(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 6 月 19 日(19.06.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/092159 A1

(51) 国際特許分類:
F01N 3/20 (2006.01) *F01N 3/08* (2006.01)
F01N 3/02 (2006.01) *F01N 3/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083365

(22) 国際出願日: 2013 年 12 月 12 日(12.12.2013)

(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 2012-272648 2012 年 12 月 13 日(13.12.2012) JP

(71) 出願人: 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: 木所 徹 (KIDOKORO, Toru); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 松本 有史 (MATSUMOTO, Arifumi); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 高岡 一哉 (TAKAOKA, Kazuya); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 西嶋 大和 (NISHIJIMA, Hirokazu); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 萩本 大河 (HAGIMOTO, Taiga); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 照井 雄貴 (TERUI, Yuki); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 魚住 昭文 (UOZUMI, Akifumi); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 川口 嘉之, 外 (KAWAGUCHI, Yoshiyuki et al.); 〒1030004 東京都中央区東日本橋３丁目４番１０号 アクロポリス２１ビル６階 Tokyo (JP).

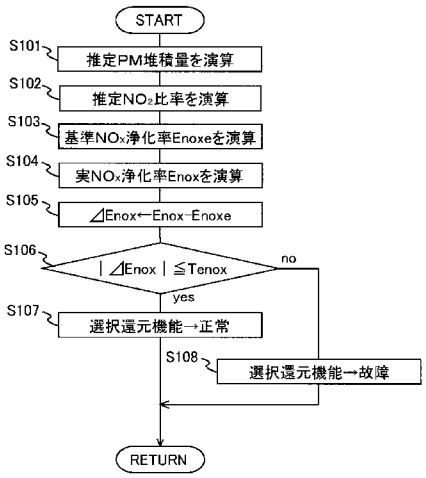
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

[続葉有]

(54) **Title**: FAULT DIAGNOSIS DEVICE FOR EXHAUST PURIFICATION SYSTEM

(54) 発明の名称 : 排気浄化装置の故障診断装置

[図3]



S101 Calculate estimated amount of deposited PM
S102 Calculate estimated ratio of NO_2
S103 Calculate reference NO_x purification rate (Enoxe)
S104 Calculate actual NO_x purification rate (Enox)
S107 Selective reduction function is normal
S108 Selective reduction function is faulty

(57) **Abstract**: The present invention addresses the problem of more reliably diagnosing faults in an exhaust purification system provided with both a selective reduction function and a filtering function. In order resolve said problem, the present invention is configured in such a manner that, in a fault diagnosis device for an exhaust purification system provided with both a selective reduction function and a filtering function, a NO_x purification rate when the exhaust purification system is normal is calculated on the basis of an estimated value for the amount of particulate matter (PM) deposited or trapped in the exhaust purification system, and an estimated value for the ratio of NO_2 in the exhaust that flows into the exhaust purification system; and the exhaust purification system is determined as being faulty if the difference between the calculation results and the actual NO_x purification rate is greater than a threshold value.

(57) 要約: 本発明は、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断をより正確に実施することを課題とする。この課題を解決するために、本発明は、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断装置において、排気浄化装置に捕集又は堆積している粒子状物質（ＰＭ）の量の推定値と、排気浄化装置へ流入する排気のＮＯ$_2$比率の推定値とに基づいて排気浄化装置が正常である場合のＮＯ$_x$浄化率を演算し、その算出結果と実際のＮＯ$_x$浄化率との差が閾値より大きければ、排気浄化装置が故障していると判定するようにした。

WO 2014/092159 A1

SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 排気浄化装置の故障診断装置

技術分野

[0001] 本発明は、排気浄化装置の故障を診断する技術に関し、特に選択還元機能とフィルタ機能を備えた排気浄化装置の劣化を診断する技術に関する。

背景技術

[0002] 従来、選択還元型触媒の劣化を検出する技術として、選択還元型触媒へ流入するNO_xに含まれる二酸化窒素（NO_2）の割合（以下、「NO_2比率」と称する）が所定の範囲に属するとともに、選択還元型触媒へ還元剤が供給されているときのNO_x浄化率の平均値及びばらつきに基づいて、選択還元型触媒の故障と還元剤供給装置の故障を判別する技術が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。

[0003] 特許文献２には、パティキュレートフィルタの排気流を画成する壁面に、選択還元型触媒を含む膜を形成し、該膜の表面にNO_xの通過を許容し且つ粒子状物質（ＰＭ：Particulate Matter)の通過を阻止する大きさの細孔が形成された膜を設ける構成が開示されている。この構成は、パティキュレートフィルタに捕集されたＰＭが酸化されるときに、ＳＣＲ触媒の熱劣化を抑制することを目的としている。

[0004] 特許文献３には、ウォールフロー型のパティキュレートフィルタにおいて、基材の表層に排気中の硫黄成分を補足する補足剤が設けられ、該基材の裏層に選択還元型触媒が設けられる構成が開示されている。

[0005] 特許文献４には、パティキュレートフィルタに捕集されたＰＭは、排気中のNO_2と反応することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２０１０－２７０６１４号公報

特許文献2：特開２０１０－０６５５５４号公報

特許文献3：特開２００６－３４６６０５号公報

特許文献4：特開２００６－０６３９７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、選択還元型触媒がパティキュレートフィルタに担持される場合のように、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置において、選択還元機能の故障を診断しようとすると、排気浄化装置に捕集又は堆積した粒子状物質（ＰＭ：Particulate Matter）の影響により、正確な診断を行うことができない可能性がある。

[0008] 例えば、ＰＭが排気浄化装置に捕集又は堆積しているときは、排気中のNO_2の一部がＰＭの酸化反応に消費される可能性がある。その場合、排気中のNO_2比率が小さくなるため、選択還元型触媒によって浄化されるNO_xの量が減少する可能性がある。また、ＰＭが排気浄化装置に捕集又は堆積しているときは、選択還元型触媒の少なくとも一部がＰＭによって覆われる可能性がある。その場合、選択還元型触媒によって浄化されるNO_xの量が減少する可能性がある。

[0009] つまり、ＰＭが排気浄化装置に捕集又は堆積しているときは、選択還元型触媒が正常であるにもかかわらず、選択還元型触媒のNO_x浄化率（選択還元型触媒へ流入するNO_xの量に対して、選択還元型触媒において還元（浄化）されるNO_xの量の比率）が小さくなる可能性がある。その結果、選択還元型触媒が正常であるにもかかわらず、該選択還元型触媒が故障していると誤診断される可能性がある。

[0010] 本発明は、上記したような種々の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断をより正確に実施することができる技術の提供にある。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、上記した課題を解決するために、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断装置において、排気浄化装置に捕集又

は堆積している粒子状物質（ＰＭ）の推定値に基づいて排気浄化装置のＮＯ$_x$浄化率を演算し、その算出結果と実際のＮＯ$_x$浄化率との差が閾値より大きければ、排気浄化装置が故障していると判定するようにした。

[0012] 詳細には、本発明は、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断装置であって、

前記排気浄化装置に堆積している粒子状物質の量であるＰＭ堆積量を推定する第一推定手段と、

前記排気浄化装置へ流入するＮＯ$_x$のうち二酸化窒素が占める割合を示すＮＯ$_2$比率を推定する第二推定手段と、

前記第一推定手段により推定されたＰＭ堆積量である推定ＰＭ堆積量と前記第二推定手段により推定されたＮＯ$_2$比率である推定ＮＯ$_2$比率とをパラメータとして、前記排気浄化装置が正常である場合のＮＯ$_x$浄化率である基準ＮＯ$_x$浄化率を演算する第一演算手段と、

前記排気浄化装置より下流に配置され、排気中に含まれるＮＯ$_x$の量を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出されたＮＯ$_x$量をパラメータとして、前記排気浄化装置の実際のＮＯ$_x$浄化率である実ＮＯ$_x$浄化率を演算する第二演算手段と、

前記基準ＮＯ$_x$浄化率と前記実ＮＯ$_x$浄化率との差が閾値より大きいことを条件として、前記排気浄化装置が故障していると判定する診断手段と、

を備えるようにした。

[0013] なお、ここでいう「選択還元機能」は、還元剤の存在下において排気中のＮＯ$_x$を還元する機能である。このような選択還元機能は、選択還元型触媒や貴金属触媒（白金（Ｐｔ）やパラジウム（Ｐｄ）等）を備えることによって実現される。また、ここでいう「フィルタ機能」は、排気中に含まれるＰＭを捕集する機能である。

[0014] 本発明の排気浄化装置の故障診断装置によれば、推定ＰＭ堆積量と推定ＮＯ$_2$比率とをパラメータにすることにより、排気浄化装置に堆積しているＰＭとの反応により消費されるＮＯ$_2$の量、すなわち、ＮＯ$_2$比率の低下量を特定す

ることができる。そのため、NO_2比率の低下に起因したNO_x浄化率の低下量を特定することができる。また、推定ＰＭ堆積量からＰＭによって覆われる選択還元型触媒や貴金属触媒の量も特定することができる。そのため、選択還元型触媒や貴金属触媒の一部がＰＭによって覆われることに起因したNO_x浄化率の低下量も特定することができる。

[0015] なお、排気浄化装置においてＰＭと反応するNO_2の量が多いときは少ないときに比べ、NO_x浄化率がピーク値（最大値）を示すときのNO_2比率が大きくなる傾向がある。また、排気浄化装置においてＰＭによって覆われる選択還元型触媒や貴金属触媒の面積（量）が大きいときは小さいときに比べ、NO_x浄化率のピーク値が小さくなる傾向がある。これらの傾向を踏まえ、NO_x浄化率とNO_2比率とＰＭ堆積量との関係を予め求めておくことにより、排気浄化装置が正常（排気浄化装置の選択還元機能が正常）である場合のNO_x浄化率（基準NO_x浄化率）を推定（演算）することができる。よって、基準NO_x浄化率と実NO_x浄化率を比較することにより、排気浄化装置が正常であるか否かを判別することが可能になる。

