

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-133780

(P2008-133780A)

(43) 公開日 平成20年6月12日(2008.6.12)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)			
FO1N	3/18	(2006.01)	FO1N	3/18	ZABC	3G091
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	H	4D048
FO1N	3/00	(2006.01)	FO1N	3/00	F	
BO1D	53/94	(2006.01)	BO1D	53/36	1O1A	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-320837 (P2006-320837)
 (22) 出願日 平成18年11月28日(2006.11.28)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 澤田 裕
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 柴田 大介
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

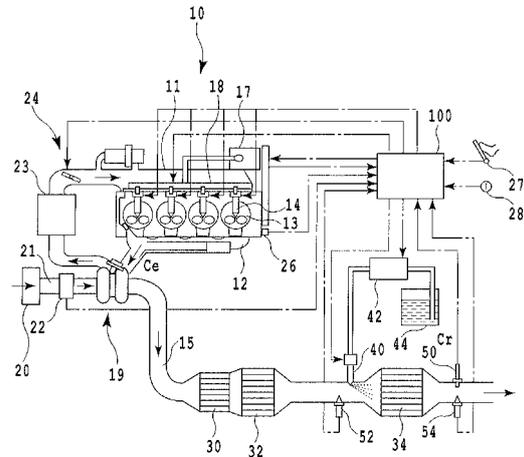
(54) 【発明の名称】 NOx センサの異常診断装置及び異常診断方法

(57) 【要約】

【課題】選択還元型NOx触媒の下流側に設けられたNOxセンサの異常を好適に検出する。

【解決手段】内燃機関10の排気通路15に設けられた選択還元型NOx触媒34と、その下流のNOx濃度Crを検出する触媒後NOxセンサ50と、NOx触媒に還元剤を選択的に添加する手段40, 42と、NOx触媒上流のNOx濃度Ceを検出又は推定する手段と、還元剤の添加停止中に検出又は推定されたNOx触媒前後のNOx濃度Cr, Ce同士を比較して触媒後NOxセンサ50の異常を判定する手段とを備える。還元剤の添加を停止し、NOx触媒の影響を取り除いた状態で異常診断を実行する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられた選択還元型 NOx 触媒と、
前記 NOx 触媒の下流側における排気ガスの NOx 濃度を検出する触媒後 NOx センサと、

前記 NOx 触媒に還元剤を選択的に添加するための還元剤添加手段と、
前記 NOx 触媒の上流側における排気ガスの NOx 濃度を検出又は推定する触媒前 NOx 濃度取得手段と、

前記還元剤添加手段による還元剤の添加停止中に前記触媒後 NOx センサ及び前記触媒前 NOx 濃度取得手段によってそれぞれ検出又は推定された NOx 濃度同士を比較して前記触媒後 NOx センサ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 NOx センサの異常診断装置。 10

【請求項 2】

前記内燃機関のアイドル運転時に、前記還元剤添加手段が還元剤の添加を停止し、且つ、
前記異常判定手段が前記触媒後 NOx センサの異常判定を行う
ことを特徴とする請求項 1 記載の NOx センサの異常診断装置。

【請求項 3】

前記内燃機関を停止させるための停止要求信号を発生する停止要求信号発生手段と、
前記停止要求信号発生手段により停止要求信号が発生されたときに前記内燃機関を所定の遅延時間だけ遅らせて停止させるための停止遅延手段とを備え、
前記遅延時間中に、前記還元剤添加手段が還元剤の添加を停止し、且つ、前記異常判定手段が前記触媒後 NOx センサの異常判定を行う
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の NOx センサの異常診断装置。 20

【請求項 4】

前記遅延時間中に前記内燃機関を強制的にアイドル運転させるための強制アイドル制御を実行する強制アイドル制御手段を備えた
ことを特徴とする請求項 3 記載の NOx センサの異常診断装置。

【請求項 5】

前記還元剤添加手段が、前記 NOx 触媒が所定の温度域にないときに還元剤の添加を停止する
ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれかに記載の NOx センサの異常診断装置。 30

【請求項 6】

前記触媒前 NOx 濃度取得手段が、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスの NOx 濃度を推定する推定手段、及び前記 NOx 触媒の上流側における排気ガスの NOx 濃度を検出する触媒前 NOx センサの少なくとも一方からなる
ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の NOx センサの異常診断装置。

【請求項 7】

前記触媒前 NOx 濃度取得手段が前記推定手段及び前記触媒前 NOx センサの両方からなり、

前記異常判定手段が、前記触媒後 NOx センサによる NOx 濃度の検出値、前記触媒前 NOx センサによる NOx 濃度の検出値及び前記推定手段による NOx 濃度の推定値を比較して前記触媒後 NOx センサ、前記触媒前 NOx センサ及び前記内燃機関の異常を区別して判定する

