

(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



(10) 国際公開番号

WO 2009/150752 A1

(43) 国際公開日

2009年12月17日(17.12.2009)

PCT

- (51) 国際特許分類:  
F01N 3/20 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/061064
- (22) 国際出願日: 2008年6月11日(11.06.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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): 柴田大介 (SHIBATA, Daisuke) [JP/JP]; 〒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). 澤田裕 (SAWADA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒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). 木所徹 (KIDOKORO, Toru) [JP/JP]; 〒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: 谷義一, 外 (TANI, Yoshikazu et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6-20 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, 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, JP, KE, KG, KM, 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, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: APPARATUS FOR MAKING DIAGNOSIS OF ABNORMALITY OF NO<sub>x</sub> CATALYST AND METHOD FOR MAKING DIAGNOSIS OF ABNORMALITY

(54) 発明の名称: NO<sub>x</sub> 触媒の異常診断装置及び異常診断方法

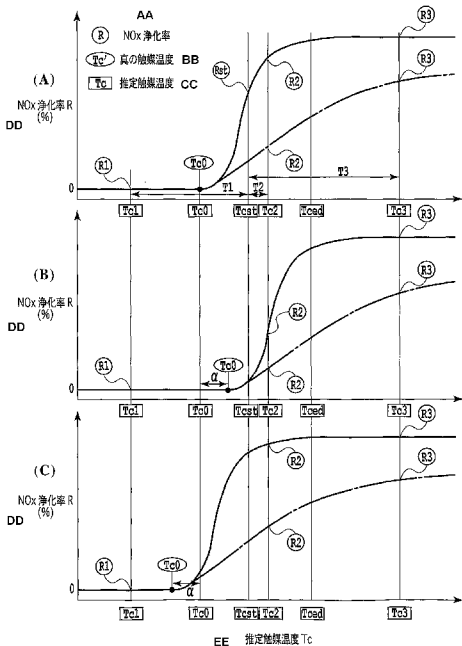


図3

AA NO<sub>x</sub> CONVERSION  
 BB TRUE CATALYST TEMPERATURE  
 CC ESTIMATED CATALYST TEMPERATURE  
 DD NO<sub>x</sub> CONVERSION R (%)  
 EE ESTIMATED CATALYST TEMPERATURE Tc

(57) Abstract: This invention provides an apparatus for making diagnosis of abnormality of an NO<sub>x</sub> catalyst. The apparatus measures an index value (R) regarding the NO<sub>x</sub> conversion capacity of the NO<sub>x</sub> catalyst and determines the abnormality of the NO<sub>x</sub> catalyst based on index values (R1, R2) measured respectively at timing (Tc1) in which the activity of the NO<sub>x</sub> catalyst is relatively low, and at timing (Tc2) in which the activity of the NO<sub>x</sub> catalyst is relatively high. The index value is utilized at timing in which the activity of the NO<sub>x</sub> catalyst is relatively low, that is, at timing in which the NO<sub>x</sub> originally has no satisfactory NO<sub>x</sub> conversion capacity. Accordingly, the diagnosis of abnormality of the NO<sub>x</sub> catalyst can be carried out without deteriorating exhaust emission.

(57) 要約: 本発明のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置は、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化能に関する指標値(R)を計測し、NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミング(Tc1)及び高いタイミング(Tc2)でそれぞれ計測された指標値(R1, R2)に基づきNO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する。NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミング、即ち、NO<sub>x</sub>触媒が元々十分なNO<sub>x</sub>浄化能を有しないタイミングでの指標値が利用されるので、排気エミッションを敢えて悪化させること無しにNO<sub>x</sub>触媒の異常診断を実行することができる。

WO 2009/150752 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明細書

NO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置及び異常診断方法

## 5 技術分野

本発明は、内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒の異常診断のための装置及び方法に関する。

## 背景技術

- 10 一般に、ディーゼルエンジン等の内燃機関の排気系に配置される排気浄化装置として、排気ガスに含まれるNO<sub>x</sub>（窒素酸化物）を浄化するためのNO<sub>x</sub>触媒が知られている。一方、NO<sub>x</sub>触媒に劣化や故障等の異常が発生すると、NO<sub>x</sub>浄化能が悪化し、正常時よりも多くのNO<sub>x</sub>が大気に排出されてしまうことから、これを防止すべく、NO<sub>x</sub>触媒の異常を診断することが行われている。特に自動車に搭載されたエンジンの場合、車載状態
- 15 （オンボード）での触媒異常診断を実施する要請がある。

例えば特開平11-93647号公報には、還元剤の供給時にNO<sub>x</sub>を還元する選択還元型NO<sub>x</sub>触媒の劣化診断装置が開示されている。これによれば、NO<sub>x</sub>触媒に還元剤が供給されたときの触媒下流側のNO<sub>x</sub>濃度と、NO<sub>x</sub>触媒に還元剤が供給されていないときの触媒下流側のNO<sub>x</sub>濃度とが検出され、これらNO<sub>x</sub>濃度に基づいて触媒の劣化

20 が診断される。

なお、特開2003-214153号公報には、吸蔵還元型NO<sub>x</sub>触媒がライトオフ判定温度に達した時点で還元剤を添加し、このときの触媒上下流の排気温度差に基づきNO<sub>x</sub>触媒の劣化を判定する技術が開示されている。特開平7-26944号公報には、エンジン運転状態に応じた触媒劣化判定基準と、触媒温度から算出される劣化度とを比較し、

25 触媒の劣化を判断する技術が開示されている。

ところで、特開平11-93647号公報に記載の装置においては、NO<sub>x</sub>触媒の劣化診断時に排気エミッションが悪化するという問題がある。即ち、NO<sub>x</sub>触媒の劣化診断を

行うために敢えて還元剤を供給しない状態を作るものであり、これだと、その還元剤非供給時にNO<sub>x</sub>触媒がNO<sub>x</sub>を還元できず、NO<sub>x</sub>が排出されてしまう。

そこで、本発明の目的は、異常診断時の排気エミッション悪化を防止することができるNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置及び異常診断方法を提供することにある。

5

発明の開示

上記目的を達成するため、本発明の第1の形態によれば、

内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒と、

前記NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化能に関する指標値を計測する計測手段と、

10 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングで前記計測手段によって計測された指標値と、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングで前記計測手段によって計測された指標値とに基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する異常判定手段と

を備えたことを特徴とするNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置が提供される。

NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングと比較的高いタイミングとでは、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化能に差ないし変化がある。そして、その差ないし変化量はNO<sub>x</sub>触媒の劣化度に応じて変化する。よって、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化能に関する指標値を両タイミングで計測し、これら指標値の差ないし変化量の大小を判別することにより、NO<sub>x</sub>触媒が正常か異常かを判別することができる。特に、NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミング、言い換えれば触媒温度が未だ十分活性温度域に達していないようなタイミングで計測

15 された指標値が使用される。このようなタイミングでは、元々NO<sub>x</sub>触媒が十分なNO<sub>x</sub>浄化能を有しない。従ってこのタイミングで計測された指標値を利用することによって、例えば特開平11-93647号公報のように、NO<sub>x</sub>触媒の活性度が高いのに敢えてNO<sub>x</sub>浄化能が低い状態を作り出す、ということを行わなくて済む。よって、排気エミッションを敢えて悪化させること無しに、NO<sub>x</sub>触媒の異常診断を実行することが可能となる。

25

また、本発明の第2の形態は、第1の形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが第1のタイミングからなり、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記第1のタイミングより触媒活

性度が高い第2のタイミングと、前記第2のタイミングより触媒活性度が高い第3のタイミングとからなり、

前記異常判定手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値以下のとき、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量に基づき、前記

NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定することを特徴とする。

また、本発明の第3の形態は、第2の形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の触媒温度を推定する触媒温度推定手段と、

前記触媒温度推定手段により推定された触媒温度に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒への還元剤の添加を制御する還元剤添加制御手段と

をさらに備え、

前記還元剤添加制御手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより低温側に変更する

ことを特徴とする。

また、本発明の第4の形態は、第3の形態において、

前記還元剤添加制御手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより高温側に変更する

ことを特徴とする。

また、本発明の第5の形態は、第1乃至第4いずれかの形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記触媒温度が活性開始温度以上となるようなタイミングである

ことを特徴とする。

また、本発明の第6の形態は、第2の形態において、

前記第1のタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記第2のタイミングが、触媒温度が活性開始温度以上且つ活性終了温度未満となるようなタイミングであり、前記第3のタイミングが、触媒温度が活性終了温度以上となるようなタイミングである