[0016] ところで、基準NO_x浄化率と実NO_x浄化率の差は、排気浄化装置が劣化や故障した場合に加え、推定ＰＭ堆積量の推定誤差、およびまたは推定NO_2比率の推定誤差が大きくなる場合にも拡大する。よって、排気浄化装置の故障診断を正確に実施するためには、推定ＰＭ堆積量の推定誤差や推定NO_2比率の推定誤差を校正しておく必要がある。

[0017] これに対し、本発明の排気浄化装置の故障診断装置は、実NO_x浄化率がピークを示すときの推定NO_2比率である第一推定NO_2比率と、前記排気浄化装置のＰＭ堆積量が前記第一推定NO_2比率を求めたときのＰＭ堆積量に等しく且つ前記排気浄化装置が正常である場合のNO_x浄化率がピークを示すときのNO_2比率である第一基準NO_2比率とを求め、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差が許容値より大きければ、前記排気浄化装置に堆積している粒子状物質を酸化及び除去するためのＰＭ再生処理を実施する制御手段と、

前記ＰＭ再生処理の実行後において、前記実NO_x浄化率がピークを示すときの推定NO_2比率である第二推定NO_2比率と、前記排気浄化装置のＰＭ堆積量が零であり且つ前記排気浄化装置が正常である場合のNO_x浄化率がピークを示すときのNO_2比率である第二基準NO_2比率とを求め、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差が許容値より大きければ、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差を利用して前記第二推定手段により推定される推定NO_2比率を補正する補正手段と、

を更に備えるようにしてもよい。

[0018] 排気浄化装置にＰＭが堆積しているときは、第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差が許容値より大きくなる要因として、NO_2比率の推定誤差（演算誤差）とＰＭ堆積量の推定誤差（演算誤差又測定誤差）との二つの要因が考えられる。例えば、推定ＰＭ堆積量が誤差を含む場合は、第一推定NO_2比率を求めたときの推定ＰＭ堆積量は、実際のＰＭ堆積量と異なる値になる。そのため、このような推定ＰＭ堆積量をパラメータとして求められる第一基準NO_2比率は、真値と異なる値になる。一方、推定NO_2比率が誤差を含む場合は、第一推定NO_2比率は、実際のNO_2比率と異なる値になる。したがって、推定ＰＭ堆積量又は推定NO_2比率の少なくとも一方に誤差が含まれている場合は、たとえ排気浄化装置が正常であっても、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差が許容値より大きくなる。

[0019] これに対し、ＰＭ再生処理の実行後は、実際のＰＭ堆積量が略零になる。そのため、推定ＰＭ堆積量が零であるとみなして第二基準NO_2比率が求められると、該第二基準NO_2比率が真値と略同等になる。よって、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率との差が許容値より大きければ、第二推定NO_2比率が真値と異なっているとみなすことができる。すなわち、推定NO_2比率が誤差を含んでいるとみなすことができる。そこで、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差に基づいて、第二推定手段により推定される推定NO_2比率が補正されれば、推定NO_2比率の推定誤差を校正することができる。

[0020] 一方、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差が許容値以下である場合は、第二推定NO_2比率が真値と略同等であるとみなすことができる。そのため、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差は、推定ＰＭ堆積量の推定誤差に因るとみなすことができる。よって、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差に基づいて、第一推定手段により推定される推定ＰＭ堆積量が補正されれば、推定ＰＭ堆積量の推定誤差を校正することができる。

[0021] ここで、排気浄化装置が正常であり且つ排気浄化装置にＰＭが堆積していない場合は、NO_2比率が特定の値（たとえば、５０％）になるときに、NO_X浄化率がピークになる。よって、ＰＭ再生処理の実行後は、第二基準NO_2比率の代わりに前記したような特定値が用いられてもよい。

[0022] なお、排気浄化装置の選択還元機能が正常である場合においては、ＰＭ再生処理実行前の基準NO_X浄化率のピーク値と実NO_X浄化率のピーク値の差が許容値以下であれば、推定ＰＭ堆積量が実際のＰＭ堆積量と略同等であると考えることができる。そこで、補正手段は、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差が許容値より大きい場合に、基準NO_X浄化率のピーク値と実NO_X浄化率のピーク値との差が許容値以下であれば、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差を利用して、第二推定手段により推定される推定NO_2比率を補正するようにしてもよい。このような方法によれば、ＰＭ再生処理を実行することなく、推定NO_2比率の推定誤差を校正することが可能になる。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断をより正確に実施することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明を適用する内燃機関とその排気系の概略構成を示す図である。

[図2]第二触媒ケーシングへ流入する排気のNO_2比率と排気浄化装置のＰＭ堆積量と排気浄化装置のNO_X浄化率との相関を示す図である。

[図3]選択還元機能の故障診断が行われる際にＥＣＵ９によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図4]NO_2比率又はＰＭ堆積量の計算値に誤差が含まれている場合のNO_X浄化率とNO_2比率との関係を示す図である。

[図5]NO_2比率とＰＭ堆積量を校正する際にＥＣＵ９が実行する処理ルーチンを示すフローチャートである。

[図6]選択還元機能が正常である場合において、ＰＭ堆積量の計算値に誤差が含まれているときのNO_X浄化率とNO_2比率との関係を示す図である。

[図7]選択還元機能が正常である場合において、NO_2比率の計算値とＰＭ堆積量の計算値に誤差が含まれているときのNO_X浄化率とNO_2比率との関係を示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の具体的な実施形態について図面に基づいて説明する。本実施形態に記載される構成部品の寸法、材質、形状、相対配置等は、特に記載がない限り発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

[0026] ＜実施例１＞

先ず、本発明の第１の実施例について図１乃至図４に基づいて説明する。図１は、本発明を適用する内燃機関とその排気系の概略構成を示す図である。図１に示す内燃機関１は、圧縮着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）又は希薄燃焼（リーンバーン運転）可能な火花点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）である。

[0027] 内燃機関１には、排気通路２が接続されている。排気通路２は、内燃機関１の気筒内から排出される既燃ガス（排気）を流通させるための通路である。排気通路２の途中には、第一触媒ケーシング３と第二触媒ケーシング４が上流側から直列に配置されている。

[0028] 第一触媒ケーシング３は、筒状のケーシング内に酸化触媒を内装している。第二触媒ケーシング４は、筒状のケーシング内に、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置を収容している。排気浄化装置は、例えば

、ウォールフロー型のパティキュレートフィルタの通路壁面に、選択還元型触媒や貴金属触媒（白金（Ｐｔ）やパラジウム（Ｐｄ）等）が担持された触媒担体（例えば、アルミナ系又はゼオライト系の活性成分）をコーティングしたものである。

[0029] 第一触媒ケーシング３と第二触媒ケーシング４との間の排気通路２には、アンモニア又はアンモニアの前駆体である還元剤を排気中へ添加（噴射）するための還元剤添加弁５が取り付けられている。還元剤添加弁５は、ニードルの移動により開閉される噴孔を有する弁装置である。還元剤添加弁５は、ポンプ５０を介して還元剤タンク５１に接続されている。ポンプ５０は、還元剤タンク５１に貯留されている還元剤を吸引するとともに、吸引された還元剤を還元剤添加弁５へ圧送する。還元剤添加弁５は、ポンプ５０から圧送されてくる還元剤を排気通路２内へ噴射する。なお、還元剤添加弁５の開閉タイミングやポンプ５０の吐出圧力は、電子制御ユニット（ＥＣＵ）９によって電気的に制御されるようになっている。

[0030] ここで、還元剤タンク５１に貯留される還元剤は、アンモニアの前駆体である還元剤である。アンモニアの前駆体である還元剤としては、尿素やカルバミン酸アンモニウム等の水溶液を用いることができる。本実施例では、当該還元剤として尿素水溶液を用いるものとする。

[0031] 還元剤添加弁５から尿素水溶液が噴射されると、該尿素水溶液が排気とともに第二触媒ケーシング４へ流入する。その際、尿素水溶液が排気や排気浄化装置の熱を受けて熱分解又は加水分解される。尿素水溶液が熱分解又は加水分解されると、アンモニア（NH_3）が生成される。このようにして生成されたアンモニア（NH_3）は、選択還元型触媒に吸着又は吸蔵される。選択還元型触媒に吸着又は吸蔵されたアンモニア（NH_3）は、排気中に含まれる窒素酸化物（ＮＯｘ）と反応して窒素（N_2）や水（H_2O）を生成する。つまり、アンモニア（NH_3）は、窒素酸化物（NO_X）の還元剤として機能する。その際、選択還元型触媒の広い範囲においてアンモニア（NH_3）が吸着されていると、選択還元型触媒における窒素酸化物（NO_X）の浄化率を高めること

ができる。

[0032] このように構成された内燃機関１には、ＥＣＵ９が併設されている。ＥＣＵ９は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、バックアップＲＡＭ等を備えた電子制御ユニットである。ＥＣＵ９には、第一NO_Xセンサ６、第二NO_Xセンサ７、排気温度センサ８、クランクポジションセンサ１０、及びアクセルポジションセンサ１１等の各種センサが電気的に接続されている。

