を放出させることができる。

一方、第 1 実施形態のS O x 放出抑制・N O x 放出制御は、N O x 吸収剤 4 7 からN O x を放出させるべきであると判断されたときであって、S O x 捕獲材 1 1 のS O x 捕獲量が上記所定量よりも多いときに行われる。このS O x 放出抑制・N O x 放出制御では、図

5 (B) に示されているように、HC 供給率が上記通常 HC 供給率 Q_a よりも小さい HC 供給率 Q_b であって HC 供給時間が上記通常 HC 供給時間 T_a と等しい時間 T_a である HC 供給を、上記通常 HC 供給間隔 I_a よりも短い間隔 I_b でもって上記通常 HC 供給回数よりも多い回数行う。これによれば、1 回の HC 供給において HC 供給弁 14 から排気ガス中に供給される HC 量が少ないことから、HC 供給弁 14 から供給された HC が排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチになっている領域が生じることが抑制されるので、SOx 捕獲材 11 の温度が局所的に SOx 放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SOx 捕獲材 11 から SOx が放出されることが確実に抑制される。

すなわち、排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチになっている領域、すなわち、排気ガス中に局所的に HC が非常に多く含まれている領域があると、これら HC は、排気ガスが SOx 捕獲材 11 に流入したときに SOx 捕獲材 11 の一部領域に付着するのであるが、これら付着した HC が SOx 捕獲材 11 の一部領域で一気に燃焼すると、その一部領域の温度が SOx 放出温度よりも高くなる可能性がある。しかしながら、第 1 実施形態の SOx 放出抑制・NOx 放出制御によれば、排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチになっている領域が生じることが抑制されているので、SOx 捕獲材 11 の一部領域の温度が SOx 放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SOx 捕獲材 11 の温度が局所的に SOx 放出温度よりも高くなることが抑制され、SOx 捕獲材 11 から SOx が放出されることが確実に抑制されるのである。

なお、第 1 実施形態の SOx 放出抑制・NOx 放出制御において、図 5 (C) に示されているように、HC 供給率が上記通常 HC 供

給率 Q_a よりも小さい HC 供給率 Q_b であって HC 供給時間が上記通常 HC 供給時間よりも長い時間 T_c である HC 供給を、上記通常 HC 供給間隔 I_a よりも長い間隔 I_c でもって上記通常 HC 供給回数と同じ回数行うようにしてもよい。これによれば、各 HC 供給における HC 供給率が小さいことから、HC 供給弁 14 から供給された HC が排気ガス中に拡散しやすい。このため、 SO_x 捕獲材 11 の温度が局所的に SO_x 放出温度よりも高くなることが抑制されるので、 SO_x 捕獲材 11 から SO_x が放出されることが確実に抑制される。

なお、第 1 実施形態の SO_x 放出抑制・ NO_x 放出制御において、全ての HC 供給が完了したときに NO_x 触媒 12 に供給されたトータル HC 量が上記所定 HC 量となるように、各 HC 供給における HC 供給率、各 HC 供給における HC 供給時間、および、HC 供給回数を設定することが好ましい。そこで、図 5 (B) に示した例では、HC 供給率を上記通常 HC 供給率 Q_a の半分の HC 供給率 Q_b とし、HC 供給時間を上記通常 HC 供給時間 T_a と等しい時間 T_a とし、HC 供給回数を上記通常 HC 供給回数の 2 倍の回数としている。なお、図 5 (B) に示した例では、HC 供給間隔は、上記通常 HC 供給間隔 I_a の半分の間隔 I_b とされている。

また、図 5 (C) に示した例では、HC 供給率を上記通常 HC 供給率 Q_a の半分の HC 供給率 Q_b とし、HC 供給時間を上記通常 HC 供給時間 T_a の 2 倍の時間 T_c とし、HC 供給回数を上記通常 HC 供給回数と同じ回数としている。

次に、第 2 実施形態の排気浄化装置の NO_x 放出制御について図 6 を参照して説明する。なお、図 6 (A) ~ (C) において、上側のラインは、HC 供給弁 14 から排気ガス中への HC の供給を示しており、下側のラインは、特定の気筒での膨張行程後半または排気

行程中における燃料噴射弁 3 からの燃料の噴射を示している。また、以下の説明において、特定の気筒での膨張行程後半または排気行程中における燃料噴射弁 2 からの燃料の噴射を「ポスト燃料噴射」と称し、各ポスト燃料噴射において単位時間あたりに燃料噴射弁 2 から噴射される燃料の量を「ポスト燃料噴射率」と称し、1 回のポスト燃料噴射において燃料噴射弁 2 から燃料が噴射される時間を「ポスト燃料噴射時間」と称し、各ポスト燃料噴射が行われる時間間隔を「ポスト燃料噴射間隔」と称し、1 回のポスト燃料噴射が行われる回数を「ポスト燃料噴射回数」と称する。

第 2 実施形態の NO_x 放出制御では、 NO_x 吸収剤 4 7 から NO_x を放出させるべきであると判断されたとき（すなわち、 NO_x 放出条件が成立したとき）であって、 SO_x 捕獲材 1 1 の SO_x 捕獲量が上記所定量よりも少ないとき（すなわち、 SO_x 放出抑制条件が成立していないとき）に、通常 NO_x 放出制御が実行される。この通常 NO_x 放出制御では、図 6 (A) の上側のラインで示されているように、HC 供給率が上記通常 HC 供給率 Q_a に等しい HC 供給率 Q_a であって HC 供給時間が上記通常 HC 供給時間 T_a に等しい時間 T_a である HC 供給を、上記通常 HC 供給間隔 I_a と等しい間隔 I_a でもって上記通常回数と同じ回数行う。そして、このとき、図 6 (A) の下側のラインで示されているように、いずれの気筒においてもポスト燃料噴射は行わない。もちろん、第 2 実施形態の NO_x 放出制御でも、各 HC 供給における HC 供給率、各 HC 供給における HC 供給時間、および、HC 供給回数は、全ての HC 供給が完了したときに NO_x 触媒 1 2 に供給されたトータルの HC 量が上記所定 HC 量となるように設定される。

一方、第 2 実施形態の NO_x 放出制御では、 NO_x 放出条件が成立し、 SO_x 捕獲材 1 1 の SO_x 捕獲量が上記所定量よりも多いと

き（すなわち、 SO_x 放出抑制条件が成立したとき）に、 SO_x 放出抑制・ NO_x 放出制御が実行される。この SO_x 放出抑制・ NO_x 放出制御では、図6（B）の上側のラインで示されているように、HC供給率が上記通常HC供給率 Q_a よりも小さいHC供給率 Q_b であってHC供給時間が上記通常供給時間と等しい時間 T_a であるHC供給を、上記通常HC供給間隔 I_a と等しい間隔 I_a でもって上記通常回数と同じ回数行うと共に、図6（B）の下側のラインで示されているように、ポスト燃料噴射率が上記通常HC供給率 Q_a よりも小さいポスト燃料噴射率 Q_{bp} であってポスト燃料噴射時間が上記通常HC供給時間 T_a と等しい時間 T_{ap} であるポスト燃料噴射を、上記通常HC供給間隔 I_a と等しい間隔 I_{ap} でもって上記通常HC供給回数と同じ回数行う。これによれば、1回のHC供給においてHC供給弁14から排気ガス中に供給されるHC量が少ないことから、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。このため、HC供給弁14から噴射されたHCによって SO_x 捕獲材11の温度が局所的に SO_x 放出温度よりも高くなることが抑制される。さらに、特定の気筒で膨張行程後半または排気行程中に燃料噴射弁3から噴射された燃料は、気筒内の熱によって改質されて軽質化される。斯くして軽質化された燃料は、 SO_x 捕獲材11を通過して NO_x 触媒12に供給されることになるのであるが、この軽質化された燃料は、排気ガス中へ拡散しやすい。このため、特定の気筒で膨張行程後半または排気行程中に燃料噴射弁3から噴射された燃料によって SO_x 捕獲材11の温度が局所的に SO_x 放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、 SO_x 捕獲材11から SO_x が放出されることが確実に抑制される。

なお、第2実施形態の SO_x 放出抑制・ NO_x 放出制御において

、図6(C)に示されているように、ポスト燃料噴射のみによってNO_x触媒12にHC(燃料)を供給するようにしてもよい。すなわち、図6(C)の下側のラインで示されているように、ポスト燃料噴射率が上記通常HC供給率Q_aと等しいポスト燃料噴射率Q_a_pであってポスト燃料噴射時間が上記通常HC供給時間T_aと等しい時間T_a_pであるポスト燃料噴射を、上記通常HC供給間隔I_aと等しい間隔I_a_pでもって上記通常HC供給回数と同じ回数行うようにしてもよい。もちろん、このとき、図6(C)の上側のラインで示されているように、HC供給弁14から排気ガス中へのHCの供給は行われぬ。これによれば、SO_x捕獲材11を通過してNO_x触媒12に供給される燃料(HC)は、軽質化された燃料であるので排気ガス中に拡散しやすい。このため、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第2実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において、全てのHC供給および全てのポスト燃料噴射が完了したときにNO_x触媒12に供給されたトータルのHC(燃料)量が上記所定HC(燃料)量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数、ならびに、各ポスト燃料噴射におけるポスト燃料噴射率、各ポスト燃料噴射におけるポスト燃料噴射時間、および、ポスト燃料噴射回数を設定することが好ましい。そこで、図6(B)に示した例では、HC供給率を上記通常HC供給率Q_aの半分のHC供給率Q_bとし、HC供給時間を上記通常HC供給時間T_aと等しい時間T_aとし、HC供給回数を上記通常HC供給回数と等しい回数とし、ポスト燃料噴射率を上記通常HC供給率Q_aの半分のポスト燃料噴射率Q_b_pとし

、ポスト噴射時間を上記通常HC供給時間 T_a と等しい時間 T_{ap} とし、ポスト燃料噴射回数を上記通常HC供給回数と等しい回数としている。なお、図6(B)に示した例では、HC供給間隔もポスト燃料噴射間隔も、上記通常HC供給間隔 I_a と等しい間隔 I_{ap} とされている。

また、図6(C)に示した例では、ポスト燃料噴射率を上記通常HC供給率 Q_a と等しいポスト燃料噴射率 Q_{ap} とし、ポスト燃料噴射時間を上記通常HC供給時間 T_a と等しい時間 T_{ap} とし、ポスト燃料噴射回数を上記通常HC供給回数と等しい回数としている。なお、図6(C)に示した例では、ポスト燃料噴射間隔は、上記通常HC供給間隔 I_a と等しい間隔 I_{ap} とされている。

なお、図6に示した例では、ポスト燃料噴射がHC供給と同じタイミングで実行されるように示されているが、ポスト燃料噴射タイミングは、内燃機関のクランク角度に基づいて制御されるので、厳密には、多くの場合、ポスト燃料噴射タイミングがHC供給タイミングと同じタイミングにならず、若干ずれることになる。また、図6に示した例では、ポスト燃料噴射間隔が通常HC供給間隔と等しいと説明したが、同じ理由で、厳密には、多くの場合、ポスト燃料噴射間隔は、通常HC供給間隔と等しくならず、若干ずれることになる。

なお、ポスト燃料噴射を行ってNO_x触媒12にHCを供給する場合において、ポスト燃料噴射を膨張行程後半に行った場合にNO_x触媒12に供給されるHCのほうが、ポスト燃料噴射を排気行程中に行った場合にNO_x触媒12に供給されるHCよりも排気ガス中への拡散性が高い。そこで、上述した実施形態において、NO_x放出制御として、NO_x触媒12にHCを供給する方法として、ポスト燃料噴射のみを採用し、通常NO_x放出制御では、ポスト燃料

噴射を排気行程中に行うことによってNO_x触媒12にHCを供給し、一方、SO_x放出抑制・NO_x放出制御では、ポスト燃料噴射を膨張行程後半に行うことによってNO_x触媒12にHCを供給するようにしてもよい。これによっても、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

次に、第3実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御について説明する。第3実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、上述した第1実施形態の通常NO_x放出制御と同じ制御が実行される。

一方、第3実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・NO_x放出制御が実行される。このSO_x放出抑制・NO_x放出制御では、上述した第1実施形態の通常NO_x放出制御と同様に通常HC供給率、通常HC供給時間、および、通常HC供給間隔でもって各HC供給を通常HC供給回数行うが、分留によって軽質化されたHCを予め用意しておき、各HC供給においてHC供給弁14から排気ガス中に供給するHCの一部をこの軽質化されたHCとする。上述したように、軽質化されたHCは排気ガス中に拡散しやすい。このため、第3実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御によれば、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

次に、第4実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御について説明する。第4実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、上述した第1実施形態の通常NO_x放出制御と同じ制御が実行される。