5 ことを特徴とする。

また、本発明の第7の形態は、第1乃至第6いずれかの形態において、

前記指標値がNO<sub>x</sub>浄化率であることを特徴とする。

本発明の第8の形態によれば、

内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒の異常を診断する方法であって、

10 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングで前記NO<sub>x</sub>触媒の浄化能に関する指標値を計測するステップと、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングで前記指標値を計測するステップと、

これら計測された指標値に基づき前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定するステップと

を備えたことを特徴とするNO<sub>x</sub>触媒の異常診断方法が提供される。

15 また、本発明の第9の形態は、第8の形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが第1のタイミングからなり、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記第1のタイミングより触媒活性度が高い第2のタイミングと、前記第2のタイミングより触媒活性度が高い第3のタイミングとからなり、

20 前記異常判定ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値以下のとき、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する

ことを特徴とする。

25 また、本発明の第10の形態は、第9の形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の触媒温度を推定するステップと、

この推定された触媒温度に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒への還元剤の添加を制御するステッ

プと

をさらに備え、

前記還元剤添加制御ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の  
5 添加を開始する触媒温度をより低温側に変更することを含む  
ことを特徴とする。

また、本発明の第11の形態は、第10の形態において、

前記還元剤添加制御ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3の  
10 タイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の  
添加を開始する触媒温度をより高温側に変更することを含む  
ことを特徴とする。

また、本発明の第12の形態は、第8乃至第11いずれかの形態において、

前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となる  
15 ようなタイミングであり、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、触媒温  
度が活性開始温度以上となるようなタイミングである  
ことを特徴とする。

また、本発明の第13の形態は、第9の形態において、

前記第1のタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、  
前記第2のタイミングが、触媒温度が活性開始温度以上且つ活性終了温度未満となるよう  
20 なタイミングであり、前記第3のタイミングが、触媒温度が活性終了温度以上となるよう  
なタイミングである  
ことを特徴とする。

また、本発明の第14の形態は、第8乃至第13いずれかの形態において、

前記指標値がNO<sub>x</sub>浄化率であることを特徴とする。  
25 本発明によれば、異常診断時の排気エミッション悪化を防止することができるNO<sub>x</sub>触  
媒の異常診断装置及び異常診断方法を提供することができるという、優れた効果が発揮さ  
れる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施形態に係る内燃機関の概略的なシステム図である。

図 2 は、触媒温度の推定方法を説明するための参考図である。

- 5 図 3 は、推定触媒温度と NO<sub>x</sub> 触媒の NO<sub>x</sub> 浄化率との関係を示すグラフであり、(A) は推定触媒温度が真の触媒温度と等しい場合、(B) は推定触媒温度が真の触媒温度より低い場合、(C) は推定触媒温度が真の触媒温度より高い場合を示す。

図 4 は、NO<sub>x</sub> 浄化率の実際の立ち上がりを示すグラフである。

図 5 は、異常診断処理のフローチャートである。

10

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照して、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

- 図 1 は、本発明の実施形態に係る内燃機関の概略的なシステム図である。図中、10 は、自動車用の圧縮着火式内燃機関即ちディーゼルエンジンであり、11 は吸気ポートに連通されている吸気マニフォールド、12 は排気ポートに連通されている排気マニフォールド、13 は燃焼室である。本実施形態では、不図示の燃料タンクから高圧ポンプ 17 に供給された燃料が、高圧ポンプ 17 によりコモンレール 18 に圧送されて高圧状態で蓄圧され、このコモンレール 18 内の高圧燃料がインジェクタ 14 から燃焼室 13 内に直接噴射供給される。エンジン 10 からの排気ガスは、排気マニフォールド 12 からターボチャージャ 19 を経た後にその下流の排気通路 15 に流され、後述のように浄化処理された後、大気に排出される。なお、ディーゼルエンジンの形態としてはこのようなコモンレール式燃料噴射装置を備えたものに限らない。また EGR 装置などの他の排気浄化デバイスを含むことも任意である。
- 15
- 20

- 他方、エアクリーナ 20 から吸気通路 21 内に導入された吸入空気は、エアフローメータ 22、ターボチャージャ 19、インタークーラ 23、スロットルバルブ 24 を順に通過して吸気マニフォールド 11 に至る。エアフローメータ 22 は吸入空気量を検出するためのセンサであり、具体的には吸入空気の流量に応じた信号を出力する。スロットルバルブ 2
- 25



4には電子制御式のものが採用されている。

排気通路15には、その通路内の排気ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>を還元して浄化するNO<sub>x</sub>触媒34が設けられている。本実施形態のNO<sub>x</sub>触媒34は選択還元型NO<sub>x</sub>触媒であり、還元剤が添加されたときにNO<sub>x</sub>を連続的に還元し得る。

5 NO<sub>x</sub>触媒34の上流側の排気通路15には、NO<sub>x</sub>触媒34に還元剤としての尿素を選択的に添加するための添加弁40が設けられている。尿素は尿素水溶液の形で使用され、添加弁40から下流側のNO<sub>x</sub>触媒34に向かって排気通路15内に噴射供給される。添加弁40には、これに尿素水溶液を供給するための供給装置42が接続され、供給装置42には尿素水溶液を貯留するタンク44が接続される。

10 また、エンジン全体の制御を司る制御手段としての電子制御ユニット（以下ECUと称す）100が設けられる。ECU100は、CPU、ROM、RAM、入出力ポート、および記憶装置等を含むものである。ECU100は、各種センサ類の検出値等に基づいて、所望のエンジン制御が実行されるように、インジェクタ14、高圧ポンプ17、スロットルバルブ24等を制御する。またECU100は、尿素添加量を制御すべく、添加弁40  
15 及び供給装置42を制御する。ECU100に接続されるセンサ類としては、前述のエアフローメータ22の他、NO<sub>x</sub>触媒34の下流側に設けられたNO<sub>x</sub>センサ即ち触媒後NO<sub>x</sub>センサ50、NO<sub>x</sub>触媒34の上流側と下流側にそれぞれ設けられた触媒前排気温度センサ52及び触媒後排気温度センサ54が含まれる。触媒後NO<sub>x</sub>センサ50は、その設置位置における排気ガスのNO<sub>x</sub>濃度即ち触媒後NO<sub>x</sub>濃度に応じた信号をECU100  
20 へ出力する。触媒前排気温度センサ52及び触媒後排気温度センサ54は、それら設置位置における排気ガスの温度に応じた信号をECU100へ出力する。

また他のセンサ類として、クランク角センサ26及びアクセル開度センサ27がECU100に接続されている。クランク角センサ26はクランク角の回転時にクランクパルス信号をECU100へ出力し、ECU100はそのクランクパルス信号に基づきエンジン  
25 10のクランク角を検出すると共に、エンジン10の回転速度を計算する。アクセル開度センサ27は、ユーザによって操作されるアクセルペダルの開度（アクセル開度）に応じた信号をECU100へ出力する。

選択還元型NO<sub>x</sub>触媒（SCR: Selective Catalytic Reduction）34は、ゼオライト又はアルミナなどの基材表面にPtなどの貴金属を担持したものや、その基材表面にCu等の遷移金属をイオン交換して担持させたもの、その基材表面にチタニヤ／バナジウム触媒（V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>／WO<sub>3</sub>／TiO<sub>2</sub>）を担持させたもの等が例示できる。選択還元型NO<sub>x</sub>触媒34は、その触媒温度（触媒床温）が活性温度域にあり、且つ、還元剤としての尿素が添加されているときにNO<sub>x</sub>を還元浄化する。尿素が触媒に添加されると、触媒上でアンモニアが生成され、このアンモニアがNO<sub>x</sub>と反応してNO<sub>x</sub>が還元される。

NO<sub>x</sub>触媒34に対する尿素添加量は、触媒後NO<sub>x</sub>センサ50により検出される触媒後NO<sub>x</sub>濃度に基づき、ECU100により制御される。具体的には、触媒後NO<sub>x</sub>濃度の検出値が常にゼロになるように添加弁40からの尿素噴射量が制御される。この場合、触媒後NO<sub>x</sub>濃度の検出値のみに基づいて尿素噴射量を設定してもよく、或いは、エンジン運転状態（例えばエンジン回転速度とアクセル開度）に基づく基本尿素噴射量を、触媒後NO<sub>x</sub>センサ50の検出値に基づきフィードバック補正してもよい。NO<sub>x</sub>触媒34が尿素添加時のみNO<sub>x</sub>を還元可能なので、通常、尿素は常時添加される。また、エンジンから排出されるNO<sub>x</sub>を還元するのに必要な最小限の量しか尿素が添加されないよう、制御が行われる。過剰に尿素を添加するとアンモニアが触媒下流に排出されてしまい（所謂NH<sub>3</sub>スリップ）、異臭等の原因となるからである。