[0033] 第一NO_Xセンサ６は、第一触媒ケーシング３より下流、且つ、第二触媒ケーシング４より上流の排気通路２に配置され、第二触媒ケーシング４へ流入する排気に含まれる窒素酸化物（NO_X）の量（以下、「NO_X流入量」と称する）に相関する電気信号を出力する。第二NO_Xセンサ７は、第二触媒ケーシング４より下流の排気通路２に配置され、第二触媒ケーシング４から流出するNO_Xの量（以下、「NO_X流出量」と称する）に相関する電気信号を出力する。排気温度センサ８は、第二触媒ケーシング４より下流の排気通路２に配置され、第二触媒ケーシング４から流出する排気の温度と相関する電気信号を出力する。クランクポジションセンサ１０は、内燃機関１の出力軸（クランクシャフト）の回転位置に相関する電気信号を出力する。アクセルポジションセンサ１１は、アクセルペダルの操作量（アクセル開度）に相関する電気信号を出力する。

[0034] ＥＣＵ９には、内燃機関１に取り付けられた各種機器（たとえば、燃料噴射弁等）、還元剤添加弁５、及びポンプ５０等が電気的に接続されている。ＥＣＵ９は、前記した各種センサの出力信号に基づいて、内燃機関１の各種機器、還元剤添加弁５、及びポンプ５０等を電気的に制御する。例えば、ＥＣＵ９は、内燃機関１の燃料噴射制御や、還元剤添加弁５から間欠的に還元剤を噴射させる添加制御等の既知の制御に加え、第二触媒ケーシング４に収容された排気浄化装置の故障診断処理を行う。

[0035] 以下、排気浄化装置の故障診断処理について説明する。ここでいう故障診断処理は、選択還元機能の故障（劣化）を診断する処理である。選択還元機能が故障した場合は故障していない場合に比べ、排気浄化装置のNO_X浄化率

が低下する。よって、排気浄化装置のＮＯ$_x$浄化率が閾値を下回ったことを条件として、選択還元機能が故障していると判定する方法が考えられる。

[0036] ところで、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備える排気浄化装置においては、選択還元機能が正常であるにもかかわらず、ＮＯ$_x$浄化率が閾値を下回る事態が発生し得る。例えば、ＰＭが排気浄化装置に捕集又は堆積しているときは、排気中のＮＯ$_2$の一部がＰＭの酸化反応に消費される可能性がある。

[0037] ここで、排気浄化装置の選択還元機能が正常である場合は、該排気浄化装置のＮＯ$_x$浄化率は、第二触媒ケーシング４（排気浄化装置）へ流入する排気のＮＯ$_2$比率（ＮＯ$_2$／（ＮＯ＋ＮＯ$_2$））が所定の範囲（例えば、５０％前後）にあるときにピークを示す。そのため、内燃機関１の運転状態や酸化触媒の温度は、排気浄化装置へ流入する排気のＮＯ$_2$比率が５０％前後となるように制御されることが好ましい。しかしながら、ＰＭが排気浄化装置に堆積しているときは、排気中に含まれるＮＯ$_2$の一部がＰＭと反応するため、ＮＯ$_2$比率が所定の範囲より低くなる。その結果、排気浄化装置のＮＯ$_x$浄化率が低下する。また、ＰＭが排気浄化装置に堆積しているときは、選択還元型触媒の少なくとも一部がＰＭによって覆われるため、選択還元型触媒によって浄化されるＮＯ$_x$の量が減少する可能性がある。よって、ＰＭが排気浄化装置に捕集又は堆積しているときは、選択還元機能が正常であるにもかかわらず、排気浄化装置のＮＯ$_x$浄化率が閾値より小さくなる可能性がある。

[0038] これに対し、本実施例の故障診断処理では、第二触媒ケーシング４へ流入する排気のＮＯ$_2$比率と排気浄化装置のＰＭ堆積量とをパラメータとして、排気浄化装置が正常である場合のＮＯ$_x$浄化率（基準ＮＯ$_x$浄化率）を演算（推定）し、基準ＮＯ$_x$浄化率と実際のＮＯ$_x$浄化率（実ＮＯ$_x$浄化率）を比較することにより、選択還元機能の故障を診断するようにした。

[0039] 詳細には、ＥＣＵ９は、内燃機関１から排出されるＰＭの量と内燃機関１から第二触媒ケーシング４に至る経路で酸化されるＰＭの量とをパラメータとして、第二触媒ケーシング４へ流入するＰＭの量（ＰＭ流入量）を演算する。ＥＣＵ９は、ＰＭ流入量を積算してＰＭ堆積量（推定ＰＭ堆積量）を演

算する。なお、内燃機関１から排出されるＰＭの量は、内燃機関１の運転状態（燃料噴射量、吸入空気量、機関回転数等）をパラメータとして演算することができる。また、内燃機関１から第二触媒ケーシング４へ至る経路で酸化されるＰＭの量は、排気温度や第一触媒ケーシング３内の雰囲気温度（酸化触媒の床温）をパラメータとして演算することができる。

[0040] ＥＣＵ９は、内燃機関１から排出される一酸化窒素（ＮＯ）及び二酸化窒素（NO_2）の量と、酸化触媒においてNO_2に転化されるＮＯの量とをパラメータとして、第二触媒ケーシング４へ流入する排気のNO_2比率（推定NO_2比率）を演算する。内燃機関１から排出されるＮＯ及びNO_2の量は、内燃機関１の運転条件（燃料噴射量、吸入空気量、機関負荷（アクセル開度）、機関回転数）から演算することができる。酸化触媒においてNO_2に転化されるＮＯの量は、酸化触媒の床温から演算することができる。

[0041] 上記した方法により排気浄化装置の推定ＰＭ堆積量と第二触媒ケーシング４へ流入する排気の推定NO_2比率とが算出されると、ＥＣＵ９は、推定ＰＭ堆積量と推定NO_2比率とNO_X浄化率との相関を用いて、基準NO_X浄化率を演算する。

[0042] ここで、排気浄化装置の選択還元機能が正常である場合におけるＰＭ堆積量とNO_2比率とNO_X浄化率との相関を図２に示す。図２において、排気浄化装置のＰＭ堆積量が零のとき（ＰＭがパティキュレートフィルタに堆積していないとき）は、NO_2比率が５０％のときにNO_X浄化率がピークとなる。これに対し、ＰＭが排気浄化装置に堆積しているときは、ＰＭ堆積量が多くなるほど、NO_X浄化率のピーク値が小さくなるとともに、NO_X浄化率がピーク値を示すときのNO_2比率が大きくなる（５０％より高くなる）。これは、ＰＭ堆積量が多くなるほど、ＰＭと反応するNO_2の量が増えるとともに、ＰＭによって覆われる選択還元型触媒の面積（量）が大きくなるからである。

[0043] なお、図２に示す相関関係は、ＰＭ堆積量とNO_2比率を引数とするマップ又は関数として、予めＥＣＵ９のＲＯＭに記憶されていてもよい。その場合、ＥＣＵ９は、前述の方法により算出された推定ＰＭ堆積量と推定NO_2比率

を引数として、排気浄化装置の選択還元機能が正常である場合のＮＯχ浄化率（基準ＮＯχ浄化率）を演算（推定）することができる。ところで、ＰＭとＮＯ2との反応は、第二触媒ケーシング４内の雰囲気温度が高くなるほど活発になる傾向がある。つまり、ＮＯχ浄化率がピークを示すＮＯ2比率は、第二触媒ケーシング４内の雰囲気温度が高くなるほど大きくなる傾向がある。そこで、ＰＭ堆積量とＮＯ2比率と第二触媒ケーシング４の雰囲気温度とを引数として基準ＮＯχ浄化率を導出するマップを予め作成しておき、そのマップを用いて基準ＮＯχ浄化率が算出されるようにしてもよい。その際、第二触媒ケーシング４の雰囲気温度としては、排気温度センサ８の出力信号を用いてもよい。

[0044] 次に、ＥＣＵ９は、以下の式（１）にしたがって、排気浄化装置の実ＮＯχ浄化率（Ｅｎｏｘ）を演算する。

Ｅｎｏｘ＝１－（Ａｎｏｘｏｕｔ／Ａｎｏｘｉｎ）・・・（１）

式（１）中のＡｎｏｘｉｎは第一ＮＯχセンサ６の出力信号（ＮＯχ流入量）であり、Ａｎｏｘｏｕｔは第二ＮＯχセンサ７の出力信号（ＮＯχ流出量）である。なお、ＮＯχ流入量Ａｎｏｘｉｎは、内燃機関１の運転条件（燃料噴射量、吸入空気量、機関負荷、機関回転数）から演算されてもよい。

[0045] ＥＣＵ９は、前記式（１）に基づいて算出された実ＮＯχ浄化率Ｅｎｏｘと基準ＮＯχ浄化率Ｅｎｏｘｅとの差△Ｅｎｏｘを演算する。ＥＣＵ１０は、前記差△Ｅｎｏｘが閾値以下であるか否かを判別する。前記差△Ｅｎｏｘが閾値以下であれば、ＥＣＵ９は、排気浄化装置の選択還元機能が正常であると判定する。一方、前記差△Ｅｎｏｘが閾値より大きければ、ＥＣＵ９は、排気浄化装置の選択還元機能が故障していると判定する。なお、ここでいう「閾値」は、選択還元機能が正常であるときに前記差Δ Ｅｎｏｘが取り得る値に最大値にマージンを加算した値であり、予め実験等を利用した適合処理によって求められている値である。

[0046] このような方法により選択還元機能の故障診断処理が実行されると、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置において、選択還元機能

が正常であるにもかかわらず、該選択還元機能が故障していると誤診断される事態を回避することができる。よって、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置において、選択還元機能の故障をより正確に診断することが可能となる。