一方、第4実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成

立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・NO_x放出制御が実行される。このSO_x放出抑制・NO_x放出制御では、SO_x捕獲材11において排気ガス中のHCが一気に燃焼してしまうSO_x捕獲材11の温度に対応するNO_x触媒12の温度（以下「最大NO_x触媒温度」という）よりもNO_x触媒12の温度が低く維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。すなわち、NO_x触媒12の温度が上記最大NO_x触媒温度よりも高いと、SO_x捕獲材11の温度がそこに流入するHCを一気に燃焼させてしまう温度よりも高くなっている。この場合、HC供給弁14から供給されたHCがSO_x捕獲材11を通過するとき一気に燃焼してSO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなり、SO_x捕獲材11からSO_xが放出される可能性がある。一方、第4実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御によれば、NO_x触媒12の温度が上記最大NO_x触媒温度よりも低く維持されるので、SO_x捕獲材11に流入したHCが一気に燃焼することが抑制される。このため、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第4実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において、全てのHC供給が完了したときにNO_x触媒12に供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

次に、第5実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御について説明する。第5実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第1実施形態

の通常NO_x放出制御と同じ制御が実行される。

一方、第5実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・NO_x放出制御が実行される。このSO_x放出抑制・NO_x放出制御では、NO_x触媒12の温度の上昇・下降の幅（以下「温度振幅」という）が通常NO_x放出制御において許容されるNO_x触媒12の温度振幅よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。すなわち、SO_x放出抑制・NO_x放出制御では、HC供給が断続的に行われるので、NO_x触媒12には、断続的にHCが供給されることになる。そして、NO_x触媒12にHCが流入すると、NO_x触媒12におけるHCの反応熱によってNO_x触媒12の温度が上昇し、その後、下降する。ここで、NO_x触媒12の温度振幅が大きいことは、SO_x捕獲材11の温度の上昇・下降の幅も大きいと言える。そして、この場合、SO_x捕獲材11の温度が少なくとも局所的にSO_x放出温度よりも高くなる可能性があり、ここで、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が上記所定量よりも多いと、SO_x捕獲材11からSO_xが放出される可能性がある。そこで、第5実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御では、NO_x触媒12の温度振幅が通常NO_x放出制御において許容されるNO_x触媒12の温度振幅よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御するのである。これによれば、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第5実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において

、全てのHC供給が完了したときにNO_x触媒12に供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

次に、第6実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御について説明する。第6実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、上述した第1実施形態の通常NO_x放出制御と同じ制御が実行される。

一方、第6実施形態のNO_x放出制御では、NO_x放出条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・NO_x放出制御が実行される。このSO_x放出抑制・NO_x放出制御では、NO_x触媒12に供給される排気ガスの空燃比のリッチ度合が通常NO_x放出制御での目標リッチ度合よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。すなわち、NO_x触媒12に流入する排気ガスの空燃比のリッチ度合が大きいときには、SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比のリッチ度合も大きいことになる。そして、この場合、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が生じている可能性がある。しかしながら、第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御によれば、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が生じることが抑制される。このため、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において、NO_x触媒12に供給される排気ガスの空燃比のリッチ度合は、

例えば、NO_x触媒12下流の排気管に取り付けられた空燃比センサの出力から推定される。

また、上述したように、SO_x捕獲材11に流入したHCは、SO_x捕獲材11の一部領域に付着する。ここで、HCが付着したSO_x捕獲材11の領域の温度が低いと、付着したHCは燃焼せず、そこに付着したままとなる。ここで、HCが付着したSO_x捕獲材11の領域の温度がHCの燃焼温度にまで上昇すると、付着しているHCが一気に燃焼する可能性がある。すなわち、SO_x捕獲材11の温度が低いほど、該SO_x捕獲材11に付着したHCが一気に燃焼する可能性がある。そこで、上述した第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において、NO_x触媒12に供給される排気ガスの空燃比のリッチ度合を通常NO_x放出制御での目標リッチ度合よりも小さく維持する場合に、SO_x捕獲材11の温度が低いほど、NO_x触媒12に供給される排気ガスの空燃比のリッチ度合をより小さく維持するようにしてもよい。

図7は、本発明の実施形態のNO_x放出制御を実行するルーチンの一例を示している。図7のルーチンでは、始めに、ステップ10において、NO_x吸収剤47に吸収されているNO_x量 ΣNOX が許容値 α よりも多い($\Sigma NOX > \alpha$)か否か(すなわち、NO_x放出条件が成立しているか否か)が判別される。ここで、 $\Sigma NOX \leq \alpha$ であると判別されたときには、そのままルーチンを終了する。一方、 $\Sigma NOX > \alpha$ であると判別されたときには、ステップ11に進んで、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量 ΣSOX が所定量 β よりも多い($\Sigma SOX > \beta$)か否か(すなわち、SO_x放出抑制条件が成立しているか否か)が判別される。

ステップ11において、 $\Sigma SOX > \beta$ であると判別されたときには、ステップ12に進んで、上述した第1実施形態～第6実施形態

のSO_x放出抑制・NO_x放出制御のいずれかを実行する。一方、ステップ11において、 $\Sigma SOX \leq \beta$ であると判別されたときには、ステップ13に進んで、上述した第1実施形態～第6実施形態の通常NO_x放出制御のいずれかを実行する。

ところで、上述したように、フィルタ12a上に堆積した粒子状物質の量が許容値を越えたとき（すなわち、PM除去条件が成立したとき）には、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比をリーンに維持しつつフィルタ12aの温度を粒子状物質が燃焼する温度（以下「PM燃焼温度」という）以上の温度にまで上昇させ、フィルタ12aに堆積した粒子状物質を燃焼させて除去する制御（以下「PM除去制御」という）を実行する。このPM除去制御では、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比をリーンに維持しつつフィルタ12aの温度を上昇させるために、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比がリーンに維持される範囲でHC供給弁14から排気ガス中にHCが供給される。すなわち、HC供給弁14から排気ガス中にHCが供給されると、フィルタ12aにHCが供給されることになる。このとき、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比がリーンに維持されていると、HCがフィルタ12aにおいて燃焼し、そのときに発生する燃焼熱によってフィルタ12aの温度が上昇するのである。このように、基本的には、PM除去制御が実行されているときには、HC供給弁14から排気ガス中にHCが供給されたとしても、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比がリーンに維持されているので、SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比もリーンに維持されている。したがって、このとき、基本的には、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることはない。

ところが、PM除去制御の実行中、SO_x捕獲材11に流入する

排気ガスの空燃比がリーンに維持されていたとしても、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が比較的多くなっている場合、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が存在し且つSO_x捕獲材11に温度が局所的にSO_x放出温度よりも高い部分が存在すると、SO_x捕獲材11の一部からSO_xが放出される可能性がある。また、PM除去制御では、フィルタ12aの温度を比較的高い温度であるPM燃焼温度以上の温度にまで上昇させるようにHC供給弁14からHCが供給されるのであるが、HC供給弁14から供給されたHCの一部がSO_x捕獲材11において燃焼する。したがって、PM除去制御の実行中、SO_x捕獲材11の温度も比較的高い温度になっており、このため、PM除去制御の実行中は、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなりやすいとも言える。いずれにしても、PM除去制御の実行中にSO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを確実に抑制するためには、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が比較的多くなっているときに、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制し、或いは、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることを抑制する必要がある。

そこで、本発明の実施形態では、フィルタ12aに堆積した粒子状物質を除去するPM除去制御として、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が上記所定量よりも少ないときには、単にフィルタ12aに堆積した粒子状物質を燃焼させて除去するPM除去制御（以下「通常PM除去制御」という）を実行し、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が上記所定量よりも多いときには、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを抑制しつつフィルタ12aに堆積した粒子状物質を燃焼させて除去するPM除去制御（以下「SO_x放出抑制・

PM除去制御」という) を実行する。

次に、第7実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第7実施形態のPM除去制御では、フィルタ12a上に堆積した粒子状物質の量が許容量を越えたとき(すなわち、PM除去条件が成立したとき)であって、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が上記所定量よりも少ないとき(すなわち、SO_x放出抑制条件が成立していないとき)に、通常PM除去制御が実行される。この通常PM除去制御では、図8(A)に示されているように、HC供給率が予め定められたHC供給率(以下「通常HC供給率」という)Q_dであってHC供給時間が予め定められたHC供給時間(以下「通常HC供給時間」という)T_dであるHC供給を、予め定められたHC供給間隔(以下「通常HC供給間隔」という)I_dでもって予め定められたHC供給回数(以下「通常HC供給回数」といい、図8(A)に示した例では、3回)行う。

なお、第7実施形態の通常PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数は、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させると共に、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量がフィルタ12a上に堆積した粒子状物質を予め定められた量だけ燃焼させて除去するのに十分なHC量(以下「所定HC量」という)となるように設定される。したがって、第7実施形態の通常PM除去制御によれば、フィルタ12a上に堆積した粒子状物質を予め定められた量だけ燃焼させて除去することができる。

一方、第7実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立したときであって、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量が上記所定量よりも多いとき(すなわち、SO_x放出抑制条件が成立したとき)に

、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、図8(B)に示されているように、HC供給率が上記通常HC供給率Q_dよりも小さいHC供給率Q_eであってHC供給時間が上記通常HC供給時間T_dと等しい時間T_dであるHC供給を、上記通常HC供給間隔I_dよりも短い間隔I_eでもって上記通常HC供給回数よりも多い回数行う。これによれば、1回のHC供給においてHC供給弁14から排気ガス中に供給されるHC量が少ないことから、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第7実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御において、図8(C)に示されているように、HC供給率が上記通常HC供給率Q_dよりも小さいHC供給率Q_eであってHC供給時間が上記通常HC供給時間よりも長い時間T_fであるHC供給を、上記通常HC供給間隔I_dよりも長い間隔I_fでもって上記通常HC供給回数と同じ回数行うようにしてもよい。これによれば、各HC供給におけるHC供給率が小さいことから、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第7実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第7実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御においても

、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。そこで、図8(B)に示した例では、HC供給率を上記通常HC供給率 Q_d の半分のHC供給率 Q_e とし、HC供給時間を上記通常HC供給時間 T_d と等しい時間 T_d とし、HC供給回数を上記通常HC供給回数の2倍の回数としている。なお、図8(Bs)に示した例では、HC供給間隔は、上記通常HC供給間隔 I_d の半分の間隔 I_e とされている。

また、図8(C)に示した例では、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、HC供給率を上記通常HC供給率 Q_d の半分のHC供給率 Q_e とし、HC供給時間を上記通常HC供給時間 T_d の2倍の時間 T_f とし、HC供給回数を上記通常HC供給回数と同じ回数としている。なお、図8(C)に示した例では、HC供給間隔は、上記通常HC供給間隔の1.5倍程度の間隔とされている。

次に、第8実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について図9を参照して説明する。なお、図9(A)～(C)において、上側のラインは、HC供給弁14から排気ガス中へのHCの供給を示しており、下側のラインは、特定の気筒での膨張行程後半または排気行程中における燃料噴射弁3からの燃料の噴射を示している。

第8実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SOx放出抑制条件が成立していないときに、通常PM除去制御が実行される。この通常PM除去制御では、図9(A)の上側のラインで示されているように、HC供給率が上記通常HC供給率 Q_d に等しいHC供給率 Q_d であってHC供給時間が上記通常HC供給時間 T_d に等しい時間 T_d であるHC供給を、上記通常HC供給間隔 I_d

と等しい間隔 I_d でもって通常回数と同じ回数行う。そして、このとき、図 9 (A) の下側のラインで示されているように、いずれの気筒においてもポスト燃料噴射は行わない。もちろん、第 8 実施形態の通常 PM 除去制御でも、各 HC 供給における HC 供給率、各 HC 供給における HC 供給時間、および、HC 供給回数は、フィルタ 12a の温度を PM 燃焼温度にまで上昇させると共に、全ての HC 供給が完了したときにフィルタ 12a に供給されたトータルの HC 量が上記所定 HC 量となるように設定される。

一方、第 8 実施形態の PM 除去制御では、PM 除去条件が成立し、 SO_x 放出抑制条件が成立したときに、 SO_x 放出抑制・PM 除去制御が実行される。この SO_x 放出抑制・PM 除去制御では、図 9 (B) の上側のラインで示されているように、HC 供給率が上記通常 HC 供給率 Q_d よりも小さい HC 供給率 Q_e であって HC 供給時間が上記通常供給時間と等しい時間 T_d である HC 供給を、上記通常 HC 供給間隔 I_d と等しい間隔 I_d でもって上記通常回数と同じ回数行うと共に、図 9 (B) の下側のラインで示されているように、ポスト燃料噴射率が上記通常 HC 供給率 Q_d よりも小さいポスト燃料噴射率 Q_{ep} であってポスト燃料噴射時間が上記通常 HC 供給時間 T_d と等しい時間 T_{dp} であるポスト燃料噴射を、上記通常 HC 供給間隔 I_d と等しい間隔 I_{dp} でもって上記通常 HC 供給回数と同じ回数行う。これによれば、1 回の HC 供給において HC 供給弁 14 から排気ガス中に供給される HC 量が少ないことから、HC 供給弁 14 から供給された HC が排気ガス中に拡散しやすい。このため、HC 供給弁 14 から供給された HC によって排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が生じることが抑制される。さらに、特定の気筒で膨張行程後半または排気行程中に燃料噴射弁 3 から噴射された燃料は、気筒内の熱によって改質されて軽質化さ