ここで、エンジンから排出されるNO<sub>x</sub>の全量を還元するのに必要な最小の尿素量をA、実際に添加された尿素量をBとすると、これらの比B/Aは当量比と称される。当量比ができるだけ1に近づくように尿素添加制御が実行されてはいるものの、実際にはエンジンの運転状態が時々刻々と変化することから、実際の当量比は必ずしも1とならない。当量比が1より小さい場合、尿素供給量が不足しており、触媒下流側にNO<sub>x</sub>が排出されるので、これを触媒後NO<sub>x</sub>センサ50により検知して尿素供給量を増量するようにしている。なお当量比が1より大きいときには尿素供給量が過剰となる。添加された尿素がNO<sub>x</sub>触媒34に付着することもあり、この場合、尿素の添加を停止しても、付着した尿素により暫くの間はNO<sub>x</sub>を還元できる。

NO<sub>x</sub>触媒34の温度は、触媒に埋設した温度センサにより直接検出することもできる

が、本実施形態ではそれを推定することとしている。具体的には、ECU100が、触媒  
 前排気温度センサ52及び触媒後排気温度センサ54によりそれぞれ検出された触媒前排気  
 温度及び触媒後排気温度に基づき、触媒温度を推定する。

ここで、触媒温度の推定方法を図2を参照して説明する。NO<sub>x</sub>触媒34に流入する触  
 5 媒上流側の排気ガスの温度をT<sub>f</sub> (°C)、その排気ガスのガス量をG<sub>a</sub> (g/s)とする。  
 ここで排気ガスのガス量はエンジンに吸入される空気量と等しいとみなせることから、そ  
 の吸入空気量G<sub>a</sub>を排気ガス量としている。この排気ガス量は単位時間（ここでは1秒）  
 当たりに触媒に流入する排気ガス量である。他方、NO<sub>x</sub>触媒34の触媒温度をT<sub>c</sub> (°C)、  
 NO<sub>x</sub>触媒34の重量をM<sub>c</sub> (g)とする。NO<sub>x</sub>触媒34から排出される触媒下流側の  
 10 排気ガスの温度をT<sub>r</sub> (°C)とする。

触媒上流側の排気ガスの持つ熱エネルギーをE<sub>f</sub>、NO<sub>x</sub>触媒34の持つ熱エネルギーをE  
 cとする。これら熱エネルギーE<sub>f</sub>、E<sub>c</sub>は次式(1)、(2)により表すことができる。但  
 し、C<sub>g</sub>は排気ガスの比熱比、C<sub>c</sub>はNO<sub>x</sub>触媒34の比熱比で、両者は一定値である。

$$E_f = G_a \times T_f \times C_g \text{ (J/s)} \quad \dots (1)$$

$$15 \quad E_c = M_c \times T_c \times C_c \text{ (J)} \quad \dots (2)$$

ところで、熱エネルギーE<sub>c</sub>を持ったNO<sub>x</sub>触媒34に、熱エネルギーE<sub>f</sub>を持った排気ガ  
 スが供給された場合の熱平衡を考える。排気ガスの供給開始時点から単位時間経過後にN  
 O<sub>x</sub>触媒34及び排気ガスが熱平衡状態になったと考え、熱平衡後の両者の温度をT<sub>m</sub>と  
 すると、熱平衡の式は次式(3)で表される。

$$20 \quad E_f + E_c = G_a \times T_m \times C_g + M_c \times T_m \times C_c \quad \dots (3)$$

この温度T<sub>m</sub>がNO<sub>x</sub>触媒34の推定温度の基本的な値である。しかしながら、実際  
 は、排気ガスとNO<sub>x</sub>触媒34との間で完全な熱平衡状態に至る訳ではなく、NO<sub>x</sub>触媒  
 34の下流側に温度T<sub>r</sub>の排気ガスが排出され、熱エネルギーが逃げている。よってその温  
 度T<sub>r</sub>に基づいて下流側に逃げた熱エネルギーE<sub>r</sub>が計算され、これによりNO<sub>x</sub>触媒34  
 25 の基本推定温度T<sub>m</sub>がフィードバック補正され、最終的な推定触媒温度が算出される。

上記の説明から理解されるように、本実施形態では、NO<sub>x</sub>触媒上流側の排気ガス温度  
 である触媒前排気温度T<sub>f</sub>が触媒前排気温度センサ52で検出され、NO<sub>x</sub>触媒下流側の排気

ガス温度である触媒後排気温  $T_r$  が触媒後排気温センサ 54 で検出される。そして、排気ガス量と等価とみなせる吸入空気量  $G_a$  がエアフローメータ 22 で検出される。これら検出値に基づき、ECU 100 が、NO<sub>x</sub> 触媒 34 の触媒温度  $T_c$  を推定する。

一方、NO<sub>x</sub> 触媒 34 への尿素添加が推定触媒温度  $T_c$  に基づき ECU 100 により制御される。詳しくは後述するが、推定触媒温度  $T_c$  が、NO<sub>x</sub> 触媒 34 が活性となるような所定の添加開始温度  $T_{cst}$  (例えば 200℃程度) 以上に達したときに尿素添加が実行され、推定触媒温度  $T_c$  がその添加開始温度  $T_{cst}$  未満のときに尿素添加が停止される。NO<sub>x</sub> 触媒の活性前は尿素添加を行っても NO<sub>x</sub> を還元できないからである。また、推定触媒温度  $T_c$  が添加開始温度  $T_{cst}$  よりも遙かに高い所定の上限温度  $T_{max}$  (例えば 600℃程度) 以上になったときにも尿素添加が停止される。この場合も、尿素添加を行ったとしても NO<sub>x</sub> を効率良く還元できないからである。もともと、一般にディーゼルエンジンの場合にはガソリンエンジンよりも排気温が低く、触媒温度がそのような上限温度に達する頻度は比較的少ない。結局、触媒温度  $T_c$  が、添加開始温度  $T_{cst}$  以上且つ上限温度  $T_{max}$  未満のときに尿素添加が実行され、この温度域にないとき尿素添加が停止される。

なお、エンジン暖機時、NO<sub>x</sub> 触媒 34 がエンジンからの排気熱で昇温するのに対し、触媒後 NO<sub>x</sub> センサ 50 は内蔵ヒータの加熱により比較的早く昇温する。従って、通常は、NO<sub>x</sub> 触媒 34 よりも早く触媒後 NO<sub>x</sub> センサ 50 が活性化する。ECU 100 は、触媒後 NO<sub>x</sub> センサ 50 のインピーダンスを検知すると共に、このインピーダンスが、触媒後 NO<sub>x</sub> センサ 50 の活性温度に対応する所定値になるように、ヒータを制御する。

次に、NO<sub>x</sub> 触媒 34 の異常診断について説明する。

概して、本実施形態における NO<sub>x</sub> 触媒 34 の異常診断の特徴は、NO<sub>x</sub> 触媒 34 の活性度が比較的低いタイミングと比較的高いタイミングとで、NO<sub>x</sub> 触媒 34 の NO<sub>x</sub> 浄化能に関する指標値をそれぞれ計測し、これら計測された指標値に基づき NO<sub>x</sub> 触媒 34 の異常を判定する点にある。ここで、NO<sub>x</sub> 触媒の活性度は、その相関値である触媒温度によって表わすことができる。また、NO<sub>x</sub> 触媒 34 の NO<sub>x</sub> 浄化能に関する指標値として、本実施形態では NO<sub>x</sub> 浄化率が用いられる。但し、これらの値として他の値を用いること

も可能である。

NO<sub>x</sub>触媒34の活性度が比較的低いタイミングと比較的高いタイミングとでは、NO<sub>x</sub>触媒34のNO<sub>x</sub>浄化率に差ないし変化がある。そして、これらの差ないし変化量はNO<sub>x</sub>触媒34の劣化度に応じて変化する。よって、その差ないし変化量の大小を判別することにより、NO<sub>x</sub>触媒34が正常か異常かを判別することができる。特に、NO<sub>x</sub>触媒34の活性度が比較的低いタイミング、言い換えれば触媒温度が未だ十分活性温度域に達していないようなタイミングでのNO<sub>x</sub>浄化率計測値が使用される。このようなタイミングでは、たとえ還元剤を添加したとしても、元々NO<sub>x</sub>触媒34が十分なNO<sub>x</sub>浄化能を有しない。従ってこのタイミングでのNO<sub>x</sub>浄化率計測値を利用することによって、例えば特開平11-93647号公報のように、NO<sub>x</sub>触媒34の活性度が高いのに敢えてNO<sub>x</sub>浄化能が低い状態を作り出す、ということを行わなくて済む。よって、排気エミッションを敢えて悪化させること無しに異常診断を実行することが可能となる。