[0047] 以下、本実施例における故障診断処理の実行手順について、図３に沿って説明する。図３は、選択還元機能の故障診断が行われる際にＥＣＵ９によって実行される処理ルーチンを示すフローチャートである。図３の処理ルーチンは、予めＥＣＵ９のＲＯＭに記憶されており、ＥＣＵ９（ＣＰＵ）によって周期的に実行される。

[0048] 図３の処理ルーチンでは、ＥＣＵ９は、先ずＳ１０１の処理において排気浄化装置の推定ＰＭ堆積量を演算する。その際、ＥＣＵ９は、前述したように、内燃機関１から排出されるＰＭの量と内燃機関１から第二触媒ケーシング４に至る経路で酸化されるＰＭの量とから第二触媒ケーシング４へ流入するＰＭの量（ＰＭ流入量）を演算し、そのＰＭ流入量を積算して推定ＰＭ堆積量を演算する。なお、第二触媒ケーシング４より上流の排気圧力と第二触媒ケーシング４より下流の排気圧力との差（前後差圧）を検出する差圧センサが排気通路２に取り付けられている場合は、ＥＣＵ９は、差圧センサの測定値から推定ＰＭ堆積量を演算してもよい。このようにＥＣＵ９がＳ１０１の処理を実行することにより、本発明に係わる第一推定手段が実現される。

[0049] Ｓ１０２の処理では、ＥＣＵ９は、第二触媒ケーシング４へ流入する排気の推定NO_2比率を演算する。その際、ＥＣＵ９は、前述したように、内燃機関１から排出されるＮＯ及びNO_2の量と、酸化触媒においてNO_2に転化されるＮＯの量とをパラメータとして、第二触媒ケーシング４へ流入する排気の推定NO_2比率を演算する。このようにＥＣＵ９がＳ１０２の処理を実行することにより、本発明に係わる第二推定手段が実現される。

[0050] Ｓ１０３の処理では、ＥＣＵ９は、Ｓ１０１の処理で算出された推定ＰＭ堆積量とＳ１０２の処理で算出された推定NO_2比率とに基づいて基準NO_x浄化率Ｅｎｏｘｅを演算する。その際、ＥＣＵ９は、前述した図２に示すよう

なマップを利用して基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅを算出する。このようにＥＣＵ９がＳ１０３の処理を実行することにより、本発明に係わる第一演算手段が実現される。

[0051] Ｓ１０４の処理では、ＥＣＵ９は、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘを演算する。その際、ＥＣＵ９は、前述したように、第一NO_Xセンサ６の出力信号（NO_X流入量）Ａｎｏｘｉｎと第二NO_Xセンサ７の出力信号（NO_X流出量）Ａｎｏｘｏｕｔを前記式（１）に代入することにより、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘを演算する。このようにＥＣＵ９がＳ１０４の処理を実行することにより、本発明に係わる第二演算手段が実現される。

[0052] Ｓ１０５の処理では、ＥＣＵ９は、Ｓ１０３の処理で算出された基準NO_X浄化率ＥｎｏｘｅとＳ１０４の処理で算出された実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの差ΔＥｎｏｘを演算する。

[0053] Ｓ１０６の処理では、ＥＣＵ９は、Ｓ１０５の処理で算出された差ΔＥｎｏｘの絶対値が閾値Ｔｅｎｏｘ以下であるか否かを判別する。閾値Ｔｅｎｏｘは、選択還元機能が正常である場合に前記差ΔＥｎｏｘの絶対値が取り得る最大値にマージンを加算した値であり、予め実験等を利用した適合処理によって求められた値である。

[0054] Ｓ１０６の処理において肯定判定された場合（｜△Ｅｎｏｘ｜≦Ｔｅｎｏｘ）は、ＥＣＵ９は、Ｓ１０７の処理へ進み、選択還元機能が正常であると判定する。一方、Ｓ１０６の処理において否定判定された場合（｜△Ｅｎｏｘ｜＞Ｔｅｎｏｘ）は、ＥＣＵ９は、Ｓ１０８の処理へ進み、選択還元機能が故障していると判定する。このようにＥＣＵ９がＳ１０６乃至Ｓ１０８の処理を実行することにより、本発明に係わる診断手段が実現される。

[0055] 以上述べた実施例によれば、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置において、選択還元機能が正常であるにもかかわらず、該選択還元機能が故障していると誤診断される事態を回避することができる。その結果、選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置において、選択還元機能の故障診断をより正確に行うことができる。

[0056] ＜実施例２＞

次に、本発明の第２の実施例について図５乃至図７に基づいて説明する。ここでは、前述した第１の実施例と異なる構成について説明し、同様の校正については説明を省略する。

[0057] 本実施例では、推定NO_2比率又は推定ＰＭ堆積量の推定誤差を校正する方法について述べる。推定NO_2比率と実際のNO_2比率との間に誤差が生じた場合や、推定ＰＭ堆積量と実際のＰＭ堆積量との間に誤差が生じた場合は、選択還元機能が正常であっても、前記差ΔＥｎｏｘの絶対値が閾値Ｔｅｎｏｘより大きくなる可能性がある。

[0058] そこで、選択還元機能の故障診断処理を実行する前に、推定NO_2比率およびまたは推定ＰＭ堆積量の推定誤差（演算誤差）を校正することが望ましい。以下では、推定NO_2比率と及び推定ＰＭ堆積量の演算誤差を校正する方法について述べる。

[0059] 先ず、ＥＣＵ９は、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘがピークを示すときの推定NO_2比率（第一推定NO_2比率）を求める。ところで、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘは、ＰＭ堆積量に応じて変化する。そのため、第一推定NO_2比率を求める場合は、ＰＭ堆積量が一定量であるときの推定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの相関を求める必要がある。

[0060] これに対し、推定ＰＭ堆積量が予め定められた所定量と等しくなったときの推定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとを求める処理を繰り返し実行する方法が考えられる。このような方法によれば、推定ＰＭ堆積量が所定量と等しい場合における推定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの相関を求めることができる。その結果、第一推定NO_2比率を求めることもできる。ただし、推定ＰＭ堆積量が所定量と等しくなる機会は、排気浄化装置に捕集されているＰＭを酸化及び除去する処理（ＰＭ再生処理）が実行されてから次回のＰＭ再生処理が実行されるまでの期間に１回のみであるため、第一推定NO_2比率が求まるまでにかかる時間が長くなる。

[0061] そこで、ＥＣＵ９は、内燃機関１から単位時間あたりに排出されるＰＭの

量が少ないときに、内燃機関１から排出される排気のＮＯ$_2$比率を変更することにより、推定ＮＯ$_2$比率と実ＮＯ$_x$浄化率Ｅｎｏｘとの相関を求め、その相関から第一推定ＮＯ$_2$比率を求めてもよい。

[0062] なお、内燃機関１から単位時間あたりに排出されるＰＭの量が少なくなる運転状態としては、たとえば、燃料噴射量が少ない低負荷・低回転運転領域、好ましくはアイドル運転領域を例示することができる。

[0063] 内燃機関１がアイドル運転状態にあるときは、内燃機関１から単位時間あたりに排出されるＰＭの絶対量が少なくなる。そのため、数サイクル毎に内燃機関１から排出される排気のＮＯ$_2$比率を変更すれば、ＰＭ堆積量が略一定となる条件下で第一推定ＮＯ$_2$比率を求めることができる。

[0064] また、内燃機関１から排出される排気のＮＯ$_2$比率を変更する方法としては、混合気の空燃比を変更する方法、ＥＧＲ（Ｅｘｈａｕｓｔ Ｇａｓ Ｒｅｃｉｒｃｕｌａｔｉｏｎ）ガスの量を変更する方法、又は過給器による吸気の過給圧を変更する方法等を用いることができる。

[0065] 次に、ＥＣＵ９は、第一推定ＮＯ$_2$比率が求められたときの推定ＰＭ堆積量をパラメータとして、選択還元機能が正常である場合のＮＯ$_x$浄化率（基準ＮＯ$_x$浄化率）がピークを示すときのＮＯ$_2$比率（第一基準ＮＯ$_2$比率）を求める。具体的には、ＥＣＵ９は、第一推定ＮＯ$_2$比率が求められたときの推定ＰＭ堆積量と前述の図２に示したようなマップとに基づいて、第一基準ＮＯ$_2$比率を求める。

[0066] ここで、選択還元機能の故障やＮＯ$_x$センサ６，７の故障等が発生している場合は、基準ＮＯ$_x$浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値と実ＮＯ$_x$浄化率Ｅｎｏｘのピーク値が乖離するが、推定ＰＭ堆積量又は推定ＮＯ$_2$比率の少なくとも一方に誤差が含まれている場合は、図４に示すように、第一推定ＮＯ$_2$比率と第一基準ＮＯ$_2$比率とが乖離する。たとえば、推定ＮＯ$_2$比率が推定誤差を含む場合は、第一推定ＮＯ$_2$比率が真値と異なる値になる。また、推定ＰＭ堆積量が推定誤差を含む場合は、第一基準ＮＯ$_2$比率が真値と異なる値になる。よって、推定ＰＭ堆積量又は推定ＮＯ$_2$比の少なくとも一方に誤差が含まれている場合は

、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率とが乖離する。

[0067] そこで、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒが許容値を超えている場合は、推定NO_2比率又は推定ＰＭ堆積量の値に誤差が含まれていると考えることができる。なお、前記許容値は、予め実験等を利用した適合処理によって求められている値である。