れる。そして、この軽質化された燃料は、排気ガス中へ拡散しやすい。このため、特定の気筒で膨張行程後半または排気行程中に燃料噴射弁 3 から噴射された燃料によって排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が生じることが抑制される。したがって、SO_x捕獲材 11 から SO_x が放出されることが確実に抑制される。

なお、第 8 実施形態の SO_x 放出抑制・PM 除去制御において、図 9 (C) に示されているように、ポスト燃料噴射のみによってフィルタ 12 a に HC (燃料) を供給するようにしてもよい。すなわち、図 9 (C) の下側のラインで示されているように、ポスト燃料噴射率が上記通常 HC 供給率 Q_d と等しいポスト燃料噴射率 Q_{dp} であってポスト燃料噴射時間が上記通常 HC 供給時間 T_d と等しい時間 T_{dp} であるポスト燃料噴射を、上記通常 HC 供給間隔 I_d と等しい間隔 I_{dp} でもって上記通常 HC 供給回数と同じ回数行うようにしてもよい。もちろん、このとき、図 9 (C) の上側のラインで示されているように、HC 供給弁 14 から排気ガス中への HC の供給は行われぬ。これによれば、SO_x 捕獲材 11 を通過してフィルタ 12 a に供給される燃料 (HC) は、軽質化された燃料であるので排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が生じることが抑制されるので、SO_x 捕獲材 11 から SO_x が放出されることが確実に抑制される。

なお、第 8 実施形態の SO_x 放出抑制・NO_x 放出制御では、各 HC 供給における HC 供給率、各 HC 供給における HC 供給時間、HC 供給間隔、および、HC 供給回数は、少なくとも、フィルタ 12 a の温度を PM 燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第 8 実施形態の SO_x 放出抑制・PM 除去制御においても、全ての HC 供給および全てのポスト燃料噴射が完了したときにフ

フィルタ 1 2 a に供給されたトータルの HC (燃料) 量が上記所定 HC (燃料) 量となるように、各 HC 供給における HC 供給率、各 HC 供給における HC 供給時間、および、HC 供給回数、ならびに、各ポスト燃料噴射におけるポスト燃料噴射率、各ポスト燃料噴射におけるポスト燃料噴射時間、および、ポスト燃料噴射回数を設定することが好ましい。そこで、図 9 (B) に示した例では、HC 供給率を上記通常 HC 供給率 Q_d の半分の HC 供給率 Q_e とし、HC 供給時間を上記通常 HC 供給時間 T_d と等しい時間 T_d とし、HC 供給回数を上記通常 HC 供給回数と等しい回数とし、ポスト燃料噴射率を上記通常 HC 供給率 Q_d の半分のポスト燃料噴射率 Q_{dp} とし、ポスト噴射時間を上記通常 HC 供給時間 T_d と等しい時間 T_{dp} とし、ポスト燃料噴射回数を上記通常 HC 供給回数と等しい回数としている。なお、図 9 (B) に示した例では、HC 供給間隔もポスト燃料噴射間隔も、上記通常 HC 供給間隔 I_d と等しい間隔 I_{dp} とされている。

また、図 9 (C) に示した例では、全ての HC 供給および全てのポスト燃料噴射が完了したときにフィルタ 1 2 a に供給されたトータルの HC (燃料) 量が上記所定 HC (燃料) 量となるように、ポスト燃料噴射率を上記通常 HC 供給率 Q_d と等しいポスト燃料噴射率 Q_{dp} とし、ポスト燃料噴射時間を上記通常 HC 供給時間 T_d と等しい時間 T_{dp} とし、ポスト燃料噴射回数を上記通常 HC 供給回数と等しい回数としている。なお、図 9 (C) に示した例では、ポスト燃料噴射間隔は、上記通常 HC 供給間隔 I_d と等しい間隔 I_{dp} とされている。

なお、図 9 に示した例では、ポスト燃料噴射が HC 供給と同じタイミングで実行されるように示されているが、ポスト燃料噴射タイミングは、内燃機関のクランク角度に基づいて制御されるので、厳

密には、多くの場合、ポスト燃料噴射タイミングがHC供給タイミングと同じタイミングにならず、若干ずれることになる。また、図9に示した例では、ポスト燃料噴射間隔が通常HC供給間隔と等しいと説明したが、同じ理由で、厳密には、多くの場合、ポスト燃料噴射間隔は、通常HC供給間隔と等しくならず、若干ずれることになる。

次に、第9実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第9実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第9実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、第7実施形態の通常NO_x放出制御と同様に通常HC供給率、通常HC供給時間、および、通常HC供給間隔でもって各HC供給を通常HC供給回数行うが、分留によって軽質化されたHCを予め用意しておき、各HC供給においてHC供給弁14から排気ガス中に供給するHCの一部をこの軽質化されたHCとする。上述したように、軽質化されたHCは排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が生じることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

次に、第10実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第10実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第10実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立

し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、SO_x捕獲材11の温度がSO_x捕獲材11において排気ガス中のHCが一気に燃焼してしまう温度よりも低く維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。これによれば、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されていたとしても、HCがSO_x捕獲材11において一気に燃焼することが抑制される。このため、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第10実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第10実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御においても、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

次に、第11実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第11実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第11実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM

除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度に可能な限り近い温度に維持するように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。これによれば、1回のHC供給におけるHC供給率が小さく設定され、或いは、1回のHC供給におけるHC供給時間が短く設定され、或いは、HC供給間隔が長く設定されることになる。したがって、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすくなる。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第11実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第11実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御においても、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。この場合、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される時間は、通常PM除去制御が実行される時間よりも長くなる。

次に、第12実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第12実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第12実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、SO_x捕獲材11の温度が上昇したり下降したりする幅（以下「温度振幅」という）が通常PM除去制御において許容されるSO_x捕獲材11の温度振幅よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。これによれば、通常PM除去制御の実行中に比べて、各HC供給におけるHC供給率が小さく設定され、或いは、各HC供給におけるHC供給時間が短く設定され、或いは、HC供給間隔が長く設定される。このため、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。したがって、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第12実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第12実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御においても、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

次に、第13実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第13実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立

し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第13実施形態のM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、フィルタ12aに供給される排気ガスの空燃比のリーン度合が通常PM除去制御での目標リーン度合よりも大きく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。すなわち、フィルタ12aに流入する排気ガスの空燃比のリーン度合が小さいときには、SO_x捕獲材11に流入する排気ガスの空燃比のリーン度合も小さいことになる。そして、この場合、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成される可能性がある。しかしながら、第13実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御によれば、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第13実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第13実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御においても、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

また、第13実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御において、フィルタ12aに供給される排気ガスの空燃比のリーン度合は、例えば、フィルタ12a下流の排気管に取り付けられた空燃比センサの出力から推定される。

次に、第14実施形態の排気浄化装置のPM除去制御について説明する。第14実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立していないときに、第7実施形態の通常PM除去制御と同じ制御が実行される。

一方、第14実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立したときに、SO_x放出抑制・PM除去制御が実行される。このSO_x放出抑制・PM除去制御では、フィルタ12aの温度を上昇させるときの温度上昇率が通常PM除去制御での目標温度上昇率よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御する。これによれば、1回のHC供給におけるHC供給率が小さく設定され、或いは、1回のHC供給におけるHC供給時間が短く設定され、或いは、HC供給間隔が長く設定される。したがって、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすくなる。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が生じることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

なお、第14実施例のSO_x放出抑制・PM除去制御では、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、HC供給間隔、および、HC供給回数は、少なくとも、フィルタ12aの温度をPM燃焼温度にまで上昇させることができるように設定される。

また、第14実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御において

も、全てのHC供給が完了したときにフィルタ12aに供給されたトータルのHC量が上記所定HC量となるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給回数を設定することが好ましい。

図10は、本発明の実施形態のPM除去制御を実行するルーチンの一例を示している。図10のルーチンでは、始めに、ステップ20において、フィルタ12a上に堆積している粒子状物質の量 ΣPM が許容値 γ よりも多い($\Sigma PM > \gamma$)か否か(すなわち、PM除去条件が成立しているか否か)が判別される。ここで、 $\Sigma PM \leq \gamma$ であると判別されたときには、そのままルーチンを終了する。一方、 $\Sigma PM > \gamma$ であると判別されたときには、ステップ21に進んで、SOx捕獲材11のSOx捕獲量 ΣSOX が所定量 β よりも多い($\Sigma SOX > \beta$)か否か(すなわち、SOx放出抑制条件が成立しているか否か)が判別される。

ステップ21において、 $\Sigma SOX > \beta$ であると判別されたときには、ステップ22に進んで、上述した第7実施形態～第14実施形態のSOx放出抑制・PM除去制御のいずれかを実行する。一方、ステップ21において、 $\Sigma SOX \leq \beta$ であると判別されたときには、ステップ23に進んで、上述した第7実施形態～第14実施形態のSOx放出抑制・PM除去制御のいずれかを実行する。

ところで、NOx吸収剤47からNOxを放出させようとしたときに、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも高くなっている場合には、NOx吸収剤47からNOxを放出させるべくHC供給弁14から排気ガス中にHCを供給すると、SOx捕獲材11からSOxが放出されてしまう。そこで、第15実施形態の排気浄化装置のNOx放出制御として、NOx吸収剤47からNOxを放出させようとしたとき(すなわち、NOx放出条件が成立している

とき)に、SO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも高くなっている場合、HC供給弁14から排気ガス中へのHCの供給(すなわち、上述した実施形態におけるNO_x放出制御の実行)を禁止するようにしてもよい。これによれば、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

図11は、第15実施形態のNO_x放出制御を実行するルーチンの一例を示している。図11のルーチンでは、始めに、ステップ30において、NO_x吸収剤47に吸収されているNO_x量 ΣNO_X が許容値 α よりも多い($\Sigma NO_X > \alpha$)か否か(すなわち、NO_x放出条件が成立しているか否か)が判別される。ここで、 $\Sigma NO_X \leq \alpha$ であると判別されたときには、そのままルーチンを終了する。一方、 $\Sigma NO_X > \alpha$ であると判別されたときには、ステップ31に進んで、SO_x捕獲材11の温度 $T_{s o x}$ がSO_x放出温度 $T_{t h}$ 以上である($T_{s o x} \geq T_{t h}$)か否かが判別される。

ステップ31において、 $T_{s o x} \geq T_{t h}$ であると判別されたときには、ステップ32に進んで、NO_x放出制御の実行を禁止する。すなわち、この場合、NO_x放出制御は実行されない。一方、ステップ31において、 $T_{s o x} < T_{t h}$ であると判別されたときには、ステップ33に進んで、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量 $\Sigma S O_X$ が所定量 β よりも多い($\Sigma S O_X > \beta$)か否か(すなわち、SO_x放出抑制条件が成立しているか否か)が判別される。

ステップ33において、 $\Sigma S O_X > \beta$ であると判別されたときには、ステップ34に進んで、上述した第1実施形態～第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御のいずれかを実行する。一方、ステップ33において、 $\Sigma S O_X \leq \beta$ であると判別されたときには、ステップ35に進んで、上述した第1実施形態～第6実施形態の通常NO_x放出制御のいずれかを実行する。

ところで、第16実施形態の排気浄化装置のPM除去制御として、以下の制御を採用してもよい。すなわち、上述したように、PM除去制御の実行中は、SOx捕獲材11の温度が比較的高くなるのであるが、ここで、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも高いときには、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも低いときに比べて、より確実に、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制すべきである。そこで、第16実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SOx放出抑制条件が成立していないときには、上述した第7実施形態～第14実施形態の通常PM除去制御のいずれかを実行する。

一方、第16実施形態のPM除去制御では、PM除去条件が成立し、SOx放出抑制条件が成立しているときには、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも高いか否かを判断する。ここで、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも低い場合には、上述した第7実施形態～第14実施形態のSOx放出抑制・PM除去制御のいずれかを実行する。一方、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも高い場合には、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも低い場合に行われるSOx放出抑制・PM除去制御と同様の制御を実行するが、このときのHC供給率を、SOx捕獲材11の温度がSOx放出温度よりも低いときに行われるSOx放出抑制・PM除去制御におけるHC供給率よりも小さくする。これによれば、1回のHC供給においてHC供給弁14から供給されるHCの量が少ないことから、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。このため、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SOx捕獲材11からSOxが放出されることが抑制される。