NO<sub>x</sub>触媒34のNO<sub>x</sub>浄化率Rは、NO<sub>x</sub>触媒34に流入する触媒上流側のNO<sub>x</sub>量をN1、NO<sub>x</sub>触媒34から排出される触媒下流側のNO<sub>x</sub>量をN2とすると、 $R = N2 / N1$ で表される。触媒下流側のNO<sub>x</sub>量N2は、触媒後NO<sub>x</sub>センサ50により検出される触媒後NO<sub>x</sub>濃度C<sub>r</sub>に基づきECU100により算出される。

他方、触媒上流側のNO<sub>x</sub>量N1は、本実施形態ではECU100により推定された値が用いられる。即ち、ECU100は、エンジン運転状態を表すパラメータ（例えばエンジン回転速度NE及びアクセル開度AC）の検出値に基づき、所定のマップ又は関数に従って、推定値としての触媒上流側NO<sub>x</sub>量N1を算出する。付加的に或いは代替的に、NO<sub>x</sub>触媒34の上流側に触媒前NO<sub>x</sub>センサを設け、この触媒前NO<sub>x</sub>センサにより検出されたNO<sub>x</sub>濃度に基づき触媒上流側のNO<sub>x</sub>量N1を算出してもよい。こうして得られた触媒上流側のNO<sub>x</sub>量N1と触媒下流側のNO<sub>x</sub>量N2とを用いてECU100がNO<sub>x</sub>浄化率Rを計算する。

ここで、図3を参照しつつ、本実施形態における触媒異常診断の詳細を説明する。図3(A)～(C)はそれぞれ、推定触媒温度T<sub>c</sub>（横軸）に対するNO<sub>x</sub>触媒34のNO<sub>x</sub>浄化率R（縦軸）の関係を示す。実線が正常触媒の場合、一点鎖線が異常触媒の場合であ

る。特に、NO<sub>x</sub>触媒34の暖機過程において触媒温度の上昇とともにNO<sub>x</sub>触媒が次第に活性化していき、NO<sub>x</sub>浄化率が次第に上昇していく様子を示す。図中、四角枠で囲った値が推定触媒温度 $T_c$ 、楕円枠で囲った値が真の触媒温度 $T_{c'}$ 、円で囲った値がNO<sub>x</sub>浄化率 $R$ である。なお、図は常に尿素が添加されている場合を示し、触媒温度の上昇とともにNO<sub>x</sub>浄化率 $R$ は0から滑らかに上昇し、やがて触媒の劣化度に応じた最大の浄化率に収束する。しかしながら、実際の制御上は、推定触媒温度 $T_c$ が所定の添加開始温度 $T_{cst}$ に達した時点で尿素の添加が開始され、それ以前では浄化率 $R=0$ である。従って実際には、図4に示すように、尿素添加開始と同時にNO<sub>x</sub>浄化率 $R$ が急激に立ち上がるステップ状の線図となる。

- 10 図3に示されるように、実線で示す正常触媒の場合、触媒活性化後に大きなNO<sub>x</sub>浄化率 $R$ が得られるようになる。これに対し、一点鎖線で示す異常触媒の場合、触媒が活性化しても正常触媒より小さなNO<sub>x</sub>浄化率 $R$ しか得られない。

NO<sub>x</sub>触媒34が未活性から活性に変化する時の触媒温度、言い換えれば、NO<sub>x</sub>浄化率 $R$ が0から0より大きくなる時点での触媒温度を活性開始温度と称し、 $T_{c0}$ で表す。

- 15 また、NO<sub>x</sub>触媒34の活性化がほぼ終了する時の触媒温度、言い換えれば、NO<sub>x</sub>浄化率 $R$ がほぼ最大浄化率に収束した時点の触媒温度を活性終了温度と称し、 $T_{ced}$ で表す。

図3(A)は、推定触媒温度 $T_c$ が真の触媒温度 $T_{c'}$ とずれておらず、等しい場合を示す。推定触媒温度 $T_c = T_{c0}$ となるタイミングと、真の触媒温度 $T_{c'} = T_{c0}$ となるタイミングとは同一である。これに対し、図3(B)及び図3(C)は、推定触媒温

- 20 度 $T_c$ が真の触媒温度 $T_{c'}$ からずれている場合を示す。図3(B)は、推定触媒温度 $T_c$ が真の触媒温度 $T_{c'}$ よりも低温側に $\alpha$ だけずれている場合であり、例えば $T_c = T_{c0}$ となるタイミングが $T_{c'} = T_{c0} - \alpha$ となるタイミングと同一である。線図自体は図3(A)のものよりも右側に $\alpha$ だけシフトする。他方、図3(C)は、推定触媒温度 $T_c$ が真の触媒温度 $T_{c'}$ よりも高温側に $\alpha$ だけずれている場合であり、例えば $T_c = T_{c0}$ となるタイミングが $T_{c'} = T_{c0} + \alpha$ となるタイミングと同一である。線図自体は
- 25 図3(A)のものよりも左側に $\alpha$ だけシフトする。

このように、推定触媒温度 $T_c$ が真の触媒温度 $T_{c'}$ からずれることがある。前述した

ように、推定触媒温度  $T_c$  は触媒前排气温度センサ 52、触媒後排气温度センサ 54 及びエアフローメータ 22 の検出値から求められるが、センサの劣化等が理由で、これら各検出値が真の値からずれることがある。このことに起因して、推定触媒温度  $T_c$  が真の触媒温度  $T_c'$  からずれることがあり得るのである。

5       さて、図 3 (A) を参照して、本実施形態の場合、尿素の添加は推定触媒温度  $T_c$  が添加開始温度  $T_{cst}$  に達した時点で開始される。この添加開始温度  $T_{cst}$  は、触媒温度 (真の触媒温度) が活性開始温度  $T_{c0}$  以上且つ活性終了温度  $T_{ced}$  未満となるような値に予め設定される。特に、暖機過程において尿素の添加をできるだけ早く開始し、 $NO_x$  触媒をできるだけ早く作動させるのがエミッション上有利であることから、添加開始温度  $T_{cst}$  をできるだけ低温側に変更するような制御が行われる。この点については後述する。

10        $NO_x$  触媒の異常診断のため、推定触媒温度  $T_c$  が所定値  $T_{c1}$  となった時点で、1 回目の  $NO_x$  浄化率  $R_1$  が計測される。この計測タイミングを第 1 のタイミングといい、所定値  $T_{c1}$  を第 1 所定値という。本実施形態の場合、第 1 のタイミングは、推定触媒温度  $T_c$  が所定の活性開始温度  $T_{c0}$  未満となるようなタイミング、即ち  $NO_x$  浄化率  $R$  が 0 となるようなタイミングに設定されている。また、第 1 所定値  $T_{c1}$  は、変更可能な添加開始温度  $T_{cst}$  を基準として定められ、 $T_{c1} = T_{cst} - T_1$  ( $T_1$  は所定の一定値で、例えば  $30^\circ C$ ) として定められる。第 1 所定値  $T_{c1}$  は、触媒温度の推定値  $T_c$  のばらつきを考慮してもなお第 1 のタイミングの  $NO_x$  浄化率  $R$  が 0 になるように定められる。

20       なお、代替的に、第 1 のタイミングは、推定触媒温度  $T_c$  が活性開始温度  $T_{c0}$  以上、例えば活性開始温度  $T_{c0}$  より僅かに高い温度となるタイミング (即ち、 $NO_x$  浄化率が 0 より僅かに大きいタイミング) に設定してもよい。

25       次に、推定触媒温度  $T_c$  が所定値  $T_{c2}$  となった時点で、2 回目の  $NO_x$  浄化率  $R_2$  が計測される。このタイミングを第 2 のタイミングといい、所定値  $T_{c2}$  を第 2 所定値という ( $T_{c2} > T_{c1}$ )。本実施形態の場合、第 2 のタイミングは、推定触媒温度  $T_c$  が、変更可能な添加開始温度  $T_{cst}$  以上で且つ所定の活性終了温度  $T_{ced}$  未満となるようなタイミングに設定されている。言い換えれば、第 2 のタイミングは、 $NO_x$  浄化率  $R$