[0068] 第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒが許容値を超えている場合は、ＥＣＵ９は、ＰＭ再生処理を実行する。ＰＭ再生処理は、第二触媒ケーシング４内の雰囲気温度をＰＭが酸化可能な温度域まで上昇させることにより、排気浄化装置に捕集されているＰＭを酸化及び除去する処理である。第二触媒ケーシング４内の雰囲気温度をＰＭが酸化可能な温度域まで上昇させる方法としては、第一触媒ケーシング３へ未燃燃料を供給することにより、未燃燃料が酸化触媒によって酸化させられる際の反応熱を利用して排気温度を上昇させる方法、第二触媒ケーシング４をヒータ等により直接加熱する方法等を用いることができる。また、第一触媒ケーシング３へ未燃燃料を供給する方法としては、排気行程中の気筒内へ燃料を噴射させる方法や、第一触媒ケーシング３より上流の排気通路２に配置される燃料添加弁から排気中に燃料を添加する方法等を用いることができる。

[0069] ＥＣＵ９は、ＰＭ再生処理の実行後において、内燃機関１から排出される排気のNO_2比率を変更させることにより、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘがピークを示すときの推定NO_2比率（第二推定NO_2比率）を再度演算する。また、ＥＣＵ９は、ＰＭ堆積量が零である場合の基準NO_X浄化率がピークを示すときのNO_2比率（第二基準NO_2比率）を演算する。具体的には、ＥＣＵ９は、図２に示すようなマップにおいて、ＰＭ堆積量が零である場合のNO_X浄化率がピークを示すときのNO_2比率を求め、該NO_2比率を第二基準NO_2比率に設定する。

[0070] ＥＣＵ９は、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率とを比較する。ここで、ＰＭ再生処理の実行後は、ＰＭ堆積量が略零となる。よって、第二基準NO_2比率は真値と等しいとみなすことができる。そのため、第二推定NO_2比率

と第二基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ａｆｔが許容値より大きければ、推定NO_2比率に誤差が含まれているとみなすことができる。そこで、ＥＣＵ９は、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ａｆｔが許容値より大きい場合は、その差△Ｒｎｏ２ａｆｔを推定NO_2比率に加算することにより、推定NO_2比率の誤差を校正する。

[0071] また、前記差△Ｒｎｏ２ａｆｔが許容値以下であるときは、ＰＭ再生処理実行前の差△Ｒｎｏ２ｂｆｒが許容値より大きくなる要因は、ＰＭ堆積量の演算誤差にあると考えることができる。そこで、ＥＣＵ９は、ＰＭ再生処理実行前の差△Ｒｎｏ２ｂｆｒをＰＭ堆積量の計算値に加算することにより、推定ＰＭ堆積量の誤差を校正する。

[0072] このような方法によって校正された推定NO_2比率と推定ＰＭ堆積量を用いて選択還元機能の故障診断処理が実行されると、診断精度をより高めることが可能となる。

[0073] 以下、推定NO_2比率と推定ＰＭ堆積量を校正する手順について図５に沿って説明する。図５は、推定NO_2比率と推定ＰＭ堆積量を校正する際にＥＣＵ９が実行する処理ルーチンを示すフローチャートである。この処理ルーチンは、内燃機関１がアイドル運転状態にあるときに、ＥＣＵ９（ＣＰＵ）によって実行される。

[0074] 図５の処理ルーチンでは、ＥＣＵ９は、Ｓ２０１の処理において内燃機関１がアイドル運転状態にあるか否かを判別する。Ｓ２０１の処理において否定判定された場合は、ＥＣＵ９は、本ルーチンの実行を一旦終了する。Ｓ２０１の処理において肯定判定された場合は、ＥＣＵ９は、Ｓ２０２の処理へ進む。

[0075] Ｓ２０２の処理では、ＥＣＵ９は、推定ＰＭ堆積量を演算する。推定ＰＭ堆積量は、前述した第１の実施例と同様の方法により演算される。

[0076] Ｓ２０３の処理では、ＥＣＵ９は、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘがピークを示すときの推定NO_2比率（第一推定NO_2比率）を演算する。詳細には、ＥＣＵ９は、内燃機関１から排出される排気のNO_2比率を数サイクル毎に変更し、推

定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの相関を求める。ここで、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘは、排気浄化装置のＰＭ堆積量に応じて変化する。しかしながら、内燃機関１がアイドル運転状態にあるときは該内燃機関１から単位時間あたりに排出されるＰＭの量が少ないため、推定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの相関を求める期間のＰＭ堆積量は略一定であるとみなすことができる。ＥＣＵ９は、推定NO_2比率と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘとの相関に基づいて、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘがピークを示すときの推定NO_2比率（第一推定NO_2比率）を特定する。

[0077] Ｓ２０４の処理では、ＥＣＵ９は、第一推定NO_2比率が求められたときのＰＭ堆積量と前述の図２に示したようなマップとに基づいて、基準NO_X浄化率がピークを示すときのNO_2比率（第一基準NO_2比率）を特定する。ここで、第一推定NO_2比率が求められたときのＰＭ堆積量としては、前記Ｓ２０２の処理で求められた推定ＰＭ堆積量を用いるものとする。

[0078] Ｓ２０５の処理では、ＥＣＵ９は、Ｓ２０３及びＳ２０４の処理で特定された第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒを演算する。

[0079] Ｓ２０６の処理では、ＥＣＵ９は、Ｓ２０５の処理で求められた差△Ｒｎｏ２ｂｆｒの絶対値が許容値より大きいか否かを判別する。Ｓ２０６の処理において否定判定された場合は、推定NO_2比率及び推定ＰＭ堆積量に含まれる誤差が許容範囲内であるため、ＥＣＵ９は、本ルーチンの実行を終了する。一方、Ｓ２０６の処理において肯定判定された場合は、推定NO_2比率又は推定ＰＭ堆積量に含まれる誤差が許容範囲を超えているため、ＥＣＵ９は、Ｓ２０７以降の処理で推定NO_2比率又は推定ＰＭ堆積量を校正する。

[0080] Ｓ２０７の処理では、ＥＣＵ９は、ＰＭ再生処理を実行する。詳細には、ＥＣＵ９は、前述したように、第二触媒ケーシング４内の雰囲気温度をＰＭが酸化可能な温度域まで高める処理を実行する。

[0081] なお、ＥＣＵ９がＳ２０２乃至Ｓ２０７の処理を実行することにより、本発明に係わる制御手段が実現される。

[0082] Ｓ２０８の処理では、ＥＣＵ９は、ＰＭ再生処理が終了したとき（ＰＭ堆積量が略零であるとき）に、実NO_x浄化率Ｅｎｏｘと推定NO_2比率との相関を再度求め、該相関に基づいて実NO_x浄化率Ｅｎｏｘがピークを示すときの推定NO_2比率（第二推定NO_2比率）を特定する。

[0083] Ｓ２０９の処理では、ＥＣＵ９は、第二推定NO_2比率が求められたときのＰＭ堆積量と前述の図２に示したようなマップとに基づいて、基準NO_x浄化率がピークを示すときのNO_2比率（第二基準NO_2比率）を特定する。ここで、第二推定NO_2比率が求められたときのＰＭ堆積量は、略零である。よって、ＥＣＵ９は、ＰＭ堆積量が零である場合において基準NO_x浄化率がピークを示すときのNO_2比率を求めればよい。なお、ＰＭ堆積量が零である場合は、NO_2比率が５０％になるときにNO_x浄化率がピークとなる。よって、ＥＣＵ９は、第二基準NO_2比率として５０％を用いてもよい。

[0084] Ｓ２１０の処理では、ＥＣＵ９は、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ａｆｔを演算する。続いて、ＥＣＵ９は、Ｓ２１１の処理へ進み、前記差△Ｒｎｏ２ａｆｔの絶対値が許容値より大きいか否かを判別する。

[0085] ここで、ＰＭ再生処理が終了したときは、ＰＭ堆積量が略零になる。そのため、ＰＭ堆積量が零であるとみなして求められた第二基準NO_2比率は、真値と略等しい値になる。よって、Ｓ２１１の処理において肯定判定された場合は、前記差△Ｒｎｏ２ａｆｔは、推定NO_2比率の推定誤差に起因するとみなすことができる。そこで、ＥＣＵ９は、Ｓ２１２の処理へ進み、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率との差ΔＲｎｏ２ａｆｔを利用して、推定NO_2比率を校正する。具体的には、ＥＣＵ９は、第二推定NO_2比率と第二基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ａｆｔを推定NO_2比率に加算する。

[0086] 一方、Ｓ２１１の処理において否定判定された場合は、推定NO_2比率の推定誤差が許容範囲内であるとみなすことができる。よって、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒは、推定ＰＭ堆積量の推定誤差に起因するとみなすことができる。そこで、ＥＣＵ９は、Ｓ２１３の処理

へ進み、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒを利用して、推定ＰＭ堆積量を校正する。具体的には、ＥＣＵ９は、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒとの差△Ｒｎｏ２ｂｆｒを推定ＰＭ堆積量に加算する。

[0087] なお、ＥＣＵ９がＳ２０８乃至Ｓ２１３の処理を実行することにより、本発明に係わる補正手段が実現される。

[0088] 以上述べた手順によって校正された推定NO_2比率又は推定ＰＭ堆積量を用いて基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅが演算されると、基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅが真値に近似する。その結果、選択還元機能の故障診断処理をより正確に実行することが可能になる。

[0089] なお、選択還元機能やNO_Xセンサ６，７が正常である場合において、前述した図４に示すように、基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘのピーク値が略同等であり、且つ、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒが許容値より大きい場合は、該差△Ｒｎｏ２ｂｆｒは、推定NO_2比率の推定誤差に相関する。よって、前記差△Ｒｎｏ２ｂｆｒに基づいて推定NO_2比率が校正されてもよい。