ことを特徴とする請求項 6 記載の NOx センサの異常診断装置。 40

【請求項 8】

前記推定手段による NOx 濃度の推定値が所定のマップから算出され、前記異常判定手段により前記内燃機関の異常が判定されたとき、前記マップのデータが、前記触媒後 NOx センサの検出値及び前記触媒前 NOx センサの検出値の少なくとも一方に基づいて修正される

ことを特徴とする請求項 7 記載の NOx センサの異常診断装置。 50

【請求項 9】

前記触媒後 NO_x センサによる NO_x 濃度の検出が、前記還元剤添加手段による還元剤の添加停止時から所定時間経過した後に実行される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 いずれかに記載の NO_x センサの異常診断装置。

【請求項 10】

前記還元剤が尿素であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 いずれかに記載の NO_x センサの異常診断装置。

【請求項 11】

排気通路に選択還元型 NO_x 触媒が設けられると共にその下流側に触媒後 NO_x センサが設けられ、前記 NO_x 触媒に還元剤が選択的に添加される内燃機関において、前記触媒後 NO_x センサの異常を診断する方法であって、

前記還元剤の添加を停止するステップと、

前記還元剤の添加停止中に、前記触媒後 NO_x センサにより触媒後 NO_x 濃度を検出し、且つ、前記 NO_x 触媒の上流側の触媒前 NO_x 濃度を検出又は推定するステップと、

これら触媒後 NO_x 濃度と触媒前 NO_x 濃度とを比較して前記触媒後 NO_x センサ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_x センサの異常診断方法。

【請求項 12】

前記還元剤の添加を停止するステップが、前記内燃機関のアイドル運転時に前記還元剤の添加を停止することを含む

ことを特徴とする請求項 11 記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 13】

前記還元剤の添加を停止するステップが、前記内燃機関を停止させるための停止要求信号の発生時から前記内燃機関が停止されるまでの間の所定の遅延時間中に前記還元剤の添加を停止することを含む

ことを特徴とする請求項 11 又は 12 記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 14】

前記遅延時間中に前記内燃機関を強制的にアイドル運転させるステップを備える

ことを特徴とする請求項 13 記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 15】

前記還元剤の添加を停止するステップが、前記 NO_x 触媒が所定の温度域にないときに前記還元剤の添加を停止することを含む

ことを特徴とする請求項 11 乃至 14 いずれかに記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 16】

前記触媒前 NO_x 濃度を検出又は推定することが、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスの NO_x 濃度を推定すること、及び前記 NO_x 触媒の上流側における排気ガスの NO_x 濃度を触媒前 NO_x センサにより検出することとの少なくとも一方からなる

ことを特徴とする請求項 11 乃至 15 いずれかに記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 17】

前記触媒前 NO_x 濃度を検出又は推定することが、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスの NO_x 濃度を推定すること、及び前記 NO_x 触媒の上流側における排気ガスの NO_x 濃度を触媒前 NO_x センサにより検出することの両方からなり、

前記触媒後 NO_x センサの異常を判定するステップが、前記触媒後 NO_x センサによる NO_x 濃度の検出値、前記触媒前 NO_x センサによる NO_x 濃度の検出値及び前記 NO_x 濃度の推定値を比較して前記触媒後 NO_x センサ、前記触媒前 NO_x センサ及び前記内燃機関の異常を区別して判定することを含む

ことを特徴とする請求項 16 記載の NO_x センサの異常診断方法。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記NOx濃度の推定値が、前記内燃機関の運転状態に基づき所定のマップから算出される値であり、

前記内燃機関の異常が判定されたとき、前記触媒後NOxセンサの検出値及び前記触媒前NOxセンサの検出値の少なくとも一方に基づき、前記マップのデータを修正するステップを備える

ことを特徴とする請求項17記載のNOxセンサの異常診断方法。

【請求項19】

前記触媒後NOxセンサによる触媒後NOx濃度の検出が、前記還元剤の添加停止時から所定時間経過した後に実行される

ことを特徴とする請求項11乃至18いずれかに記載のNOxセンサの異常診断方法。 10

【請求項20】

前記還元剤が尿素であることを特徴とする請求項11乃至19いずれかに記載のNOxセンサの異常診断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はNOxセンサの異常診断のための装置及び方法に係り、特に、選択還元型NOx触媒の下流側に設けられたNOxセンサの異常診断のための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

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NOx（窒素酸化物）を浄化するためのNOx触媒が知られている。このNOx触媒としては様々なタイプのものが知られているが、その中で、還元剤の添加によりNOxを連続的に還元除去する選択還元型NOx触媒が公知である。還元剤としては尿素が知られており、通常は尿素水溶液が触媒上流側の排気ガス中に噴射供給され、排気や触媒からの受熱によりアンモニアが発生され、NOx触媒上でアンモニアによりNOxが還元される。 20