或いは、上述した第16実施形態のPM除去制御において、PM

除去条件が成立し、SO_x放出抑制条件が成立しているときであって、SO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも高いときに、SO_x捕獲材11の温度が上昇したり下降したりする幅（温度振幅）が、SO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも低いときに行われるSO_x放出抑制・PM除去制御において許容されるSO_x捕獲材11の温度振幅よりも小さく維持されるように、各HC供給におけるHC供給率、各HC供給におけるHC供給時間、および、HC供給間隔を制御するようにしてもよい。これによれば、SO_x捕獲材11の温度がSO_x放出温度よりも低いときに行われるSO_x放出抑制・PM除去制御の実行中に比べて、各HC供給におけるHC供給率が小さく設定され、或いは、各HC供給におけるHC供給時間が短く設定され、或いは、HC供給間隔が長く設定される。このため、HC供給弁14から供給されたHCが排気ガス中に拡散しやすい。したがって、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることが抑制されるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

図12は、第16実施形態のPM除去制御を実行するルーチンの一例を示している。図12のルーチンでは、始めに、ステップ40において、フィルタ12a上に堆積している粒子状物質の量 ΣPM が許容値 γ よりも多い（ $\Sigma PM > \gamma$ ）か否か（すなわち、PM除去条件が成立しているか否か）が判別される。ここで、 $\Sigma PM \leq \gamma$ であると判別されたときには、そのままルーチンを終了する。一方、 $\Sigma PM > \gamma$ であると判別されたときには、ステップ41に進んで、SO_x捕獲材11のSO_x捕獲量 ΣSOX が所定量 β よりも多い（ $\Sigma SOX > \beta$ ）か否か（すなわち、SO_x放出抑制条件が成立しているか否か）が判別される。

ステップ41において、 $\Sigma SOX \leq \beta$ であると判別されたときに

は、ステップ45に進んで、第7実施形態～第14実施形態の通常PM除去制御のいずれかを実行する。一方、ステップ41において、 $\Sigma SO_x > \beta$ であると判別されたときには、ステップ42に進んで、SO_x捕獲材11の温度 T_{sox} がSO_x放出温度 T_{th} 以上である($T_{sox} \geq T_{th}$)か否かが判別される。

ステップ42において、 $T_{sox} < T_{th}$ であると判別されたときには、ステップ44に進んで、SO_x放出抑制・PM除去制御IIを実行する。このSO_x放出抑制・PM除去制御IIでは、第7実施形態～第14実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御のいずれかが実行される。一方、ステップ42において、 $T_{sox} \geq T_{th}$ であると判別されたときには、ステップ45に進んで、SO_x放出抑制・PM除去制御Iを実行する。このSO_x放出抑制・PM除去制御Iでは、ステップ44のSO_x放出抑制・PM除去制御IIと同様の制御が実行されるが、ここでは、HC供給率がステップ44のSO_x放出抑制・PM除去制御IIでのHC供給率よりも小さくされている。

ところで、第17実施形態の排気浄化装置のNO_x放出制御として、以下の制御を採用してもよい。すなわち、第17実施形態のNO_x放出制御では、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が予め定められたリーン度合(以下「所定リーン度合」という)よりも大きいときにNO_x放出条件が成立したときには、第1実施形態～第6実施形態の通常NO_x放出制御のいずれかを実行する。一方、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときにNO_x放出条件が成立したときには、第1実施形態～第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御のいずれかを実行する。これによれば、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

すなわち、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときには、排気ガスの空燃比がリッチ空燃比に近くなっている。このとき、NO_x放出制御が実行されると、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が形成される可能性が高く、したがって、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなる可能性が高い。したがって、NO_x放出制御を実行するときに各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さい場合にSO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを確実に抑制するためには、排気ガス中に空燃比が局所的に大きくリッチな領域が形成されることを抑制し、したがって、SO_x捕獲材11の温度が局所的にSO_x放出温度よりも高くなることを抑制する必要がある。そこで、第17実施形態のNO_x放出制御では、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときには、第1実施形態～第6実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御のいずれかを実行するのである。

ところで、第18実施形態の排気浄化装置のPM除去制御として、以下の制御を採用してもよい。すなわち、第18実施形態のPM除去制御では、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が予め定められたリーン度合（以下「所定リーン度合」という）よりも大きいときにPM除去条件が成立したときには、第7実施形態～第14実施形態の通常PM除去制御のいずれかを実行する。一方、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときにPM除去条件が成立したときには、第7実施形態～第14実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御のいずれかを実行する。これによれば、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

すなわち、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときには、排気ガスの空燃比がリッチ空燃比に近くなっている。このとき、PM除去制御が実行されると、SO_x捕獲材11に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成される可能性が高い。したがって、PM除去制御を実行するときに各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さい場合にSO_x捕獲材11からSO_xが放出されることを確実に抑制するためには、排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制する必要がある。そこで、第18実施形態のPM除去制御では、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときには、第7実施形態～第14実施形態のSO_x放出抑制・PM除去制御のいずれかを実行するのである。

なお、第18実施形態のPM除去制御において、各気筒から排出される排気ガスの空燃比のリーン度合が所定リーン度合よりも小さいときに、PM除去制御の実行を禁止するようにしてもよい。これによっても、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが確実に抑制される。

また、上述した実施形態のNO_x放出制御およびPM除去制御は、図13に示した圧縮着火式の内燃機関にも適用可能である。図13に示した内燃機関は、図1に示した内燃機関と同様であるが、図13に示した内燃機関では、SO_x捕獲材11の下流に、フィルタ12aに担持されたNO_x触媒12の代わりに、単に粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタ12aが配置されていると共に、該パティキュレートフィルタ12aの下流にNO_x触媒12が配置されている。そして、図13に示した内燃機関において、NO_x触媒12のNO_x吸収剤からNO_xを放出させようとしたときに、

上述した実施形態のNO_x放出制御が採用される。また、図13に示した内燃機関において、パティキュレートフィルタ12a上に堆積した粒子状物質を燃焼させて除去しようとしたときに、上述した実施形態のPM除去制御が採用される。

なお、図13に示した内燃機関では、パティキュレートフィルタ12aには、該パティキュレートフィルタ12aの温度を検出するための温度センサ22と、該パティキュレートフィルタ12aの前後差圧を検出するための差圧センサ23とが取り付けられている。また、NO_x触媒12には、該NO_x触媒12の温度を検出するための温度センサ24が取り付けられている。

また、上述した実施形態のNO_x放出制御およびPM除去制御は、図14に示した圧縮着火式の内燃機関にも適用可能である。図14に示した内燃機関は、図1に示した内燃機関と同様であるが、図14に示した内燃機関では、SO_x捕獲材11の下流に、フィルタ12aに担持されたNO_x触媒12の代わりに、NO_x触媒12が配置されていると共に、該NO_x触媒12の下流に単に粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタ12aが配置されている。そして、図14に示した内燃機関において、NO_x触媒12のNO_x吸収剤からNO_xを放出させようとしたときに、上述した実施形態のNO_x放出制御が採用される。また、図14に示した内燃機関において、パティキュレートフィルタ12a上に堆積した粒子状物質を燃焼させて除去しようとしたときに、上述した実施形態のPM除去制御が採用される。

また、図1に示した内燃機関において、図15に示したように、SO_x捕獲材11の上流にHC供給弁14から排気ガス中に供給されたHCを酸化する酸化触媒26であって、SO_x捕獲材11の酸化能力よりも高い酸化能力を備えた酸化触媒26を配置してもよい

。この場合、HC供給弁14から排気ガス中に供給されたHCが酸化触媒26によって酸化されることから、排気ガス中に空燃比が局部的にリッチな領域が形成されることが確実に抑制される。

また、上述した実施形態の排気浄化装置において、HC供給弁14に該HC供給弁14を加熱するヒータを取り付け、通常NO_x放出制御または通常PM除去制御において、HC供給弁14から排気ガス中にHCを供給するときには、上記ヒータによってHC供給弁14を加熱しないが、SO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御において、HC供給弁14から排気ガス中にHCを供給するときに、HC供給弁14をヒータによって加熱するようにしてもよい。これによれば、SO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御において、HC供給弁14から供給されるHCが排気ガス中に拡散しやすくなるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが抑制される。

また、上述した実施形態のSO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御において、HC供給弁14から排気ガス中にHCを供給する圧力を、通常NO_x放出制御または通常PM除去制御においてHC供給弁14から排気ガス中にHCを供給する圧力よりも高くするようにしてもよい。これによっても、SO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御において、HC供給弁14から供給されるHCが排気ガス中に拡散しやすくなるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが抑制される。

また、上述した実施形態の排気浄化装置において、HC供給弁14として、HCを供給する供給孔を複数備え、HCを供給する供給孔の数を適宜変更することができるHC供給弁を採用し、SO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御にお

いて、HC供給弁から排気ガス中にHCを供給するときに、HCを供給する供給孔の数を通常NO_x放出制御または通常PM除去制御においてHCを供給する供給孔の数よりも多くしてもよい。これによっても、SO_x放出抑制・NO_x放出制御またはSO_x放出抑制・PM除去制御において、HC供給弁14から供給されるHCが排気ガス中に拡散しやすくなるので、SO_x捕獲材11からSO_xが放出されることが抑制される。

また、上述した複数の実施形態のNO_x放出制御の幾つかを矛盾の生じない範囲で組み合わせてもよいし、上述した複数の実施形態のPM除去制御の幾つかを矛盾の生じない範囲で組み合わせてもよい。

また、上述した第2実施形態、第3実施形態、第8実施形態、および、第9実施形態以外の実施形態のNO_x放出制御またはPM除去制御は、HC供給として、HC供給弁14から排気ガス中にHCを供給するのではなく、特定の気筒の膨張行程後半または排気行程中に燃料噴射弁3から燃料を噴射する内燃機関にも適用可能である。

なお、本発明について特定の実施形態に基づいて詳述しているが、当業者であれば本発明の請求の範囲及び思想から逸脱することなく、様々な変更、修正等が可能である。

請 求 の 範 囲

1. 排気ガス中のSO_xを捕獲するためのSO_x捕獲材を排気通路内に備え、該SO_x捕獲材が該SO_x捕獲材に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーンな空燃比であり且つ該SO_x捕獲材の温度が予め定められた温度よりも低いときに排気ガス中のSO_xを捕獲し、該SO_x捕獲材に流入する排気ガスの空燃比が理論空燃比またはそれよりもリッチな空燃比であり且つ該SO_x捕獲材の温度が上記予め定められた温度よりも高いときに捕獲しているSO_xを放出し、予め定められた条件が成立したときにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給するHC供給制御を実行するようになっている内燃機関の排気浄化装置において、SO_x捕獲材が捕獲しているSO_xの量が予め定められた量よりも少ないときには、上記HC供給制御として、予め定められたパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第1のHC供給制御を実行し、SO_x捕獲材が捕獲しているSO_xの量が上記予め定められた量よりも多いときには、上記HC供給制御として、上記予め定められたパターンとは異なるパターンであって、SO_x捕獲材の温度が局所的に上記予め定められた温度よりも高くなることを抑制し或いはSO_x捕獲材に流入する排気ガス中に空燃比が局所的にリッチな領域が形成されることを抑制するパターンでSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCを供給する第2のHC供給制御を実行することを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

2. 上記第1のHC供給制御では、単位時間当たりに予め定められた量のHCがSO_x捕獲材上流において排気ガス中に供給され、上記第2のHC供給制御では、単位時間当たりに上記予め定められた量よりも少ない量のHCがSO_x捕獲材上流において排気ガス中

に供給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。

3. 上記第 2 の HC 供給制御では、上記第 1 の HC 供給制御において SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に供給される HC よりも排気ガス中への拡散性の高い HC が SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に供給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。

4. 上記第 2 の HC 供給制御では、SO_x 捕獲材に流入する排気ガスの空燃比のリーン度合が予め定められたリーン度合よりも大きく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC が供給されることを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

5. 上記第 2 の HC 供給制御では、SO_x 捕獲材に流入する排気ガスの空燃比のリーン度合が予め定められたリーン度合よりも大きく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC が供給されることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

6. 上記予め定められたリーン度合が SO_x 捕獲材の温度が低いほど大きく設定されることを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

7. 上記予め定められたリーン度合が SO_x 捕獲材の温度が低いほど大きく設定されることを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

8. 上記第 2 の HC 供給制御では、単位時間当たりの SO_x 捕獲材の局所的な温度上昇量が上記第 1 の HC 供給制御において許容される単位時間当たりの SO_x 捕獲材の局所的な温度上昇量よりも小さく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC

が供給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。

9. 上記第 2 の HC 供給制御では、単位時間当たりの SO_x 捕獲材全体の温度上昇量が上記第 1 の HC 供給制御において許容される単位時間当たりの SO_x 捕獲材全体の温度上昇量よりも小さく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC が供給されることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

10. 上記 SO_x 捕獲材下流の排気通路内に排気ガス中の粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタが配置されており、上記予め定められた条件の 1 つが該パティキュレートフィルタの温度を予め定められた目標温度にまで上昇させて該パティキュレートフィルタに捕集された粒子状物質を燃焼させて除去するべきであると判断される燃焼除去条件であり、該燃焼除去条件が成立したときに上記第 2 の HC 供給制御が実行される場合、該第 2 の HC 供給制御では、前記燃焼除去条件が成立したときに上記第 1 の HC 供給制御が実行される場合における該第 1 の HC 供給制御における上記目標温度よりも低い温度を目標温度として SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC が供給されることを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