[0090] また、選択還元機能やNO_Xセンサ６，７が正常である場合において、図６に示すように、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２ｂｆｒが許容値以下であり、且つ、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘのピーク値と基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値とが乖離しているときは、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘのピーク値と基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値との差は、推定ＰＭ堆積量の推定誤差に相関する。よって、前記ピーク値の差に基づいて推定ＰＭ堆積量が校正されてもよい。

[0091] 選択還元機能やNO_Xセンサ６，７が正常である場合において、図７に示すように、第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率とが乖離しており、且つ、実NO_X浄化率Ｅｎｏｘのピーク値と基準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値とが乖離しているときは、推定NO_2比率と推定ＰＭ堆積量の双方に推定誤差が含まれていると考えることができる。そのような場合は、ＥＣＵ９は、先ず基

準NO_X浄化率Ｅｎｏｘｅのピーク値と実NO_X浄化率Ｅｎｏｘのピーク値との差に基づいて推定ＰＭ堆積量を校正する。続いて、ＥＣＵ９は、補正後の推定ＰＭ堆積量を利用して第一推定NO_2比率と第一基準NO_2比率との差△Ｒｎｏ２を再度求め、その差△Ｒｎｏ２に基づいて推定NO_2比率を校正してもよい。このような方法によれば、ＰＭ再生処理を実行することなく、推定NO_2比率及び推定ＰＭ堆積量の推定誤差を校正することができる。

符号の説明

[0092] １　内燃機関

２　排気通路

３　第一触媒ケーシング

４　第二触媒ケーシング

５　還元剤添加弁

６　第一NO_Xセンサ

７　第二NO_Xセンサ

８　排気温度センサ

９　ＥＣＵ

１０　クランクポジションセンサ

１１　アクセルポジションセンサ

５０　ポンプ

５１　還元剤タンク

請求の範囲

[請求項1] 選択還元機能とフィルタ機能を兼ね備えた排気浄化装置の故障診断装置であって、

前記排気浄化装置に堆積している粒子状物質の量であるＰＭ堆積量を推定する第一推定値手段と、

前記排気浄化装置へ流入するＮＯ$_X$のうち二酸化窒素が占める割合であるＮＯ$_2$比率を推定する第二推定手段と、

前記第一推定手段により推定されたＰＭ堆積量である推定ＰＭ堆積量と前記第二推定手段により推定されたＮＯ$_2$比率である推定ＮＯ$_2$比率とをパラメータとして、前記排気浄化装置が正常である場合のＮＯ$_X$浄化率である基準ＮＯ$_X$浄化率を演算する第一演算手段と、

前記排気浄化装置より下流に配置され、排気中に含まれるＮＯ$_X$の量を検出する検出手段と、

前記検出手段により検出されたＮＯ$_X$量をパラメータとして、前記排気浄化装置の実際のＮＯ$_X$浄化率である実ＮＯ$_X$浄化率を演算する第二演算手段と、

前記基準ＮＯ$_X$浄化率と前記実ＮＯ$_X$浄化率との差が閾値より大きいことを条件として、前記排気浄化装置が故障していると判定する診断手段と、

を備える排気浄化装置の故障診断装置。

[請求項2] 請求項１において、前記実ＮＯ$_X$浄化率がピークを示すときの推定ＮＯ$_2$比率である第一推定ＮＯ$_2$比率と、前記排気浄化装置のＰＭ堆積量が前記第一推定ＮＯ$_2$比率を求めたときのＰＭ堆積量に等しく且つ前記排気浄化装置が正常である場合のＮＯ$_X$浄化率がピークを示すときのＮＯ$_2$比率である第一基準ＮＯ$_2$比率とを求め、前記第一推定ＮＯ$_2$比率と前記第一基準ＮＯ$_2$比率との差が許容値より大きければ、前記排気浄化装置に堆積している粒子状物質を酸化及び除去するためのＰＭ再生処理を実施する制御手段と、

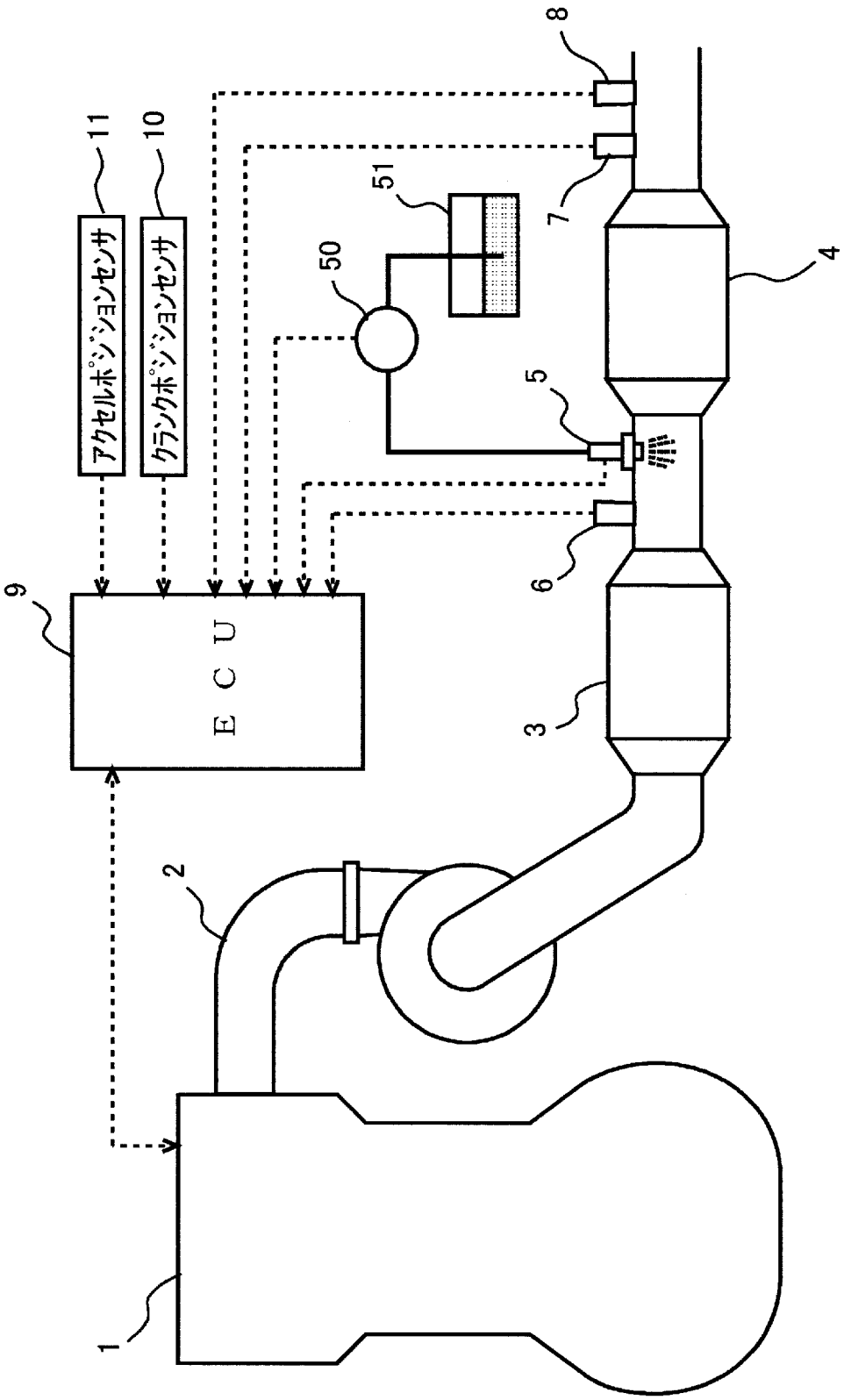
前記ＰＭ再生処理の実行後において、前記実NO_X浄化率がピークを示すときの推定NO_2比率である第二推定NO_2比率と、前記排気浄化装置のＰＭ堆積量が零であり且つ前記排気浄化装置が正常である場合のNO_X浄化率がピークを示すときのNO_2比率である第二基準NO_2比率とを求め、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差が許容値より大きければ、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差を利用して前記第二推定手段により推定される推定NO_2比率を補正する補正手段と、

を更に備える排気浄化装置の故障診断装置。

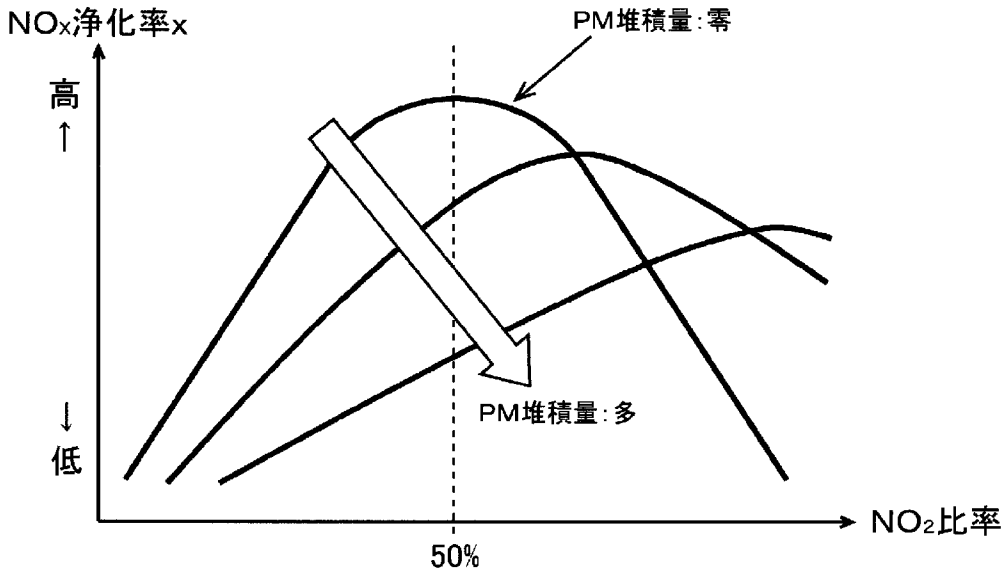
[請求項3] 請求項２において、前記補正手段は、前記第二推定NO_2比率と前記第二基準NO_2比率との差が許容値以下である場合は、前記第一推定NO_2比率と前記第一基準NO_2比率との差を利用して前記第一推定手段により推定される推定ＰＭ堆積量を補正する排気浄化装置の故障診断装置。