【0003】

この選択還元型NOx触媒の使用に当たっては、触媒に添加する還元剤の量を適切な量に制御する必要がある。このため、触媒の下流側にNOxセンサを設け、このNOxセンサにより検出された排気ガス中のNOx濃度に応じて還元剤の量を制御する手法が採用される。 30

【0004】

【特許文献1】特開2003-120399号公報

【特許文献2】特開2004-270468号公報

【特許文献3】特開2004-211631号公報

【特許文献4】特開2006-118505号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、例えば自動車に搭載されたエンジンの場合、排ガスが悪化した状態での走行を未然に防止するため、車載状態（オンボード）で触媒やセンサの異常を検出することが各国法規等からも要請されている。触媒の異常検出については比較的多くの技術が既に存在する。しかしながら、前述の如き、NOx触媒の下流側に設けられたNOxセンサの異常検出に関しては効果的な技術が見当たらないのが現状である。特に排ガス規制が厳しくなりつつある現在、単に断線等の故障に止まらず、劣化等に関するセンサ出力の正確性（rationality）についても正しく検出することが求められてきており、これに対応できる抜本的な対策が必要である。 40

【0006】

このNOxセンサの異常診断方法として、例えば、同じ位置に複数のNOxセンサを設 50

けてこれらの検出値を相対的に比較したり、NO_xセンサを取り外して固定式分析計でチェックしたりする方法が考えられる。しかし、前者の場合はコスト高となり、後者の場合はオンボードでの診断が不可能である。

【0007】

特許文献1には、NO_x吸収剤の下流側に設けられたNO_xセンサの異常検出装置が開示されている。NO_xセンサに到達する排気ガスのNO_x濃度が強制的に変動させられ、NO_xセンサ出力値の変動がセンサ正常時の変動からずれている場合にNO_xセンサが異常と判定される。

【0008】

しかし、NO_xセンサに到達する排気ガスがNO_x吸収剤を通過した後の排気ガスであることから、その排気ガスのNO_x濃度はNO_x吸収剤によりNO_xが吸収された後の濃度となる。つまり、NO_xセンサの出力値にはセンサ手前のNO_x吸収剤の影響が反映されてしまい、これがNO_xセンサの異常診断の精度を低下させる原因となる。

10

【0009】

なお、他の従来技術として、例えば、特許文献2には、NO_x吸蔵触媒からNO_xを強制的に放出させ、この状態にてNO_x吸蔵触媒の実際のNO_x低減率を演算し、この実際のNO_x低減率を、エンジン運転状態に基づき予め設定された基準のNO_x低減率と比較し、NO_xセンサの異常を判定する装置が開示されている。特許文献3には、排気浄化装置の下流側に配置された排気センサの劣化を検出する時、排気浄化装置をバイパスさせて排気ガスを排気センサへ導くことが開示されている。これだと排気浄化装置をバイパスするバイパス通路を別途設ける必要がある。特許文献4には、NO_x吸蔵触媒下流側にNO_xセンサが配置されている内燃機関において、NO_x吸蔵触媒がNO_x吸蔵能力を発揮しない状態において、NO_xセンサの信号を、NO_x吸蔵触媒上流側のNO_x濃度に対する尺度と比較し、NO_xセンサ信号の補正を行うことが開示されている。これは吸蔵型NO_x触媒に関する技術であり、選択還元型NO_x触媒に直ちに適用することはできない。

20

【0010】

本発明は以上の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、選択還元型NO_x触媒の下流側に設けられたNO_xセンサの異常を好適に検出することができるNO_xセンサ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。

【課題を解決するための手段】

30

【0011】

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選択還元型NO_x触媒と、
前記NO_x触媒の下流側における排気ガスのNO_x濃度を検出する触媒後NO_xセンサと、
前記NO_x触媒に還元剤を選択的に添加するための還元剤添加手段と、
前記NO_x触媒の上流側における排気ガスのNO_x濃度を検出又は推定する触媒前NO_x濃度取得手段と、
前記還元剤添加手段による還元剤の添加停止中に前記触媒後NO_xセンサ及び前記触媒前NO_x濃度取得手段によってそれぞれ検出又は推定されたNO_x濃度同士を比較して前記触媒後NO_xセンサ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_xセンサの異常診断装置が提供される。

40

【0012】

還元剤の添加を停止すると、NO_x触媒がNO_xの還元が行えなくなり、NO_x触媒上流のNO_xはNO_x触媒を素通りしてNO_x触媒下流に至る。よって、NO_x触媒上流のNO_x濃度と、NO_x触媒下流のNO_x濃度とが概ね等しくなる。それ故、触媒後NO_xセンサによって検出されたNO_x濃度が、NO_x触媒上流側のNO_x濃度に対してずれていた場合に、触媒後NO_xセンサを異常と判定することができる。NO_x触媒があたかも無いような状態で異常診断を実行するので、異常診断におけるNO_x触媒の影響を取り除くことができ、触媒後NO_xセンサの異常を好適に検出ことができ、高い診断精度を