11. 上記第 2 の HC 供給制御では、SO_x 捕獲材の温度振幅が上記第 1 の HC 供給制御において許容される SO_x 捕獲材の温度振幅よりも小さく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス中に HC が供給されることを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

12. 上記第 2 の HC 供給制御では、SO_x 捕獲材の温度振幅が上記第 1 の HC 供給制御において許容される SO_x 捕獲材の温度振幅よりも小さく維持されるように SO_x 捕獲材上流において排気ガス

中にHCが供給されることを特徴とする請求項10に記載の内燃機関の排気浄化装置。

13. 上記SO_x捕獲材下流の排気通路内に排気ガス中のNO_xを吸収するNO_x吸収剤が配置されており、上記予め定められた条件の1つが該NO_x吸収剤からNO_xを放出させるべきであると判断されるNO_x放出条件であり、該NO_x放出条件が成立したときに上記第2のHC供給制御が実行される場合、該第2のHC供給制御では、SO_x捕獲材の温度振幅が前記NO_x放出条件が成立したときに上記第1のHC供給制御が実行される場合における該第1のHC供給制御において許容されるSO_x捕獲材の温度振幅よりも小さく維持されるようにSO_x捕獲材上流において排気ガス中にHCが供給されることを特徴とする請求項8に記載の内燃機関の排気浄化装置。

14. 上記SO_x捕獲材上流の排気通路内に該SO_x捕獲材の酸化能力よりも高い酸化能力を備えた酸化触媒が配置されてい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。

Fig.1

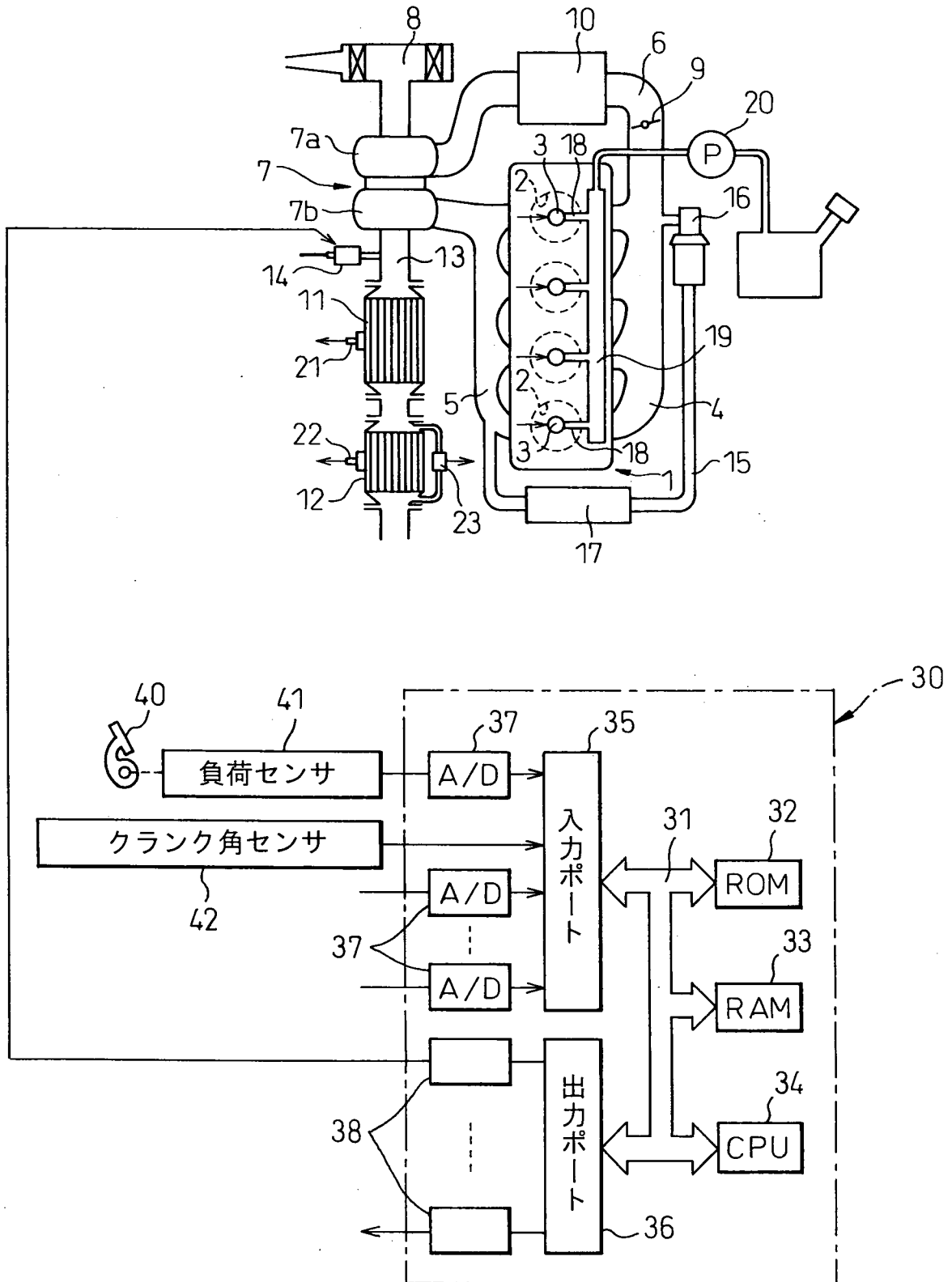
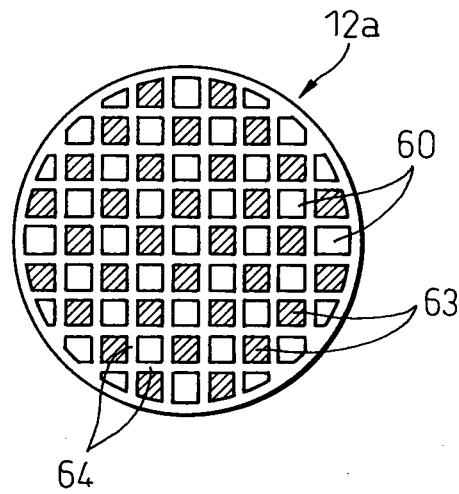


Fig.2

(A)



(B)