2が、尿素添加開始時のNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>s t</sub>以上で且つ最大浄化率未満となるようなタイミングに設定されている。この第2所定値T<sub>c 2</sub>も、変更可能な添加開始温度T<sub>c s t</sub>を基準として定められ、 $T_{c 2} = T_{c s t} + T_2$  (T<sub>2</sub>は所定の一定値で、例えば30℃)として定められる。

- 5 こうして、NO<sub>x</sub>触媒34の活性度が比較的低い第1のタイミングと比較的高い第2のタイミングとでNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>が計測される。そして、基本的には、これら浄化率の差 $\Delta R_{1 2} = R_2 - R_1$ を所定値 $\Delta R_{1 2 s}$ と比較し、差 $\Delta R_{1 2}$ が所定値 $\Delta R_{1 2 s}$ より大きければ触媒正常 (図中実線参照)、差 $\Delta R_{1 2}$ が所定値 $\Delta R_{1 2 s}$ 以下であれば触媒異常 (図中一点鎖線参照) と判定できる。なお、このように差を取ることでセンサ
- 10 のオフセットバラツキを吸収できる利点がある。

ところで、前記のような触媒温度の推定ズレがあると、この方法のみでは必ずしも触媒の正常・異常を正確に判断することができない。即ち、図3 (B) に示す如く、推定触媒温度T<sub>c</sub>が真の触媒温度T<sub>c'</sub>よりも低温側にずれると、第2のタイミング (T<sub>c</sub>=T<sub>c 2</sub>) でのNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>2</sub>が見掛け上少なくなり、第1のタイミング (T<sub>c</sub>=T<sub>c 1</sub>) でのNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>1</sub>との差 $\Delta R_{1 2}$ が小さくなる結果、触媒が正常であっても触媒異常と

15 誤判定してしまう可能性がある。

そこで、本実施形態では、推定触媒温度T<sub>c</sub>が第3所定値T<sub>c 3</sub> (T<sub>c 3</sub>>T<sub>c 2</sub>) となる第3のタイミングでもNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>3</sub>が計測される。第3のタイミングは、推定触媒温度T<sub>c</sub>が、活性終了温度T<sub>c e d</sub>以上となるようなタイミングに設定され、言い換え

20 れば、NO<sub>x</sub>浄化率Rが最大浄化率付近となるようなタイミングに設定されている。第3所定値T<sub>c 3</sub>も、変更可能な添加開始温度T<sub>c s t</sub>を基準として定められ、 $T_{c 3} = T_{c s t} + T_3$  (T<sub>3</sub>は所定の一定値で、例えば60℃) として定められる。

この第3のタイミングは、触媒温度の推定ズレの影響が無くなるような十分高温側のタイミングである。この第3のタイミングでは、正常触媒 (図中実線参照) と異常触媒 (図

25 中一点鎖線参照) との間でNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>3</sub>に明らかな差が生ずる。第1のタイミングと第2のタイミングとの間でのNO<sub>x</sub>浄化率の差 $\Delta R_{1 2}$ が所定値 $\Delta R_{1 2 s}$ 以下の場合、第1のタイミングと第3のタイミングとの間でのNO<sub>x</sub>浄化率R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>の差 $\Delta R_{1 3}$



( $=R_3 - R_1$ ) が計算され、この差  $\Delta R_{13}$  が所定値  $\Delta R_{13s}$  と比較される。そして、差  $\Delta R_{13}$  が所定値  $\Delta R_{13s}$  より大きければ最終的に触媒正常と判定され、差  $\Delta R_{13}$  が所定値  $\Delta R_{13s}$  以下であれば最終的に触媒異常と判定される。

ところで、図3 (C) に示す如く、推定触媒温度  $T_c$  が真の触媒温度  $T_c'$  より高温側にずれた場合、第2のタイミング ( $T_c = T_{c2}$ ) での  $NO_x$  浄化率  $R_2$  は、推定ズレが無い場合 (図3 (A)) に比べ大きくなり、よって第1のタイミング ( $T_c = T_{c1}$ ) での  $NO_x$  浄化率  $R_1$  との差  $\Delta R_{12}$  も大きくなる。よって、触媒正常と正しく判定されるので特に問題とならない。問題視すべきは、図3 (B) に示したような、推定触媒温度  $T_c$  が真の触媒温度  $T_c'$  より低温側にずれた場合である。

次に、上述のような異常診断を実行するための処理を図5を参照しつつ説明する。図示されるルーチンはECU100により所定周期 (例えば16 msec) 毎に繰り返し実行される。

最初のステップS101では、現在が第1のタイミングに達したか否か、具体的には推定触媒温度  $T_c$  が第1所定値  $T_{c1}$  ( $=T_{cst} - T_1$ ) 以上に達したか否かが判断される。達していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。他方、達していると判断された場合、ステップS102において、 $NO_x$  浄化率が計測され、その計測値が  $R_1$  として記憶される。本実施形態では  $R_1 = 0$  (%) である。

次のステップS103では、現在が尿素添加開始タイミングに達したか否か、具体的には推定触媒温度  $T_c$  が添加開始温度  $T_{cst}$  以上に達したか否かが判断される。達していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。他方、達していると判断された場合、ステップS104において、尿素 (還元剤) の添加が開始される。

次のステップS105では、現在が第2のタイミングに達したか否か、具体的には推定触媒温度  $T_c$  が第2所定値  $T_{c2}$  ( $=T_{cst} + T_2$ ) 以上に達したか否かが判断される。達していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。他方、達していると判断された場合、ステップS106において、 $NO_x$  浄化率が計測され、その計測値が  $R_2$  として記憶される。

この後、ステップS107において、これら第1のタイミング及び第2のタイミングの

NO<sub>x</sub>浄化率の差 $\Delta R_{12}$  ( $=R_2 - R_1$ ) が計算される。そしてステップS108において、その差 $\Delta R_{12}$ が所定値 $\Delta R_{12s}$ と比較される。

差 $\Delta R_{12}$ が所定値 $\Delta R_{12s}$ より大きい場合、ステップS109にてNO<sub>x</sub>触媒は正常と判定され、NO<sub>x</sub>触媒異常フラグがオフとされる。そしてステップS110に進み、  
5 現在の添加開始温度 $T_{cst}$ から所定の一定値 $T_a$  (例えば1℃) を減算し、その結果を新たな添加開始温度 $T_{cst}$ として記憶する。これにより、添加開始温度 $T_{cst}$ はより低温側の値に変更ないし更新され、尿素添加開始及び触媒作動開始タイミングが早められる結果、エミッション、特に始動後エミッションの改善が図られる。こうして本ルーチンが終了される。なお、このようにして添加開始温度 $T_{cst}$ が $T_a$ だけ変更されると、こ  
10 れに追従して、第1～第3のタイミングを規定する第1～第3所定値 $T_{c1} \sim T_{c3}$ も $T_a$ だけ変更されることとなる。このステップS110が繰り返し実行されると、添加開始温度 $T_{cst}$ は所定値 $T_a$ ずつ徐々に低温側に移動される。

他方、ステップS108において、差 $\Delta R_{12}$ が所定値 $\Delta R_{12s}$ 以下の場合、NO<sub>x</sub>触媒が異常である可能性があるが、触媒温度推定ズレの可能性もあることから、直ちに異常との判定は行わず、ステップS111に進む。ステップS111では、現在が第3のタイミングに達したか否か、具体的には推定触媒温度 $T_c$ が第3所定値 $T_{c3}$  ( $=T_{cst} + T_3$ ) 以上に達したか否かが判断される。達していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。他方、達していると判断された場合、ステップS112において、NO<sub>x</sub>浄化率が計測され、その計測値が $R_3$ として記憶される。

20 この後、ステップS113において、第1のタイミング及び第3のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率の差 $\Delta R_{13}$  ( $=R_3 - R_1$ ) が計算される。そしてステップS114において、その差 $\Delta R_{13}$ が所定値 $\Delta R_{13s}$ と比較される。

差 $\Delta R_{13}$ が所定値 $\Delta R_{13s}$ より大きい場合、ステップS115にて、NO<sub>x</sub>触媒は正常と判定され、NO<sub>x</sub>触媒異常フラグがオフとされる。即ち、第1のタイミング及び第  
25 2のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率の差 $\Delta R_{12}$ が小さかったのは、NO<sub>x</sub>触媒が異常だからではなく、触媒温度推定ズレが主な原因であるとして、NO<sub>x</sub>触媒を最終的に正常と判定する。