50

確保することができる。触媒後NOxセンサが異常な値を検出した場合であっても、NOx触媒が異常なのか触媒後NOxセンサが異常なのかを混同することが無く、確実に触媒後NOxセンサの異常として検出することができる。

【0013】

本発明の第2の形態は、前記第1の形態において、前記内燃機関のアイドル運転時に、前記還元剤添加手段が還元剤の添加を停止し、且つ、前記異常判定手段が前記触媒後NOxセンサの異常判定を行うことを特徴とする。

【0014】

本発明の第3の形態は、前記第1又は第2の形態において、前記内燃機関を停止させるための停止要求信号を発生する停止要求信号発生手段と、前記停止要求信号発生手段により停止要求信号が発生されたときに前記内燃機関を所定の遅延時間だけ遅らせて停止させるための停止遅延手段とを備え、前記遅延時間中に、前記還元剤添加手段が還元剤の添加を停止し、且つ、前記異常判定手段が前記触媒後NOxセンサの異常判定を行うことを特徴とする。

10

【0015】

本発明の第4の形態は、前記第3の形態において、前記遅延時間中に前記内燃機関を強制的にアイドル運転させるための強制アイドル制御を実行する強制アイドル制御手段を備えたことを特徴とする。

20

【0016】

本発明の第5の形態は、前記第1乃至第4いずれかの形態において、前記還元剤添加手段が、前記NOx触媒が所定の温度域にないときに還元剤の添加を停止することを特徴とする。

【0017】

本発明の第6の形態は、前記第1乃至第5いずれかの形態において、前記触媒前NOx濃度取得手段が、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスのNOx濃度を推定する推定手段、及び前記NOx触媒の上流側における排気ガスのNOx濃度を検出する触媒前NOxセンサの少なくとも一方からなることを特徴とする。

30

【0018】

本発明の第7の形態は、前記第6の形態において、前記触媒前NOx濃度取得手段が前記推定手段及び前記触媒前NOxセンサの両方からなり、前記異常判定手段が、前記触媒後NOxセンサによるNOx濃度の検出値、前記触媒前NOxセンサによるNOx濃度の検出値及び前記推定手段によるNOx濃度の推定値を比較して前記触媒後NOxセンサ、前記触媒前NOxセンサ及び前記内燃機関の異常を区別して判定することを特徴とする。

40

【0019】

本発明の第8の形態は、前記第7の形態において、前記推定手段によるNOx濃度の推定値が所定のマップから算出され、前記異常判定手段により前記内燃機関の異常が判定されたとき、前記マップのデータが、前記触媒後NOxセンサの検出値及び前記触媒前NOxセンサの検出値の少なくとも一方に基づいて修正されることを特徴とする。

【0020】

本発明の第9の形態は、前記第1乃至第8いずれかの形態において、

50

前記触媒後NO_xセンサによるNO_x濃度の検出が、前記還元剤添加手段による還元剤の添加停止時から所定時間経過した後に実行されることを特徴とする。

【0021】

本発明の第10の形態は、前記第1乃至第9いずれかの形態において、前記還元剤が尿素であることを特徴とする。

【0022】

本発明の第11の形態によれば、排気通路に選択還元型NO_x触媒が設けられると共にその下流側に触媒後NO_xセンサが設けられ、前記NO_x触媒に還元剤が選択的に添加される内燃機関において、前記触媒後NO_xセンサの異常を診断する方法であって、

10

前記還元剤の添加を停止するステップと、前記還元剤の添加停止中に、前記触媒後NO_xセンサにより触媒後NO_x濃度を検出し、且つ、前記NO_x触媒の上流側の触媒前NO_x濃度を検出又は推定するステップと、これら触媒後NO_x濃度と触媒前NO_x濃度とを比較して前記触媒後NO_xセンサ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_xセンサの異常診断方法が提供される。

【0023】

本発明の第12の形態は、前記第11の形態において、前記還元剤の添加を停止するステップが、前記内燃機関のアイドル運転時に前記還元剤の添加を停止することを含むことを特徴とする。

20

【0024】

本発明の第13の形態は、前記第11又は第12の形態において、前記還元剤の添加を停止するステップが、前記内燃機関を停止させるための停止要求信号の発生時から前記内燃機関が停止されるまでの間の所定の遅延時間中に前記還元剤の添加を停止することを含むことを特徴とする。

【0025】

本発明の第14の形態は、前記第13の形態において、前記遅延時間中に前記内燃機関を強制的にアイドル運転させるステップを備えることを特徴とする。

30

【0026】

本発明の第15の形態は、前記第11乃至第14いずれかの形態において、前記還元剤の添加を停止するステップが、前記NO_x触媒が所定の温度域にないときに前記還元剤の添加を停止することを含むことを特徴とする。