[請求項4] 請求項１乃至３の何れか１項において、前記第一演算手段は、前記排気浄化装置のＰＭ堆積量が多くなるほど、NO_X浄化率のピーク値が小さくなるとともに、NO_X浄化率がピーク値を示すときのNO_2比率が大きくなる特性を利用して、前記基準NO_X浄化率を演算する排気浄化装置の故障診断装置。

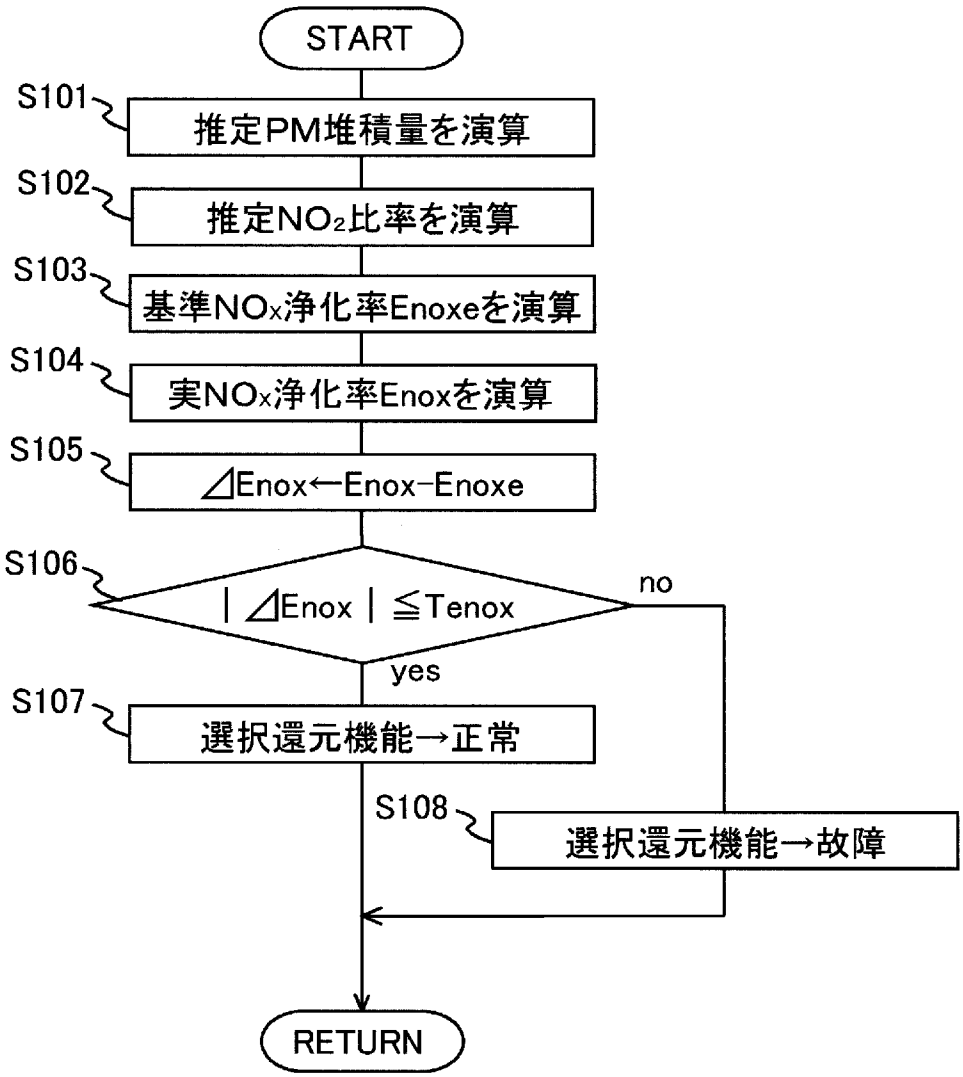
[図1]



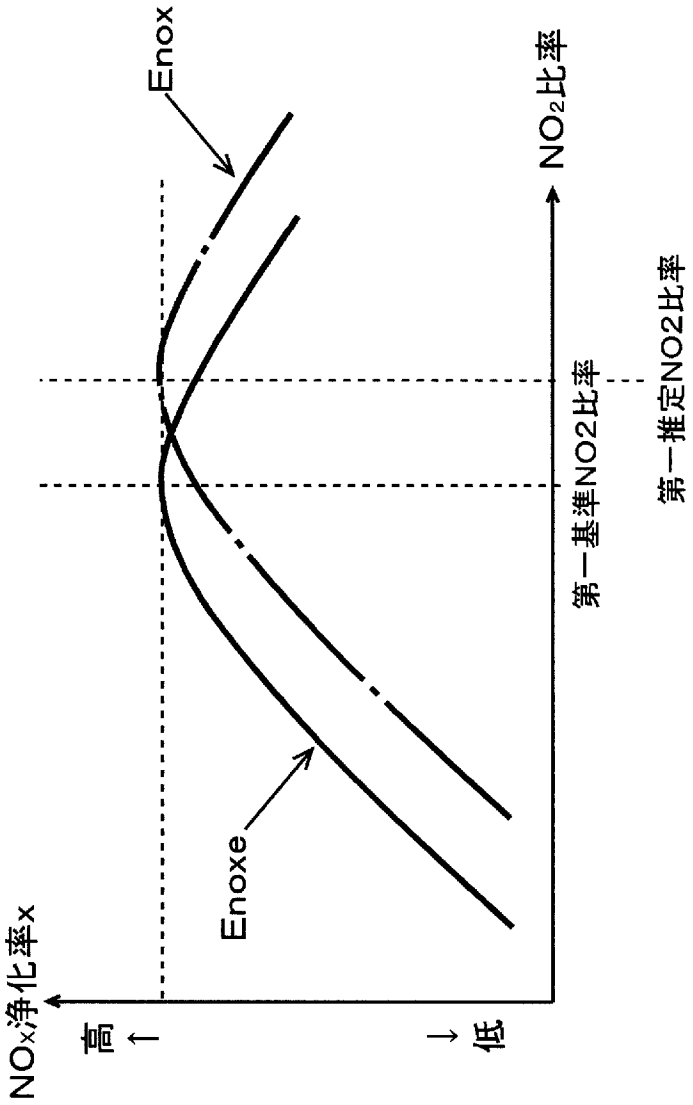
[図2]



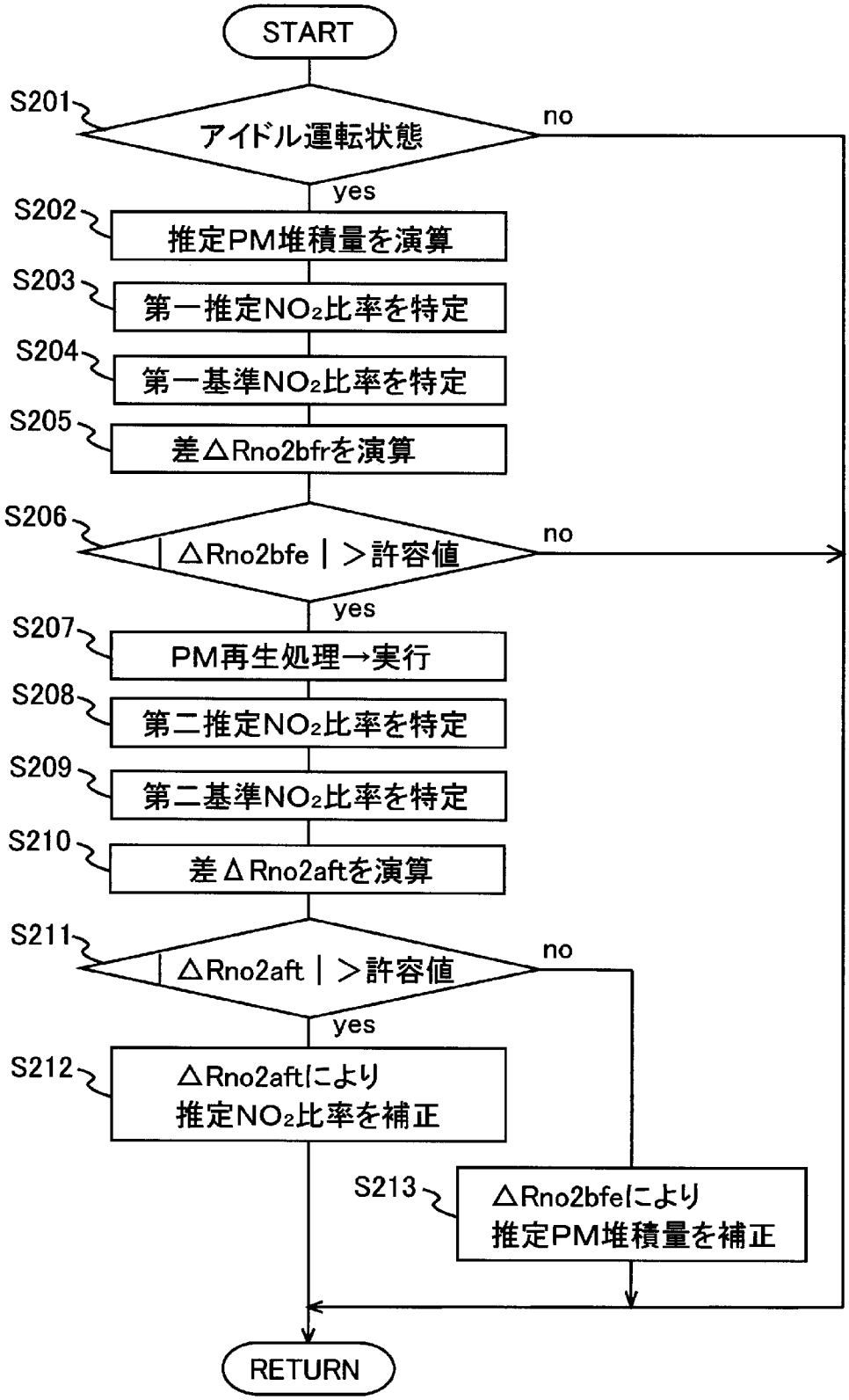
[図3]