そしてステップS 1 1 6に進み、現在の添加開始温度 $T_{cst}$ から所定の一定値 $T_b$  (例えば $5^{\circ}\text{C}$ )を加算し、その結果を新たな添加開始温度 $T_{cst}$ として記憶する。これにより、添加開始温度 $T_{cst}$ はより高温側の値に変更ないし更新される。こうする理由は次の通りである。ステップS 1 1 0で行われるように、添加開始温度 $T_{cst}$ を徐々に低温側に進めていくと、これに伴って第2所定値 $T_{c2}$ が低温側に移動し、第2のタイミングでの $\text{NO}_x$ 浄化率 $R_2$ が低くなり、第1及び第2のタイミングの $\text{NO}_x$ 浄化率の差 $\Delta R_{12}$ が小さくなる。つまり、添加開始温度 $T_{cst}$ を低温側にずらし過ぎるとこれが原因で浄化率差 $\Delta R_{12}$ が小さくなり過ぎ、誤って異常判定する虞がある。また、添加開始温度 $T_{cst}$ を低温側にずらし過ぎると、 $\text{NO}_x$ 触媒が十分な $\text{NO}_x$ 浄化能を有しない状態で還元剤を添加してしまい、還元剤が未反応で触媒をすり抜ける虞もある。そこでこのような事態を防止すべく、添加開始温度 $T_{cst}$ をより高温側の値に変更する。本実施形態のように、添加開始温度 $T_{cst}$ の高温側へのステップ幅 $T_b$ は低温側へのステップ幅 $T_a$ より大きいのが好ましい。こうすると、添加開始温度 $T_{cst}$ の低温側への移動は細かく徐々に行い、添加開始温度 $T_{cst}$ を低温側にずらし過ぎた場合には添加開始温度 $T_{cst}$ を高温側に即座に戻すことができる。なお、このようにして添加開始温度 $T_{cst}$ が $T_b$ だけ高温側に変更されると、これに追従して、第1～第3のタイミングを規定する第1～第3所定値 $T_{c1}$ ～ $T_{c3}$ も $T_b$ だけ高温側に変更されることとなる。こうしてステップS 1 1 6の実行を終えたら本ルーチンが終了される。

他方、ステップS 1 1 4において差 $\Delta R_{13}$ が所定値 $\Delta R_{13s}$ 以下の場合、ステップS 1 1 7にて、 $\text{NO}_x$ 触媒は異常と判定され、 $\text{NO}_x$ 触媒異常フラグがオンされる。即ち、第3のタイミングでも浄化率差 $\Delta R_{13}$ が小さい場合に、はじめて $\text{NO}_x$ 触媒の異常が確定し、 $\text{NO}_x$ 触媒が最終的に異常と判定される。こうして本ルーチンが終了される。

このように、本実施形態の異常診断によれば、 $\text{NO}_x$ 触媒の異常を触媒温度の推定ズレと区別して判定することができ、異常診断の信頼性を向上することができる。また、 $\text{NO}_x$ 触媒が $\text{NO}_x$ 浄化を開始するタイミング、即ち尿素添加を開始するタイミングを徐々に低温側に移動することができるので、エミッションの向上、特にエンジン始動後のコールドエミッションの向上に大変有利である。一般に、還元剤添加開始タイミングはセンサ誤

差等の様々なバラツキを考慮して安全側即ち高温側の一定値に設定されているが、本実施形態の場合だと個体に応じて最適なタイミングに還元剤添加開始タイミングを調節可能である。さらに、そのタイミングを低温側に進めすぎた場合にそのタイミングを高温側に戻すことができ、タイミングを過剰に進めるのを防止できると共に、その過剰な進めと触媒異常との区別が可能となって触媒異常診断の信頼性が向上できる。その他、エンジン及びNO<sub>x</sub>触媒の暖機中に異常診断を実行できるので診断頻度を確保できるという利点がある。

以上の説明で理解されるように、本実施形態では、NO<sub>x</sub>浄化率計測手段が触媒後NO<sub>x</sub>センサ50、ECU100、アクセル開度センサ27及びクランク角センサ26によって構成され、異常判定手段がECU100によって構成される。また、触媒温度推定手段がECU100、アクセル開度センサ27及びクランク角センサ26によって構成され、還元剤添加制御手段が添加弁40、供給装置42及びECU100によって構成される。

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は他の実施形態を採ることも可能である。例えば、還元剤として尿素以外のものを用いることも可能であり、例えばアンモニア、炭化水素(HC)、アルコール、水素、一酸化炭素などを用いることができる。

前記実施形態では、第1のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R1と第2のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R2とに基づき最初の異常判定を行い、この結果が異常である可能性がある場合に、第1のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R1と第3のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R3とに基づき、最終的な異常判定を行うようにした。しかしながら、これに限らず、例えば、第1のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R1と第3のタイミングのNO<sub>x</sub>浄化率R3とのみに基づき異常判定を行うようにしてもよい。また、第1のタイミング及び第2のタイミングで比較するときと、第1のタイミング及び第3のタイミングで比較するときとで、第1のタイミングの触媒活性度(触媒温度)は前記実施形態のように同じであるのが好ましいが、必ずしも同じである必要はなく、異ならせてもよい。

前記実施形態では、各タイミング間のNO<sub>x</sub>浄化率の差を所定値と比較して異常判定を行うようにしたが、比較方法はこれに限定されず、例えば、各タイミング間のNO<sub>x</sub>浄化率の比を所定値と比較して異常判定を行ってもよい。

本発明は、流入排気ガスが酸素濃度過剰（リーン）なときに排気ガス中のNO<sub>x</sub>を吸蔵し、流入排気ガスが酸素濃度希薄（リッチ）なときに吸蔵したNO<sub>x</sub>を排出する吸蔵還元型のNO<sub>x</sub>触媒にも適用可能である。この場合、NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化開始タイミングが主に触媒温度に依存することから、前記実施形態のようなNO<sub>x</sub>浄化開始タイミングの  
5 制御（ステップS110、S116）は行えないが、それでも、触媒活性度が比較的低いタイミングと比較的高いタイミングとのNO<sub>x</sub>浄化率に基づいて、NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定することが可能である。

排気通路に他の排気浄化装置、例えば酸化触媒やディーゼルパーティキュレートフィルタ（Diesel Particulate Filter ; DPF）を設けることも任意である。本発明は圧縮着火式内燃  
10 機関以外の内燃機関にも適用可能であり、例えば火花点火式内燃機関、特に直噴リーンバーンガソリンエンジンにも適用可能である。

本発明の実施形態は前述の実施形態のみに限らず、特許請求の範囲によって規定される本発明の思想に包含されるあらゆる変形例や応用例、均等物が本発明に含まれる。従って本発明は、限定的に解釈されるべきではなく、本発明の思想の範囲内に帰属する他の任意  
15 の技術にも適用することが可能である。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒に適用可能である。

## 請求の範囲

1. 内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒と、  
前記NO<sub>x</sub>触媒のNO<sub>x</sub>浄化能に関する指標値を計測する計測手段と、
- 5 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングで前記計測手段によって計測された指標値と、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングで前記計測手段によって計測された指標値とに基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する異常判定手段と  
を備えたことを特徴とするNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
- 10 2. 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが第1のタイミングからなり、  
前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記第1のタイミングより触媒活性度が高い第2のタイミングと、前記第2のタイミングより触媒活性度が高い第3のタイミングとからなり、  
前記異常判定手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミン  
15 グで計測された指標値との間の変化量が所定値以下のとき、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する  
ことを特徴とする請求項1記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
- 20 3. 前記NO<sub>x</sub>触媒の触媒温度を推定する触媒温度推定手段と、  
前記触媒温度推定手段により推定された触媒温度に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒への還元剤の添加を制御する還元剤添加制御手段と  
をさらに備え、  
前記還元剤添加制御手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイ  
25 ミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより低温側に変更する  
ことを特徴とする請求項2記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。

4. 前記還元剤添加制御手段は、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより高温側に変更する
- 5 ことを特徴とする請求項3記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
5. 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記触媒温度が活性開始温度以上となるようなタイミングである
- 10 ことを特徴とする請求項1記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
6. 前記第1のタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記第2のタイミングが、触媒温度が活性開始温度以上且つ活性終了温度未満となるようなタイミングであり、前記第3のタイミングが、触媒温度が活性終了温度以上となるようなタイミングである
- 15 ことを特徴とする請求項2記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
7. 前記指標値がNO<sub>x</sub>浄化率であることを特徴とする請求項1記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断装置。
- 20
8. 内燃機関の排気通路に設けられたNO<sub>x</sub>触媒の異常を診断する方法であって、  
前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングで前記NO<sub>x</sub>触媒の浄化能に関する指標値を計測するステップと、  
前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングで前記指標値を計測するステップと、  
25 これら計測された指標値に基づき前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定するステップと  
を備えたことを特徴とするNO<sub>x</sub>触媒の異常診断方法。