【0027】

本発明の第16の形態は、前記第11乃至第15いずれかの形態において、前記触媒前NO_x濃度を検出又は推定することが、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスのNO_x濃度を推定すること、及び前記NO_x触媒の上流側における排気ガスのNO_x濃度を触媒前NO_xセンサにより検出することとの少なくとも一方からなることを特徴とする。

40

【0028】

本発明の第17の形態は、前記第16の形態において、前記触媒前NO_x濃度を検出又は推定することが、前記内燃機関の運転状態に基づき前記内燃機関から排出される排気ガスのNO_x濃度を推定すること、及び前記NO_x触媒の上流側における排気ガスのNO_x濃度を触媒前NO_xセンサにより検出することの両方からなり、

50

前記触媒後NOxセンサの異常を判定するステップが、前記触媒後NOxセンサによるNOx濃度の検出値、前記触媒前NOxセンサによるNOx濃度の検出値及び前記NOx濃度の推定値を比較して前記触媒後NOxセンサ、前記触媒前NOxセンサ及び前記内燃機関の異常を区別して判定することを含む

ことを特徴とする。

【0029】

本発明の第18の形態は、前記第17の形態において、

前記NOx濃度の推定値が、前記内燃機関の運転状態に基づき所定のマップから算出される値であり、

前記内燃機関の異常が判定されたとき、前記触媒後NOxセンサの検出値及び前記触媒前NOxセンサの検出値の少なくとも一方に基づき、前記マップのデータを修正するステップを備える

ことを特徴とする。

【0030】

本発明の第19の形態は、前記第11乃至第18いずれかの形態において、

前記触媒後NOxセンサによる触媒後NOx濃度の検出が、前記還元剤の添加停止時から所定時間経過した後に実行される

ことを特徴とする。

【0031】

本発明の第20の形態は、前記第11乃至第19いずれかの形態において、

前記還元剤が尿素であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0032】

本発明によれば、選択還元型NOx触媒の下流側に設けられたNOxセンサの異常を好適に検出することができるという、優れた効果が発揮される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

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。

【0034】

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ルド、12は排気ポートに連通されている排気マニフォルド、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。

【0035】

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を順に通して吸気マニフォルド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24には電子制御式のものが採用されている。

【0036】

排気通路15には、上流側から順に、排気ガス中の未燃成分(特にHC)を酸化して浄化する酸化触媒30と、排気ガス中の粒子状物質(PM)を捕集して燃焼除去するDPR(Diesel Particulate Reduction)触媒32と、排気ガス中のNOxを還元して浄化する

10

20

30

40

50

NOx触媒、特に選択還元型NOx触媒34とが直列に設けられている。

【0037】

そして、NOx触媒34とDPR触媒32との間、即ちDPR触媒32の下流側且つNOx触媒34の上流側の排気通路15に、NOx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NOx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。

【0038】

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、前述のエアフロメータ22の他、NOx触媒34の下流側に設けられたNOxセンサ即ち触媒後NOxセンサ50、NOx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センサ52及び触媒後排気温センサ54が含まれる。触媒後NOxセンサ50は、その設置位置における排気ガスのNOx濃度即ち触媒後NOx濃度に応じた信号をECU100に出力する。触媒前排気温センサ52及び触媒後排気温センサ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に出力する。なお触媒前排気温センサ52はDPR触媒32の下流側且つNOx触媒34の上流側の排気通路15に設置される。

【0039】

また他のセンサ類として、クランク角センサ26、アクセル開度センサ27及びエンジンスイッチ28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に出力し、ECU100はそのクランクパルス信号に基づきエンジン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に出力する。エンジンスイッチ28はユーザによってエンジン始動時にオン、エンジン停止時にオフされる。

【0040】

選択還元型NOx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（ $V_2O_5/WO_3/TiO_2$ ）を担持させたもの等が例示できる。選択還元型NOx触媒34は、その触媒温度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NOx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NOxと反応してNOxが還元される。

【0041】

NOx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、触媒前排気温センサ52及び触媒後排気温センサ54によりそれぞれ検出された触媒前排気温及び触媒後排気温に基づき、触媒温度を推定する。なお推定方法はこのような例に限られない。

【0042】

NOx触媒34に対する尿素添加量は、触媒後NOxセンサ50により検出される触媒後NOx濃度に基づき制御される。具体的には、触媒後NOx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NOx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（例えば工

10

20

30

40

50

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_x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_x触媒34が尿素添加時のみNO_x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_x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NH₃スリップ)、異臭等の原因となるからである。

【0043】

ここで、エンジンから排出されるNO_x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_xが排出されるので、これを触媒後NO_x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_x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_xを還元できる。