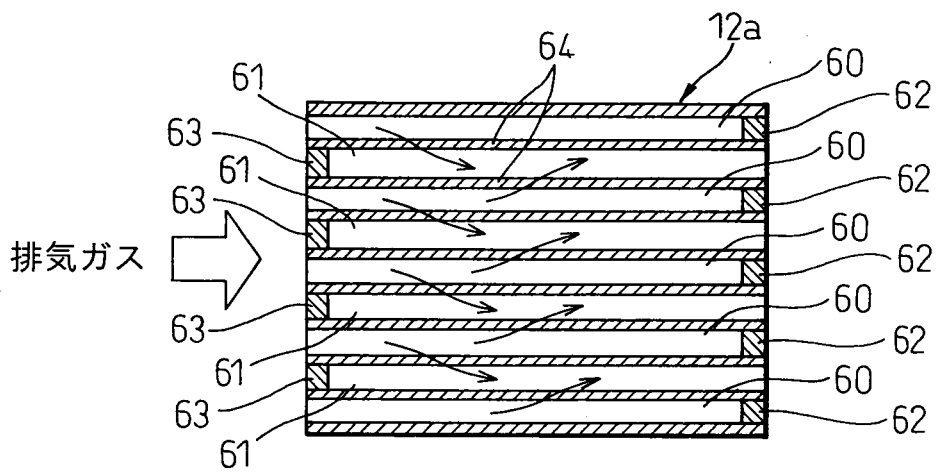


Fig.3

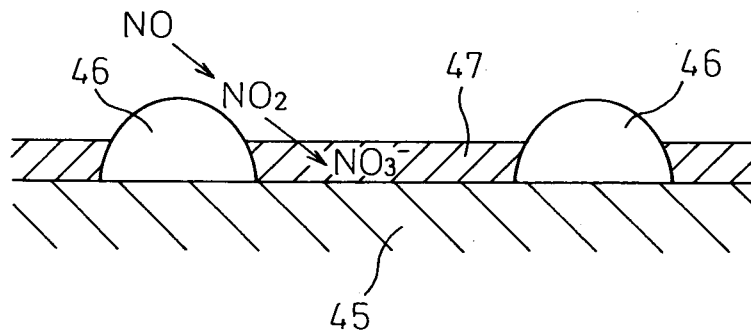


Fig.4

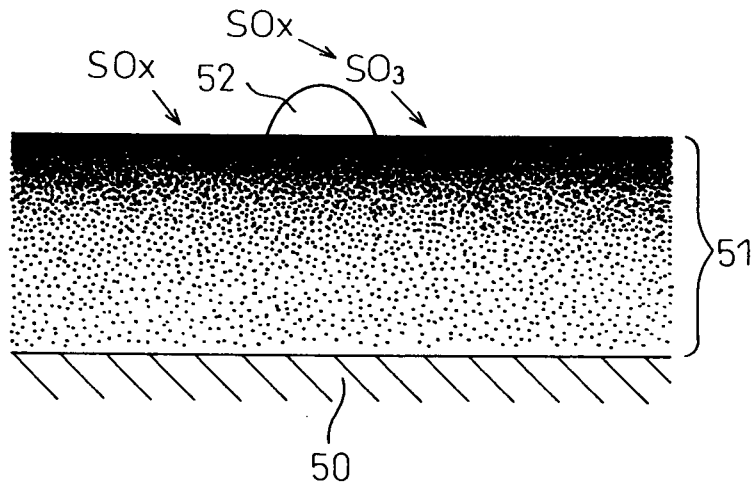


Fig.5

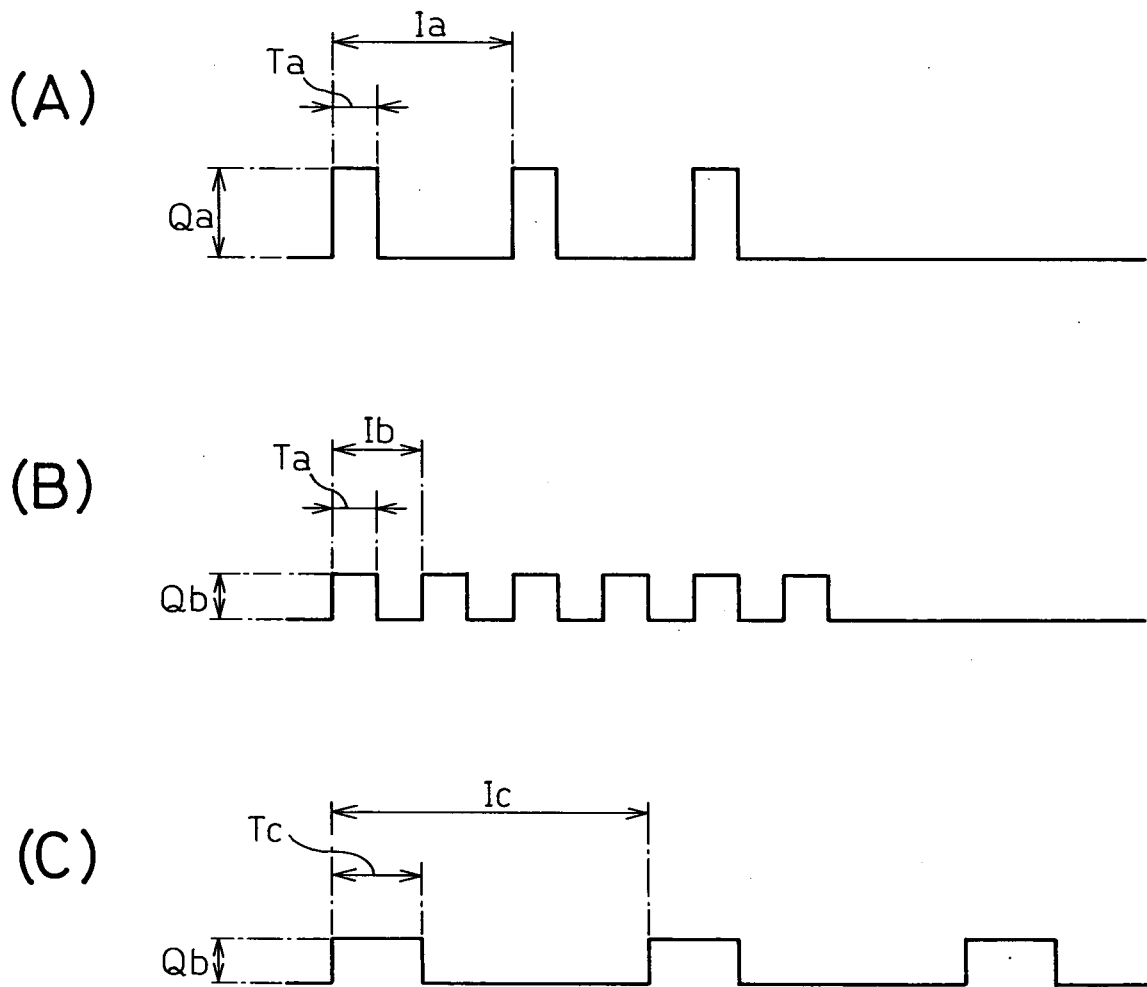


Fig.6

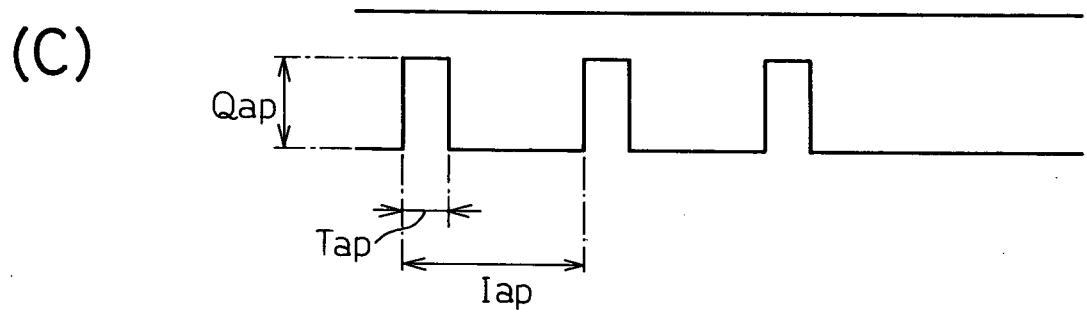
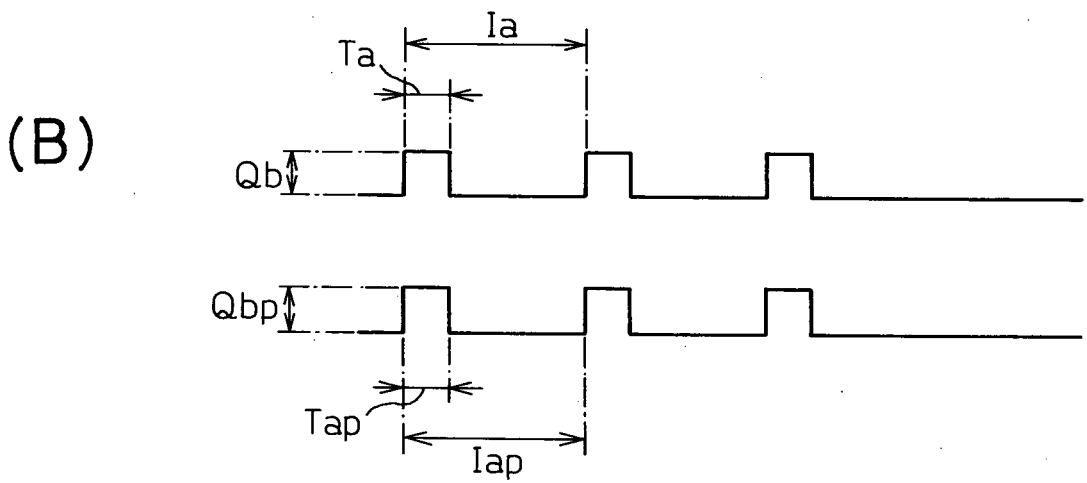
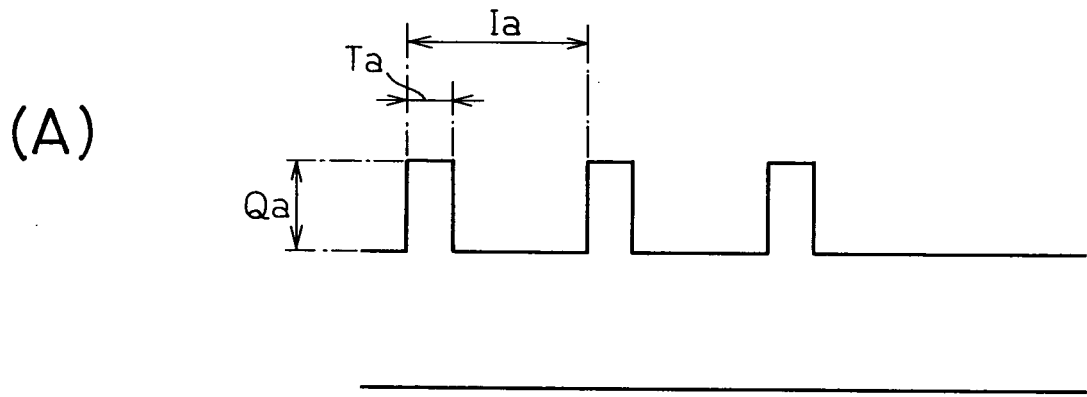


Fig.7

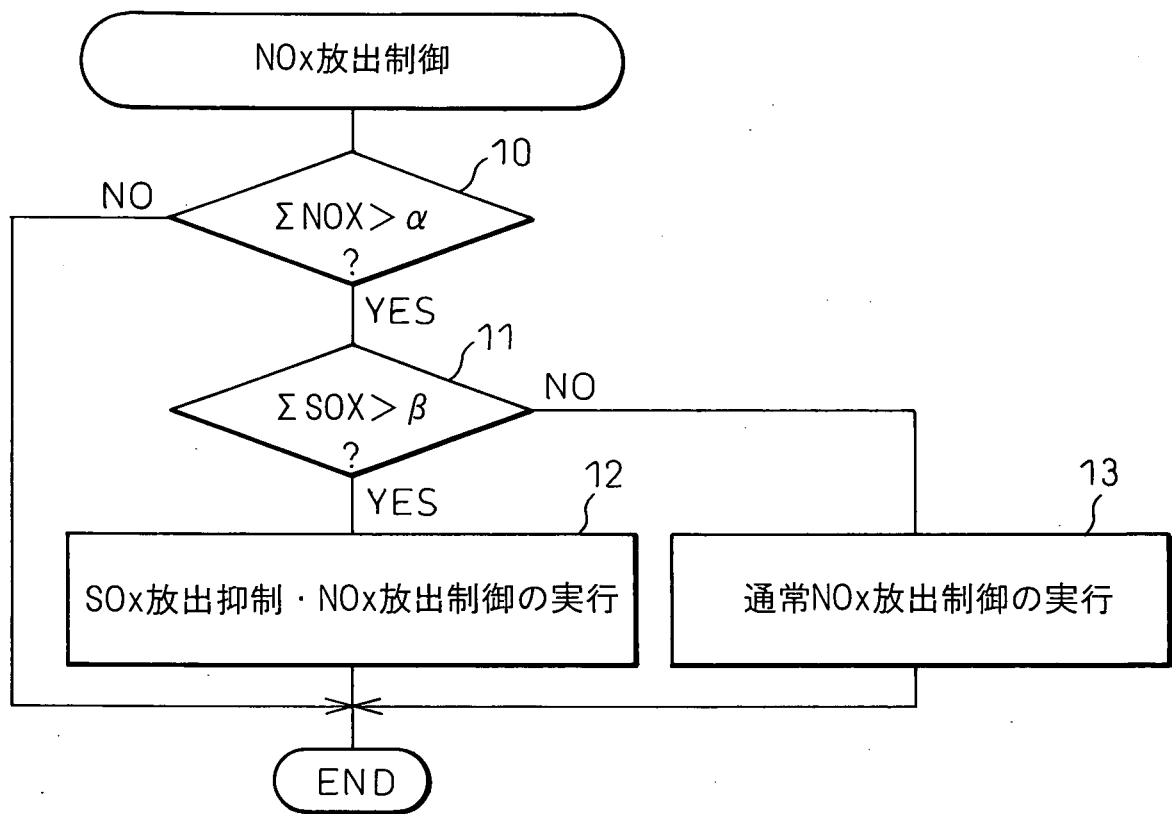


Fig. 8

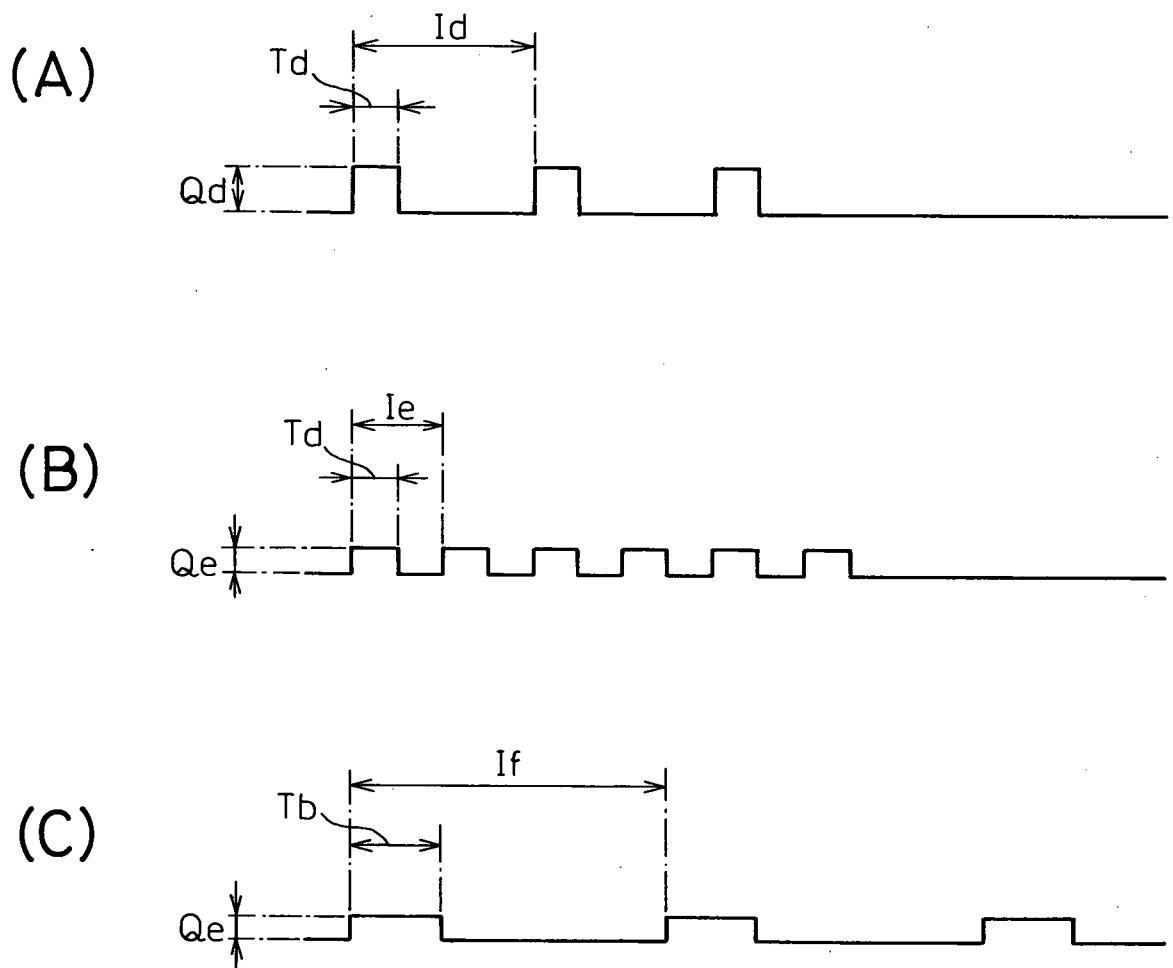
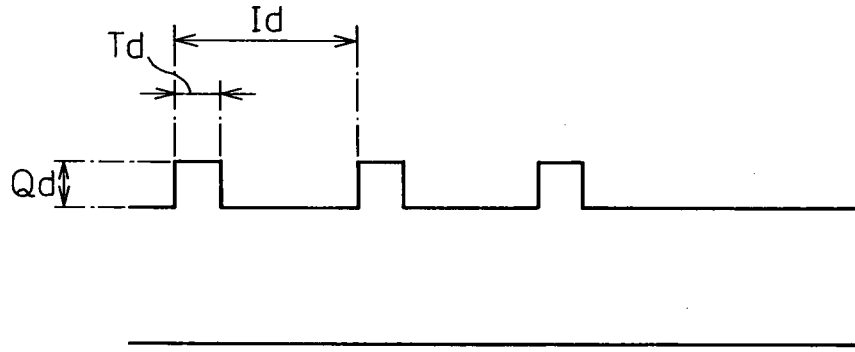
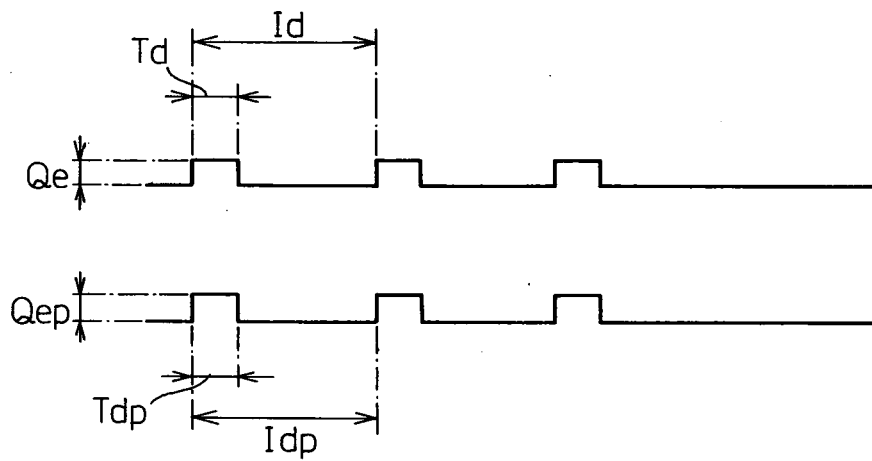