9. 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが第1のタイミングからなり、  
前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、前記第1のタイミングより触媒活性度が高い第2のタイミングと、前記第2のタイミングより触媒活性度が高い第3のタイミングとからなり、

5 前記異常判定ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値以下のとき、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒の異常を判定する

ことを特徴とする請求項8記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断方法。

10

10. 前記NO<sub>x</sub>触媒の触媒温度を推定するステップと、

この推定された触媒温度に基づき、前記NO<sub>x</sub>触媒への還元剤の添加を制御するステップと

をさらに備え、

15 前記還元剤添加制御ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第2のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより低温側に変更することを含む

ことを特徴とする請求項9記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断方法。

20 11. 前記還元剤添加制御ステップは、前記第1のタイミングで計測された指標値と前記第3のタイミングで計測された指標値との間の変化量が所定値より大きいとき、前記還元剤の添加を開始する触媒温度をより高温側に変更することを含む

ことを特徴とする請求項10記載のNO<sub>x</sub>触媒の異常診断方法。

25 12. 前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的低いタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記NO<sub>x</sub>触媒の活性度が比較的高いタイミングが、触媒温度が活性開始温度以上となるようなタイミングである



ことを特徴とする請求項 8 記載の NO<sub>x</sub> 触媒の異常診断方法。

13. 前記第 1 のタイミングが、触媒温度が活性開始温度未満となるようなタイミングであり、前記第 2 のタイミングが、触媒温度が活性開始温度以上且つ活性終了温度未満となるようなタイミングであり、前記第 3 のタイミングが、触媒温度が活性終了温度以上となるようなタイミングである