10

【0044】

また、NO_x触媒34の触媒温度(本実施形態では推定値)に応じて尿素添加の実行・停止が制御される。具体的には、触媒温度が所定の最小活性温度(例えば200)以上のときに尿素添加が実行され、触媒温度がその最小活性温度未満のときには尿素添加が停止される。触媒温度が最小活性温度に達する前は尿素添加を行ってもNO_xを効率良く還元できないからである。また、触媒温度が最小活性温度より高い所定の上限温度(例えば600)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_xを効率良く還元できないからである。もっとも、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、触媒温度が、最小活性温度以上且つ上限温度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。

20

【0045】

エンジン暖機時、NO_x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_x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_x触媒34よりも早く触媒後NO_xセンサ50が活性化する。ECU100は、触媒後NO_x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_x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。

30

【0046】

本実施形態では上流側から順に酸化触媒30、DPR触媒32及びNO_x触媒34が配列されているが、配列順序はこれに限られない。DPR触媒32はディーゼルパティキュレートフィルタ(Diesel Particulate Filter; DPF)の一種であり、フィルタ構造であると共に表面に貴金属を有し、フィルタで捕集した粒子状物質を貴金属を利用して連続的に酸化(燃焼)する連続再生式である。DPFとして、このようなDPR触媒32に限らず、あらゆるタイプのDPFが使用可能である。なお、酸化触媒30及びDPR触媒32の少なくとも一方を省略した実施形態も可能である。

40

【0047】

次に、触媒後NO_xセンサ50の異常診断について説明する。

【0048】

概して、本実施形態における触媒後NO_xセンサ50の異常診断の特徴は、異常診断時に尿素の添加を停止し(即ち、当量比をゼロとし)、この停止中に、触媒後NO_xセンサ50により触媒後NO_x濃度を検出すると共に、NO_x触媒上流側における触媒前NO_x濃度を検出又は推定し、これら触媒後NO_x濃度と触媒前NO_x濃度とを互いに比較して触媒後NO_xセンサ50の異常を判定する点にある。

【0049】

50

前述したように、尿素の添加を停止するとNOx触媒34が働かなくなり、NOxの還元が行えなくなる。よってNOx触媒34の上流側のNOxはNOx触媒34を素通りしてNOx触媒34の下流側に至る。NOx触媒34の上流側のNOx濃度即ち触媒前NOx濃度と、NOx触媒34の下流側のNOx濃度即ち触媒後NOx濃度とは概ね等しくなる。よって触媒後NOx濃度の検出値が触媒前NOx濃度に対して一定値以上ずれていれば触媒後NOxセンサ50を異常と判定することができ、逆に、触媒後NOx濃度の検出値が触媒前NOx濃度に対して一定値以上ずれていなければ触媒後NOxセンサ50を正常と判定することができる。NOx触媒が働かない状態、即ちNOx触媒があたかも無いような状態で異常診断を実行するので、異常診断におけるNOx触媒の影響を取り除くことができ、高い診断精度を確保することができる。触媒後NOxセンサが異常な値を検出した場合であっても、NOx触媒が異常なのか触媒後NOxセンサが異常なのかを混同することが無く、確実に触媒後NOxセンサの異常を検出することが可能である。

10

【0050】

触媒前NOx濃度は、好ましくは、エンジン10の燃焼室13から排出される排気ガスのNOx濃度であってエンジン10の運転状態に基づき推定されるNOx濃度（以下、触媒前推定NOx濃度という）、及び、NOx触媒34の上流側に設けられたNOxセンサ即ち触媒前NOxセンサ（図6の符号60参照）により検出されたNOx濃度（以下、触媒前検出NOx濃度という）、の少なくとも一方からなる。

【0051】

本実施形態では、触媒前NOx濃度として前者の触媒前推定NOx濃度が用いられる。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、所定のマップに従って、触媒前推定NOx濃度を算出する。なお、この触媒前推定NOx濃度を通常尿素添加量制御に用いることもでき、こうするとデータの共用化を図ることができる。他方、触媒前NOx濃度として後者の触媒前検出NOx濃度を用いた場合には、実際の検出値を用いることになるため、マップデータが経時的に不適切になった場合の推定誤差を排除できる可能性がある。前者と後者の両方を用いれば、2値との比較になるため診断精度を向上できる可能性がある。

20

【0052】

触媒後NOxセンサ50の正常・異常が触媒前NOx濃度を基準として判定されるため、触媒前NOx濃度は正確な値である必要がある。エンジン10の他の部位（インジェクタ等）についてもECU100により異常診断がなされており、他の部位の異常が検出されていなければ、触媒前推定NOx濃度は正確な値とみなすことができる。これによって触媒前NOx濃度の正確性が保証される。

30

【0053】

なお、触媒前検出NOx濃度のみを触媒前NOx濃度とする場合には、触媒前NOxセンサが正常でその検出値が正確であることが保証されていなければならない。本実施形態ではNOx触媒34の上流に酸化触媒30とDPR触媒32とがあるが、これらにより、エンジン10から排出されたNOxは消費されず、また消費されたとしても無視し得る程度である。よって触媒前推定NOx濃度は触媒後NOx濃度と概ね等しいとみなして差し支えない。