START
S101
推定PM堆積量を演算
S102
推定NO2比率を演算
S103
基準NOx浄化率Enoxeを演算
S104
実NOx浄化率Enoxを演算
S105
⊿Enox←Enox−Enoxe
S106
| ⊿Enox | ≦Tenox
no
yes
S107
選択還元機能→正常
S108
選択還元機能→故障
RETURN

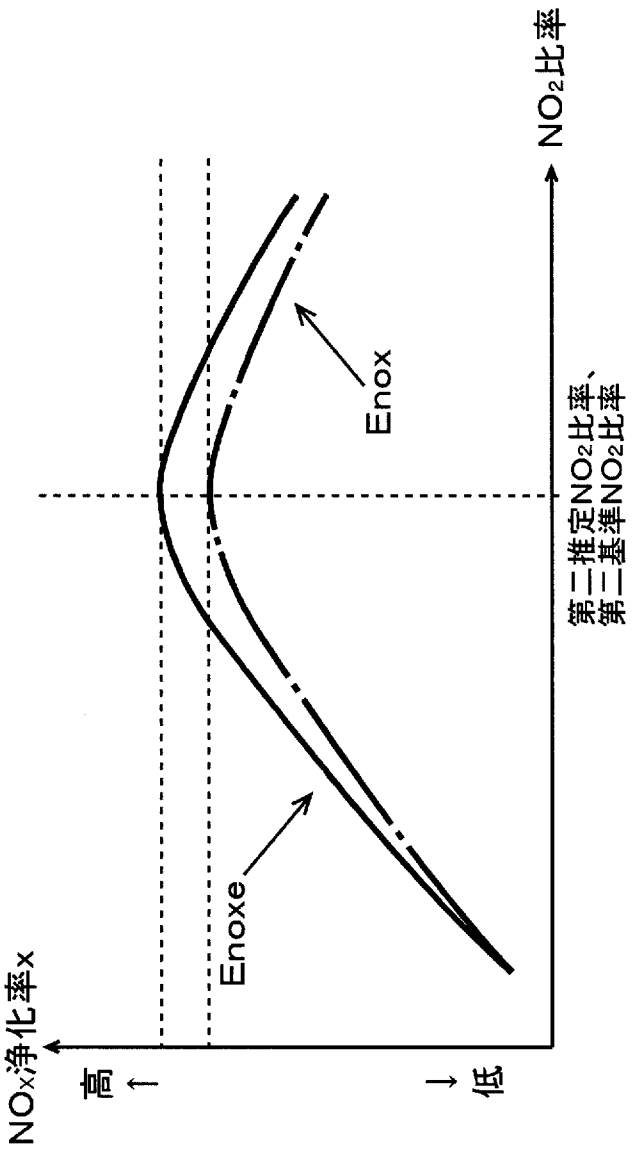
[図4]



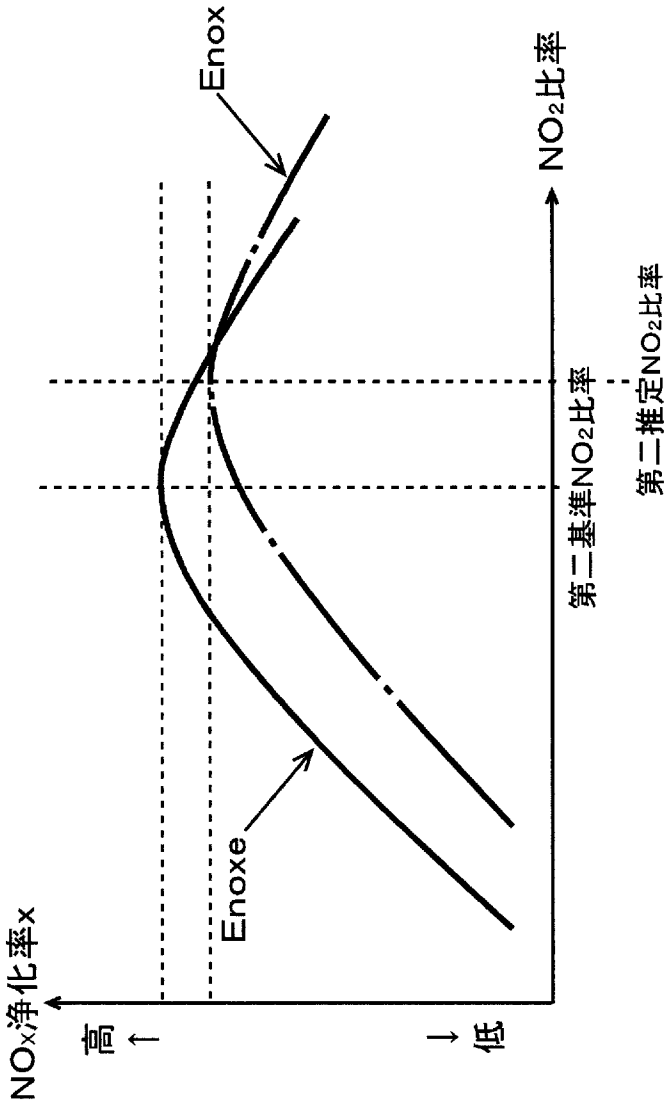
[図5]


START
S201
アイドル運転状態
no
yes
S202
推定PM堆積量を演算
S203
第一推定NO2比率を特定
S204
第一基準NO2比率を特定
S205
差△Rno2bfrを演算
S206
|△Rno2bfe|＞許容値
no
yes
S207
PM再生処理→実行
S208
第二推定NO2比率を特定
S209
第二基準NO2比率を特定
S210
差△Rno2aftを演算
S211
|△Rno2aft|＞許容値
no
yes
S212
△Rno2aftにより
推定NO2比率を補正
S213
△Rno2bfeにより
推定PM堆積量を補正
RETURN

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/083365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F01N3/20(2006.01)i, *F01N3/02*(2006.01)i, *F01N3/08*(2006.01)i, *F01N3/24*(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)
F01N3/02-3/38, B01D53/94

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2007-247652 A (Toyota Motor Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraphs [0069], [0082] to [0093]; fig. 1 to 3, 5 to 6 (Family: none)	1-4
A	JP 2008-64004 A (Toyota Motor Corp.), 21 March 2008 (21.03.2008), paragraphs [0030] to [0033], [0046], [0048] to [0049] (Family: none)	1-4
A	JP 2012-52510 A (Honda Motor Co., Ltd.), 15 March 2012 (15.03.2012), claims 1, 3; paragraphs [0052] to [0062]; fig. 5 (Family: none)	1-4

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

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
06 March, 2014 (06.03.14)	18 March, 2014 (18.03.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/083365

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 2010-96039 A (Denso Corp.), 30 April 2010 (30.04.2010), claims 1 to 2; all drawings & DE 102009049521 A & CN 101725392 A	1-4
A	JP 2012-36857 A (Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corp.), 23 February 2012 (23.02.2012), paragraphs [0033] to [0038], [0061]; fig. 4 (Family: none)	1

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８３３６５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F01N3/20(2006.01)i, F01N3/02(2006.01)i, F01N3/08(2006.01)i, F01N3/24(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.　F01N3/02-3/38, B01D 53/94

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	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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	関連する請求項の番号
A	JP 2007-247652 A（トヨタ自動車株式会社）2007.09.27, 【0069】,【0082】～【0093】, 図 1-3, 5-6（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2008-64004 A（トヨタ自動車株式会社）2008.03.21, 【0030】～【0033】,【0046】,【0048】～【0049】（ファミリーなし）	１－４
A	JP 2012-52510 A（本田技研工業株式会社）2012.03.15, 請求項 1, 3,【0052】～【0062】, 図 5（ファミリーなし）	１－４

☑　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
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「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
「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
「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
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０６．０３．２０１４	１８．０３．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｇ　９５２９
今関　雅子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

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	関連する請求項の番号
A	JP 2010-96039 A (株式会社デンソー) 2010.04.30, 請求項1～2, 全図 & DE 102009049521 A & CN 101725392 A	１－４
A	JP 2012-36857 A (三菱ふそうトラック・バス株式会社) 2012.02.23, 【0033】～【0038】, 【0061】, 図４（ファミリーなし）	１