ことを特徴とする請求項 9 記載の NO<sub>x</sub> 触媒の異常診断方法。

14. 前記指標値が NO<sub>x</sub> 浄化率であることを特徴とする請求項 8 記載の NO<sub>x</sub> 触媒の異常診断方法。

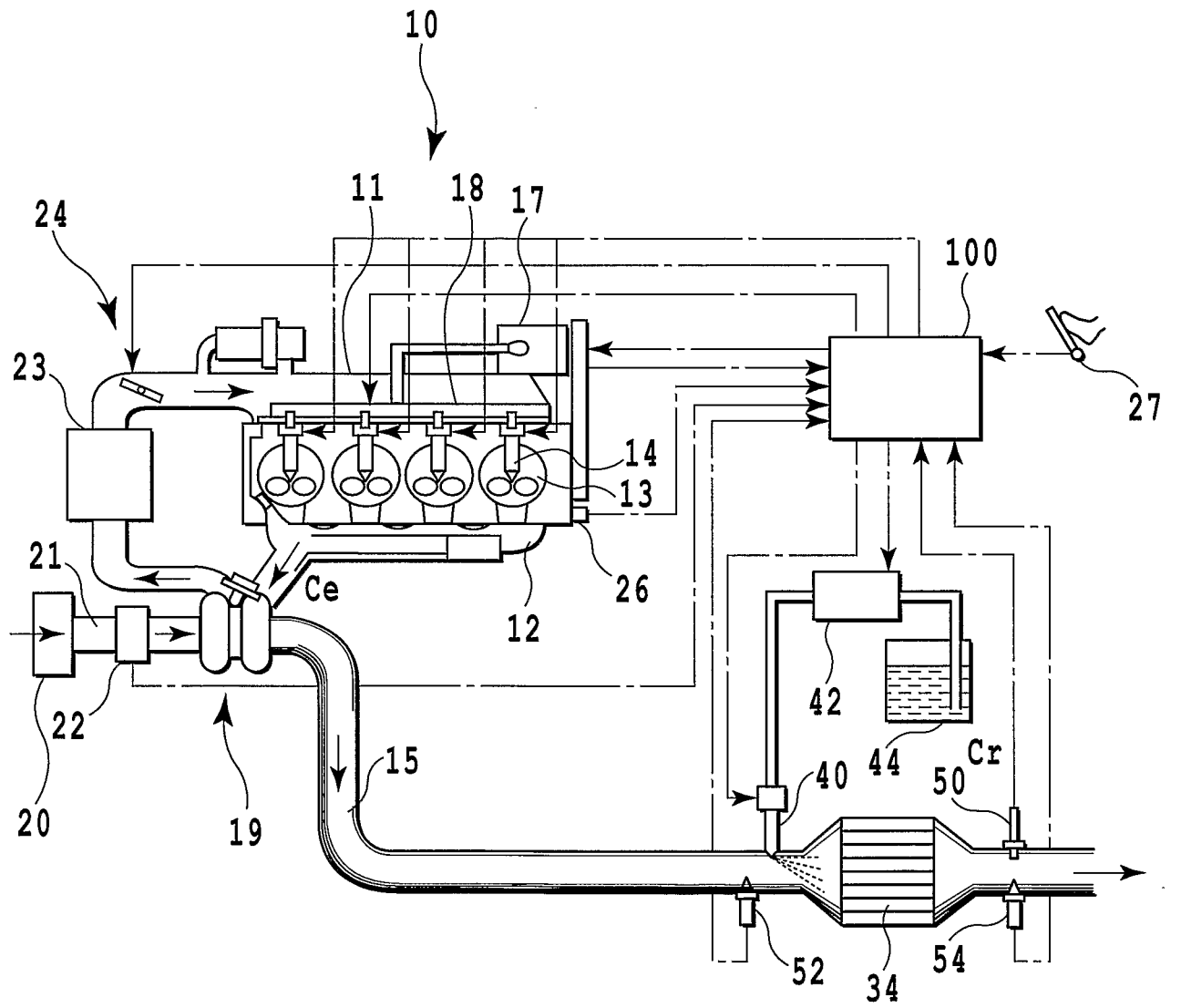


図 1

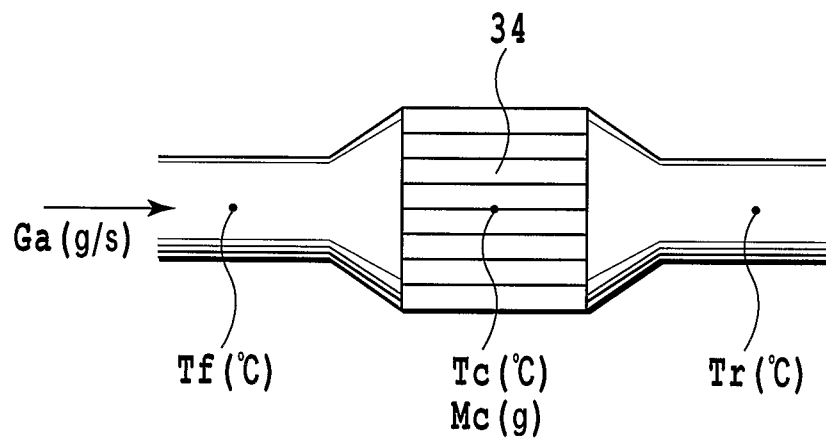


図2

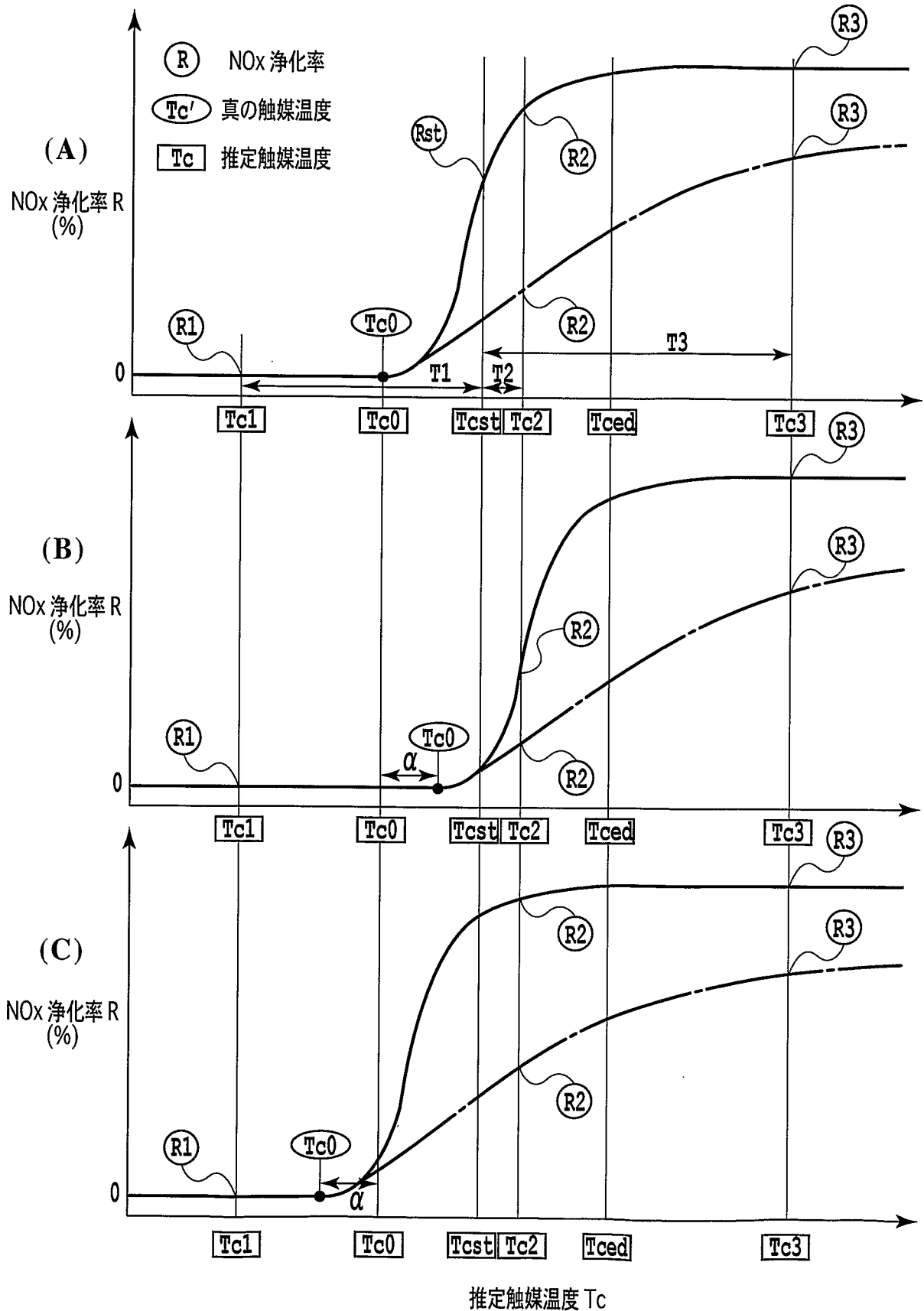


図 3

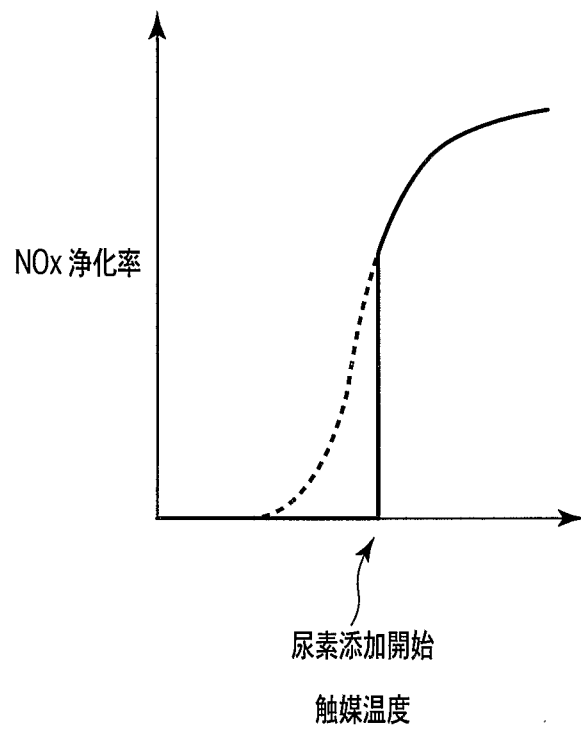


図4

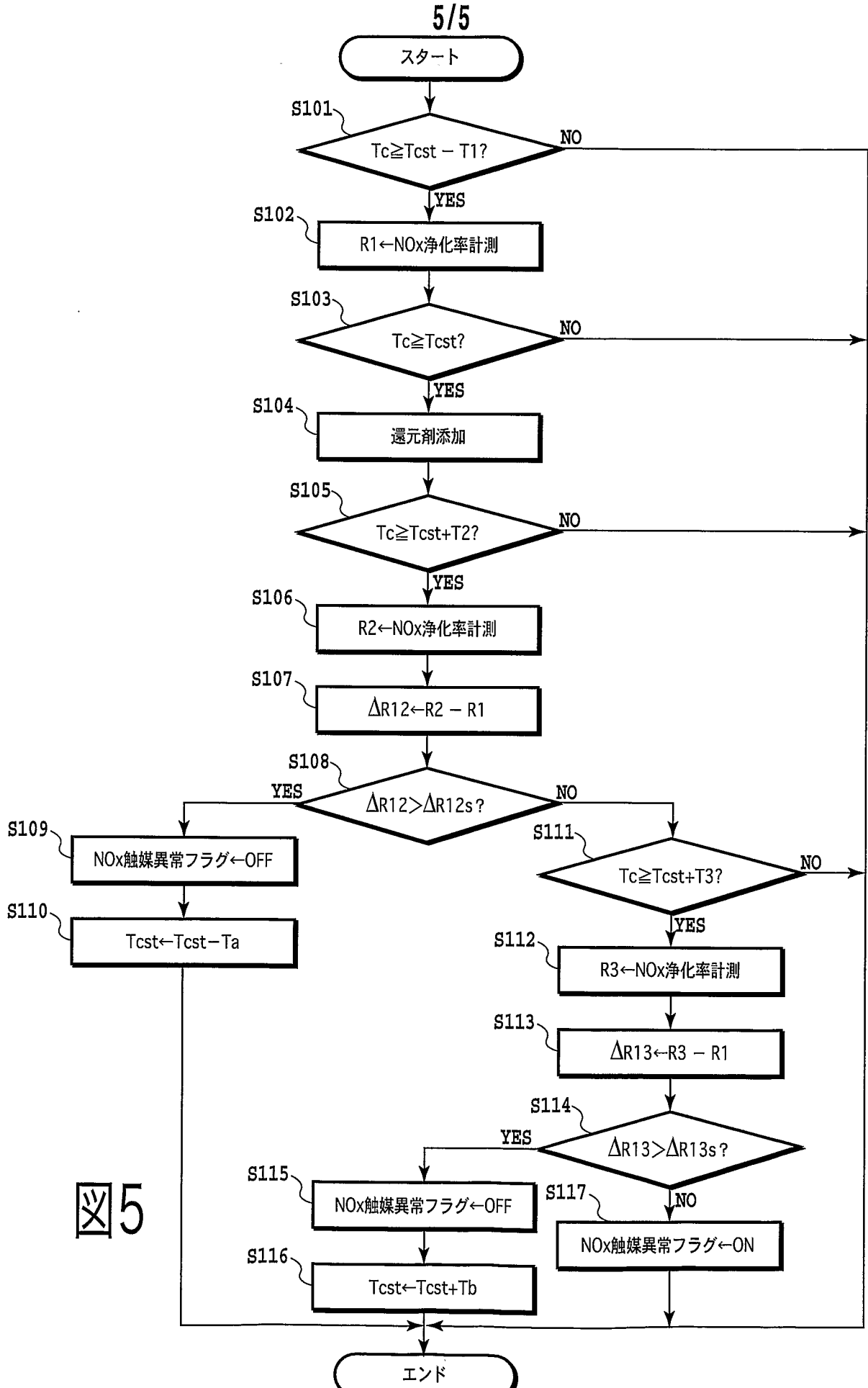


図5



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, F02D45/00(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. F01N3/20, F02D45/00

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 1971-2008年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2008年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2008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
X A	JP 8-338297 A (トヨタ自動車株式会社) 1996. 12. 24, 段落 0009、 0011、0070-0073 & US 5765370 A	1, 5, 7, 8, 12, 14 2-4, 6, 9-11, 1 3
X	JP 2003-120382 A (株式会社デンソー) 2003. 04. 23, 段落 0022 - 0023 & US 2003/0070423 A1	1, 8

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。

<p>* 引用文献のカテゴリー                  「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な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</p>	<p>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                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日  
 09. 09. 2008

国際調査報告の発送日  
 22. 09. 2008

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



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 10-37741 A (株式会社日立製作所) 1998.02.10, 全文、全図 & US 6082101 A & DE 19732167 A1	1-14