40

【0054】

次に、ECU100によって実行される触媒後NOxセンサ50の異常診断処理について説明する。

【0055】

図2に、異常診断処理の第1の態様を示す。図示されるルーチンはECU100により所定周期（例えば16msec）毎に繰り返し実行される。

【0056】

最初のステップS101では、触媒後NOxセンサ50の異常診断を行うのに適した所定条件が成立しているか否かが判断される。例えば、（a）触媒後NOxセンサ50が活性温度に達している、（b）エンジン10が定常運転状態にある、（c）エンジン10の

50

暖機が終了している、の全ての条件が満たされたとき、条件成立となる。なお、(b)の条件については、例えばエアフロメータ22により検出される吸入空気量の変動量が一定値以内にあるとき定常とみなすことができる。(d)NOx触媒34の触媒温度が所定の最小活性温度(例えば200)以上で且つ所定の上限温度(例えば600)未満のとき、という条件を含めてもよい。

【0057】

所定条件が成立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、所定条件が成立していると判断された場合、ステップS102において、添加弁40が閉状態に制御され、尿素の添加が停止される。

【0058】

次のステップS103においては、尿素添加停止時から所定時間が経過したか否かが判断される。この所定時間は比較的短い時間である。このように所定時間の経過を待つ理由は、尿素添加停止直後はNOx触媒34に付着した尿素によってNOxが還元され、NOx触媒34の下流に排出されるNOx量がその上流のNOx量より減少する可能性があるからである。所定時間の経過を待てば、NOx触媒34に残存付着した尿素を排気ガスによりパージした後に触媒後NOx濃度を検出することができる。言い換えれば、所定時間は、そのようなパージが実現されるような時間に予め設定される。

【0059】

この所定時間は、ECU100に装備されたタイマで計測することができる。或いは、NOx触媒34を通過した排気ガス量が所定値に達した時に所定時間経過としてもよい。この場合、吸入空気量が排気ガス量の相関値であることから、エアフロメータ22で検出された吸入空気量の積算値が所定値に達した時に所定時間経過とすることができる。触媒温度が高いほどパージが早期に完了するとも考えられるので、触媒温度と吸入空気量との積の積算値が所定値に達した時に所定時間経過とすることもできる。

【0060】

ステップS103で所定時間が経過していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。

【0061】

他方、所定時間が経過したと判断された場合、NOx触媒34でNOxが還元されてないとみなされ、ステップS104において、触媒後NOxセンサ50により触媒後NOx濃度Crが検出され、その検出値が取得される。次にステップS105において、エンジン10から排出された排気ガスのNOx濃度である触媒前推定NOx濃度Ceが推定され、その推定値が取得される。

【0062】

この後、ステップS106において、これら触媒後NOx濃度Crと触媒前推定NOx濃度Ceとが比較される。具体的には、これら触媒後NOx濃度Crと触媒前推定NOx濃度Ceとの差即ち濃度差Cが、式： $C = |Cr - Ce|$ により計算され、この濃度差Cが所定値Csより大きいかが判断される。

【0063】

濃度差Cが所定値Cs以下の場合、触媒後NOx濃度Crは触媒前推定NOx濃度Ceと略等しいとみなされ、ステップS108にて触媒後NOxセンサ50は正常と判定される。他方、濃度差Cが所定値Csより大きい場合、触媒後NOx濃度Crが触媒前推定NOx濃度Ceから比較的大きくずれているとみなされ、ステップS107にて触媒後NOxセンサ50は異常と判定される。以上で本ルーチンが終了される。

【0064】

このように、尿素の添加を停止してその間の触媒後NOx濃度Crと触媒前推定NOx濃度Ceとを比較して触媒後NOxセンサ50の異常を判定するので、介在するNOx触媒34の影響を受けずに異常診断を実施することができる。よって、診断精度の高い好適な異常診断を実現することができる。しかも、NOxセンサ等の特定部品の追加も必要ないので、コスト的に有利であり、複雑な制御を追加する必要もない。オンボードでの診断

10

20

30

40

50

にも勿論適している。

【0065】

また、尿素添加停止時から所定時間が経過した後に触媒後NO_x濃度C_rと触媒前推定NO_x濃度C_eとを取得するので、NO_x触媒34に付着した尿素の影響を受けずに、確実な触媒不作動状態の下で濃度値取得を実現することができる。

【0066】

次に、異常診断処理の第2の態様を図3を参照しつつ説明する。図3に示されるルーチンもECU100により所定周期（例えば16msec）毎に繰り返し実行される。

【0067】

最初のステップS201では、触媒後NO_xセンサ50の異常診断を行うのに適した所定条件が成立しているか否かが判断される。但しここでの条件は前記ステップS101と異なり、例えば、(a)触媒後NO_xセンサ50が活性温度に達している、(b)エンジン10が定常運転状態にある、の2条件が満たされれば条件成立となる。所定条件が成立していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。