Fig.9

(A)



(B)



(C)

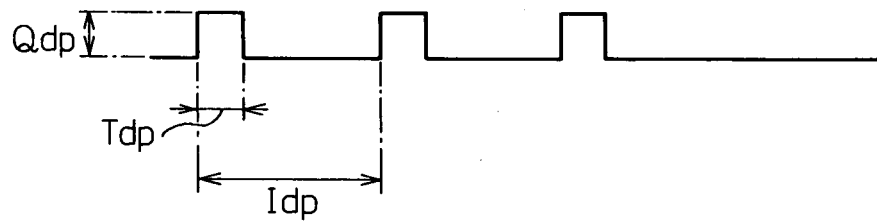


Fig.10

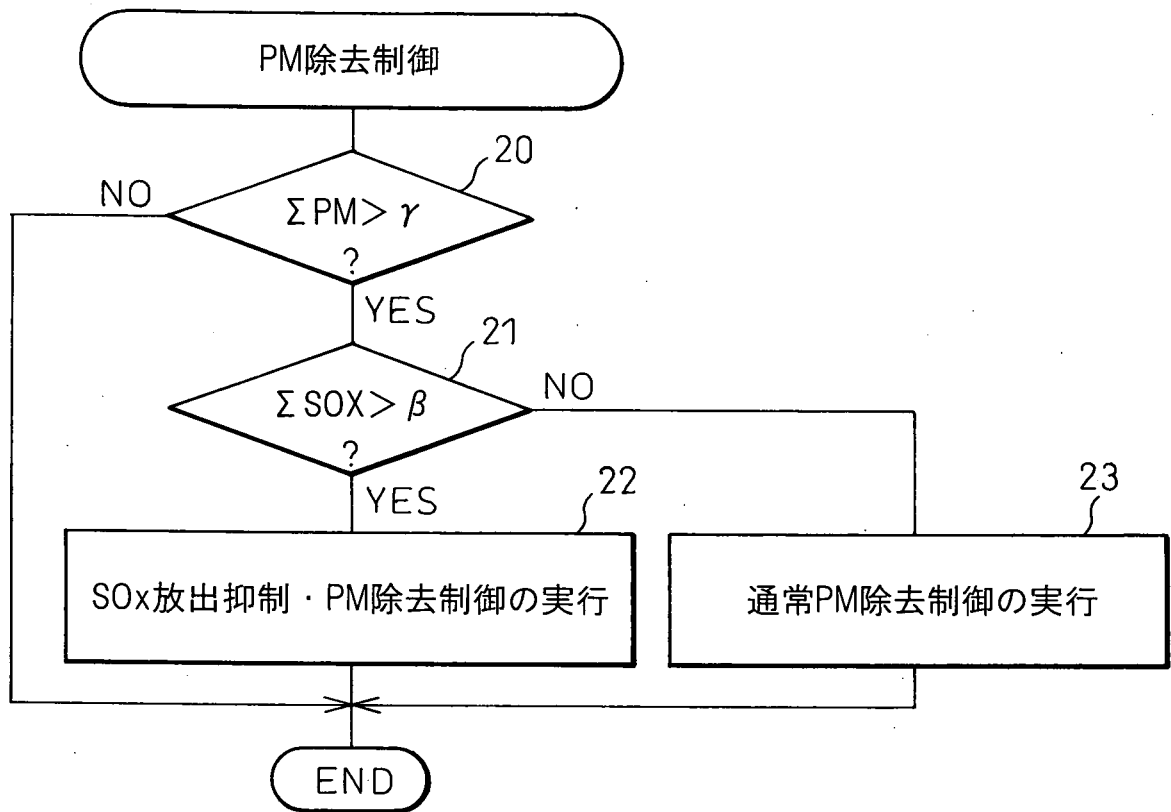


Fig.11

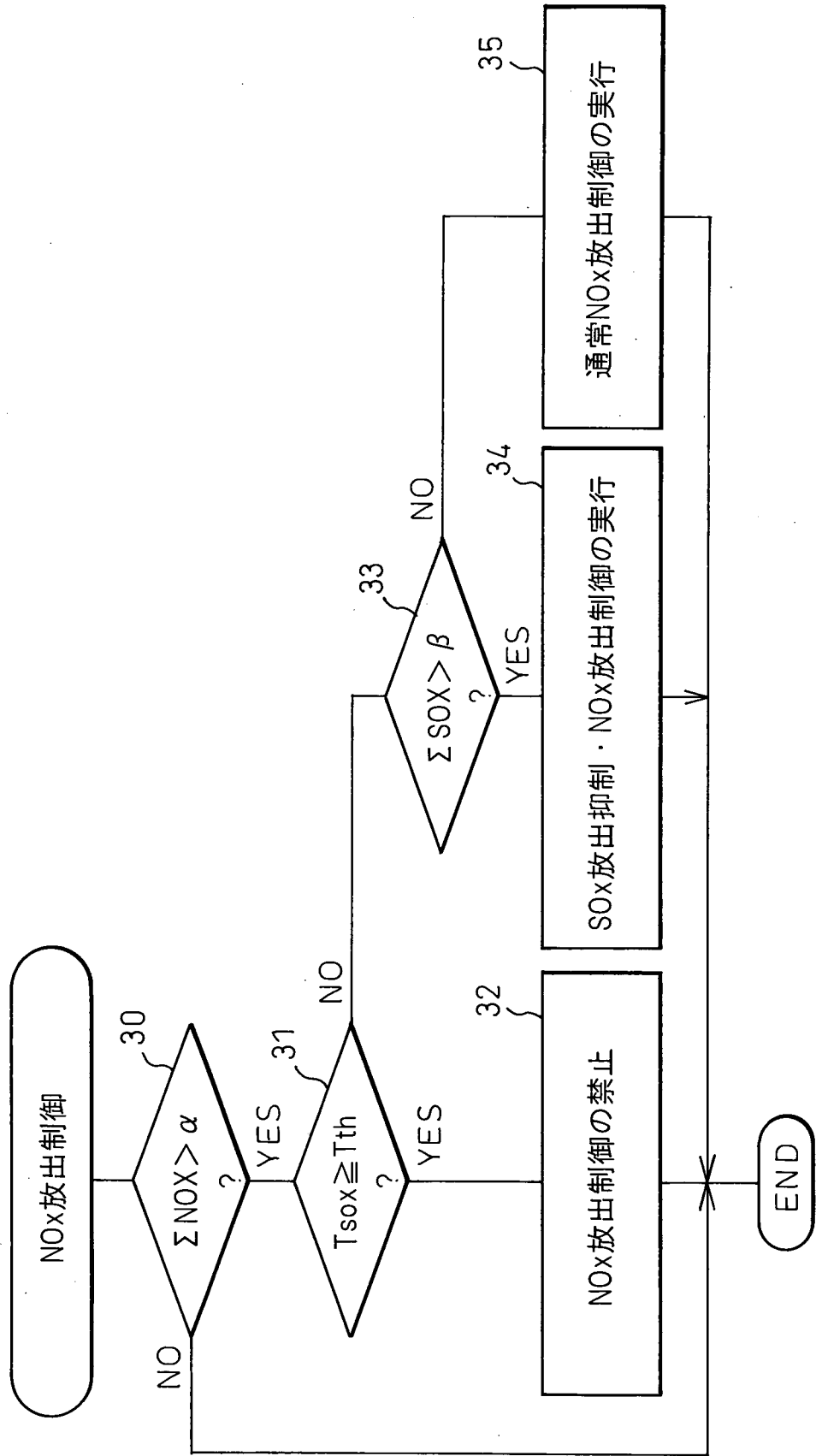


Fig.12

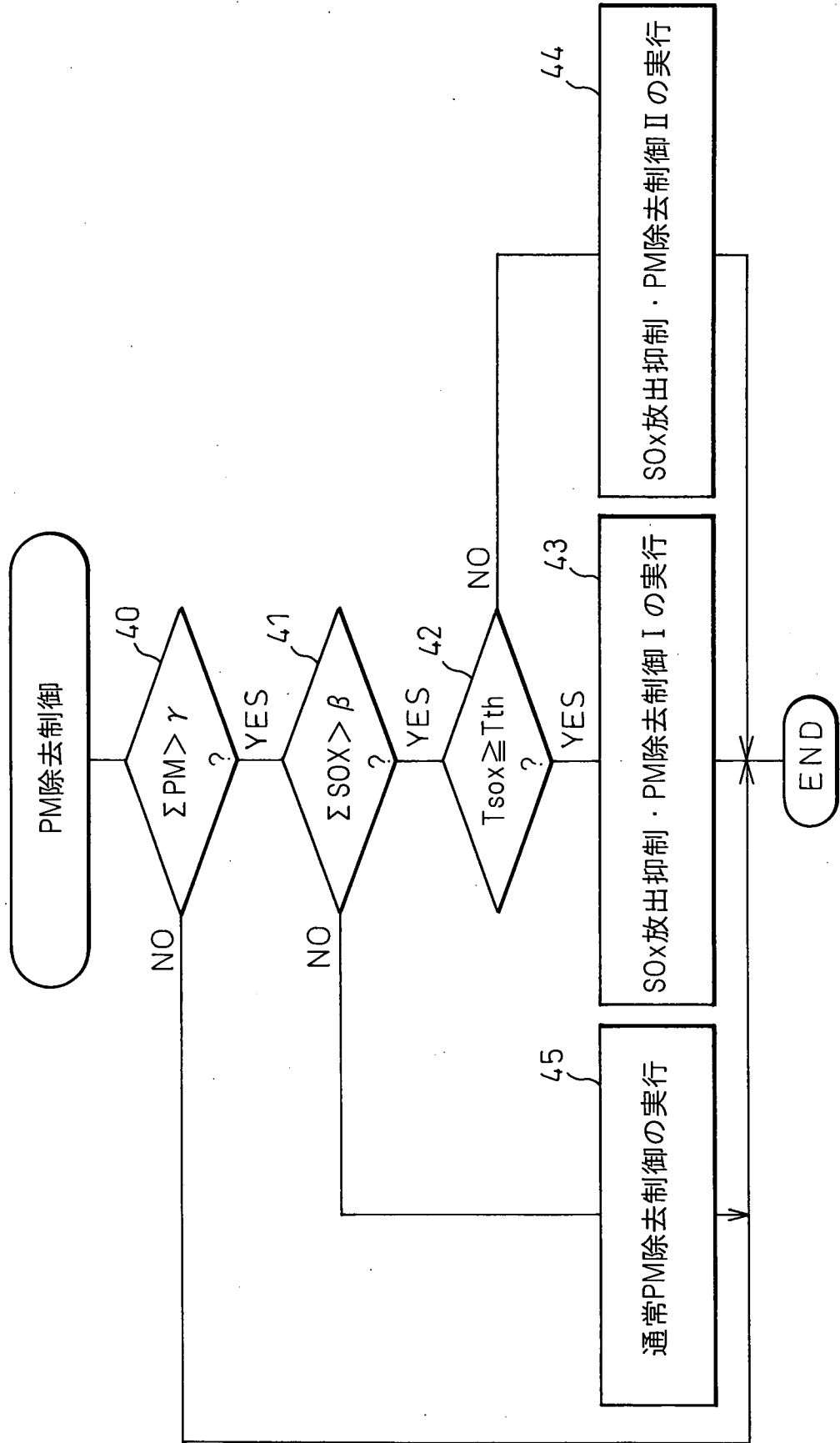


Fig.13

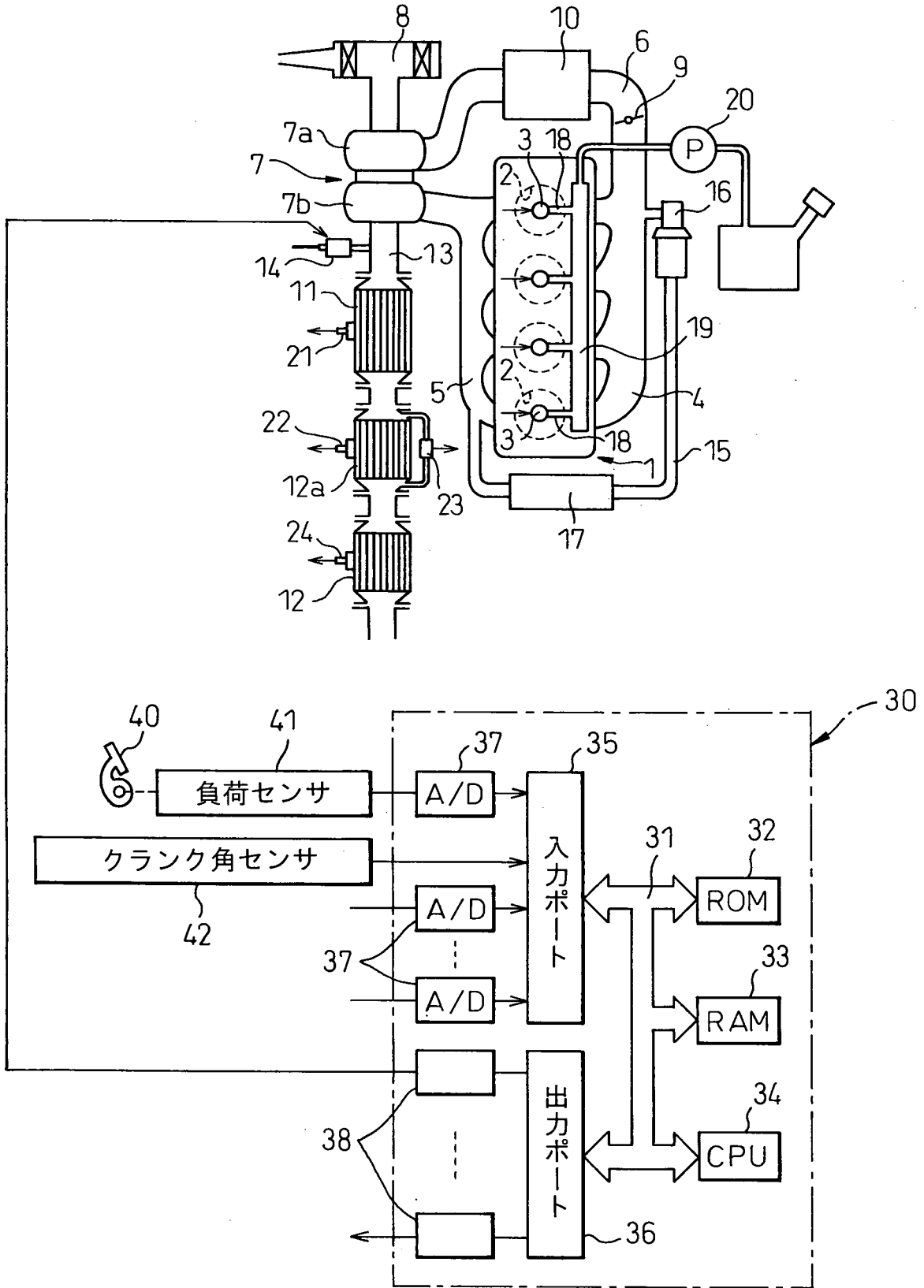


Fig.14

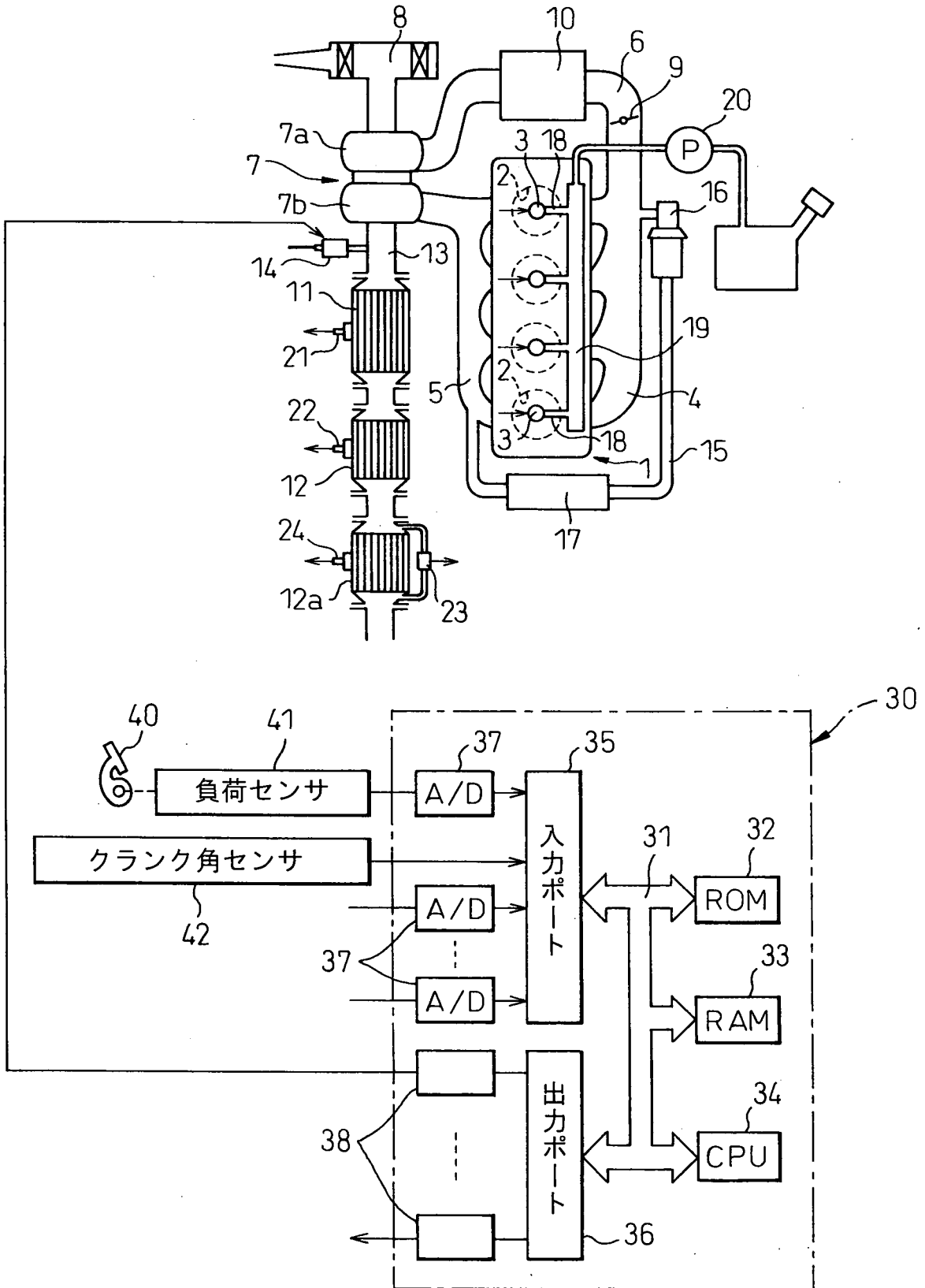
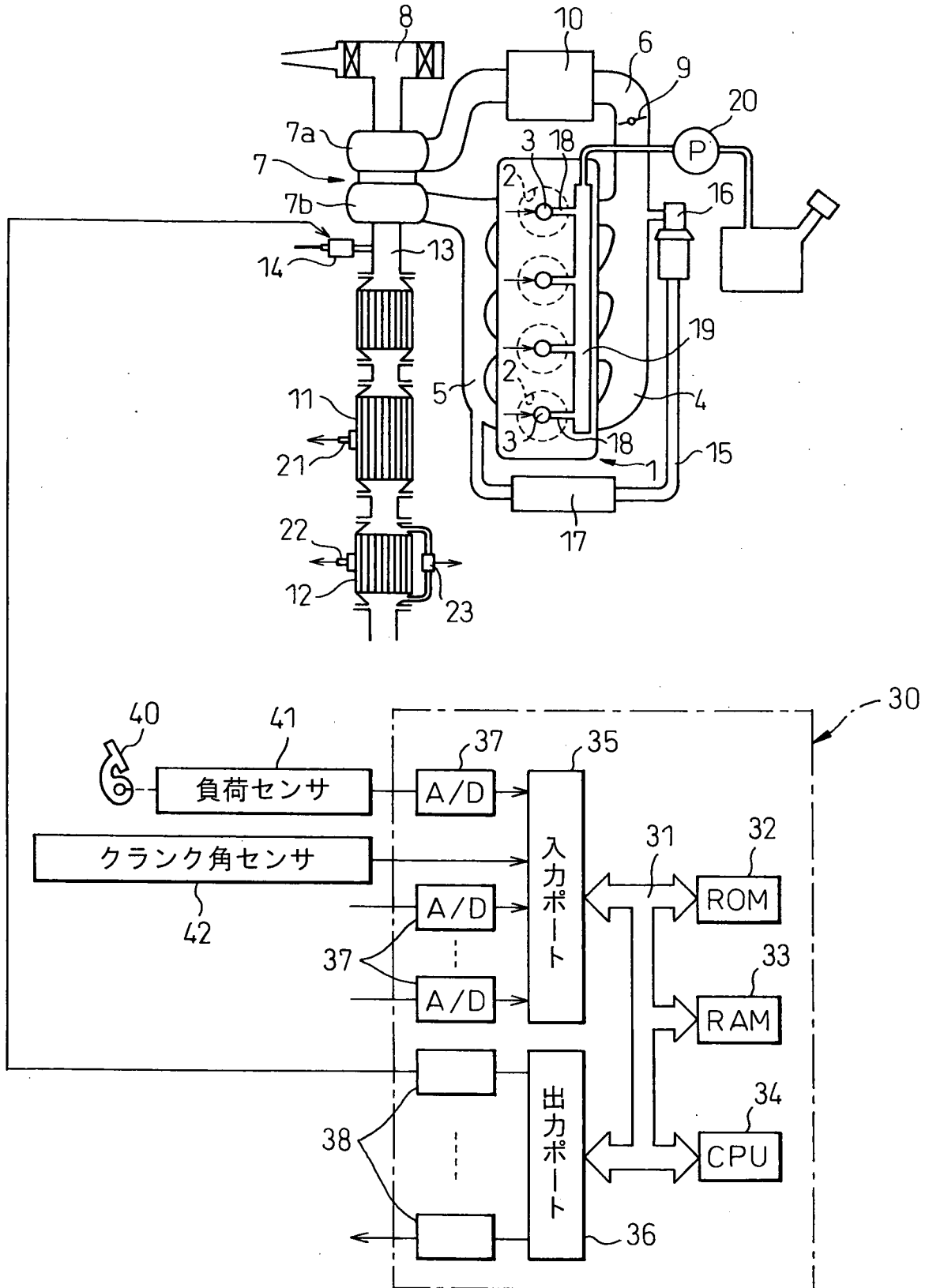


Fig.15



符号の説明

- 1 1 S O x 捕獲材
- 1 2 N O x 触媒
- 1 2 a パテイクュレートフィルタ
- 1 4 H C 供給弁

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/063508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01N3/08(2006.01) i, *B01D46/42*(2006.01) i, *B01D53/86*(2006.01) i, *B01D53/94*
 (2006.01) i, *F01N3/02*(2006.01) i, *F01N3/20*(2006.01) i, *F01N3/24*(2006.01) i,
F01N3/36(2006.01) i
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01N3/08, *B01D46/42*, *B01D53/86*, *B01D53/94*, *F01N3/02*, *F01N3/20*, *F01N3/24*,
F01N3/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-273573 A (Toyota Motor Corp.), 06 October, 2005 (06.10.05), Par. Nos. [0054] to [0103] (Family: none)	1-14
A	JP 2004-360575 A (Toyota Motor Corp.), 24 December, 2004 (24.12.04), Par. No. [0067] (Family: none)	1-14
A	JP 9-122443 A (Toyota Motor Corp.), 13 May, 1997 (13.05.97), Par. No. [0035] & EP 0773056 A1	1-14

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 03 October, 2007 (03.10.07)	Date of mailing of the international search report 16 October, 2007 (16.10.07)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/063508

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-18021 A (Toyota Motor Corp.), 18 January, 2000 (18.01.00), Par. No. [0029] (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F01N3/08(2006.01)i, B01D46/42(2006.01)i, B01D53/86(2006.01)i, B01D53/94(2006.01)i,
 F01N3/02(2006.01)i, F01N3/20(2006.01)i, F01N3/24(2006.01)i, F01N3/36(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. F01N3/08, B01D46/42, B01D53/86, B01D53/94, F01N3/02, F01N3/20, F01N3/24, F01N3/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2007年
 日本国実用新案登録公報 1996-2007年
 日本国登録実用新案公報 1994-2007年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2005-273573 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.10.06, 段落0054-0103 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2004-360575 A (トヨタ自動車株式会社) 2004.12.24, 段落0067 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 9-122443 A (トヨタ自動車株式会社) 1997.05.13, 段落0035 & EP 0773056 A1	1-14

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 03.10.2007	国際調査報告の発送日 16.10.2007
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 亀田 貴志 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3T	9719
---	--	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-18021 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.01.18, 段落0029 (ファミリーなし)	1-14