10

【0068】

他方、所定条件が成立していると判断された場合、ステップS202において、尿素の添加が停止中であるか否かが判断される。ここでの停止操作は通常尿素添加制御に基づく停止操作である。即ち、前述したように、通常制御によれば、NO_x触媒34の触媒温度が所定の最小活性温度（例えば200）未満のとき、尿素添加が停止される。例えば、NO_x触媒34が暖機中で未だ未活性のときや、NO_x触媒34が一旦活性化したが、その後の運転状態や触媒雰囲気状態（例えばフューエルカット、アイドル、低外気温、触媒への水、雪等の付着）により、触媒が再度未活性となったとき、尿素添加が停止される。またエンジンが暖機中のとき尿素添加が停止されるようにしてもよい。さらに、NO_x触媒34の触媒温度が所定の上限温度（例えば600）以上のときにも尿素添加が停止される。

20

【0069】

本態様では、こうした通常制御に従う尿素添加停止中に、同時に触媒後NO_xセンサ50の異常診断を行う。これによって異常診断の頻度をより多く確保することが可能になる。

【0070】

尿素添加停止中でないと判断された場合、本ルーチンが終了される。

30

【0071】

他方、尿素添加停止中であると判断された場合、ステップS203において、前記ステップS104同様、触媒後NO_x濃度C_rが取得される。次にステップS204において、前記ステップS105同様、触媒前推定NO_x濃度C_eが取得される。この後、ステップS205において、前記ステップS106同様、触媒後NO_x濃度C_rと触媒前推定NO_x濃度C_eとの濃度差Cが所定値C_sより大きいかが判断される。濃度差Cが所定値C_s以下の場合、ステップS207にて触媒後NO_xセンサ50は正常と判定される。他方、濃度差Cが所定値C_sより大きい場合、ステップS206にて触媒後NO_xセンサ50は異常と判定される。以上で本ルーチンが終了される。

40

【0072】

次に、異常診断処理の第3の態様を図4を参照しつつ説明する。図4に示されるルーチンもECU100により所定周期（例えば16msec）毎に繰り返し実行される。

【0073】

最初のステップS301では、前記ステップS101同様、触媒後NO_xセンサ50の異常診断を行うのに適した所定条件が成立しているか否かが判断される。所定条件が成立していないと判断された場合、本ルーチンが終了される。

【0074】

他方、所定条件が成立していると判断された場合、ステップS302において、現在のエンジン運転状態がアイドル運転か否かが判断される。

50

【 0 0 7 5 】

即ち、異常診断のため尿素の添加を停止すると、NO_x触媒34がNO_xを還元できなくなり、NO_xがNO_x触媒34の下流側に排出され、エミッションが悪化してしまう。しかしながら、アイドル運転時には、エンジンからの排気ガス量及びNO_x排出量が最小なので、このときに異常診断を実行することによりエミッションの悪化を最小限に止めることができる。アイドル運転時に異常診断を行えば、アイドル運転時以外に異常診断を行うよりもエミッションを向上することが可能である。また、アイドル運転時にはエンジン10が確実に定常運転状態であるので、異常診断の精度を確保する上でも有利である。

【 0 0 7 6 】

エンジン運転状態がアイドル運転でないと判断された場合、本ルーチンが終了される。他方、エンジン運転状態がアイドル運転であると判断された場合、前記ステップS102～S108と同様なステップS303～S309が実行され、触媒後NO_xセンサ50の正常・異常が判定される。

10

【 0 0 7 7 】

次に、異常診断処理の第4の態様を図5を参照しつつ説明する。図5に示されるルーチンもECU100により所定周期（例えば16msec）毎に繰り返し実行される。

【 0 0 7 8 】

概して、この第4の態様では、エンジン10の停止時にその停止が遅延され、この遅延時間中に尿素の添加が停止され、触媒後NO_x濃度と触媒前推定NO_x濃度とが取得され、触媒後NO_xセンサ50の異常が判定される。エンジン10の停止時には、多くの場合、NO_x触媒34と触媒後NO_xセンサ50とが活性化しており、且つエンジンもアイドル運転している。よって、異常診断のための各種条件を容易に満たすことが可能であり、異常診断のタイミングとして好適である。しかも、エンジン停止時に必ず異常診断が実行されるので、異常診断の実行頻度も確保可能である。先のアイドル運転時と同様、異常診断時のエミッション悪化も最小限に止めることができる。

20

【 0 0 7 9 】

このエンジン停止遅延時間中の異常診断を実行する場合、その遅延時間中に、エンジンを強制的にアイドル運転させるための強制アイドル制御を行うのが好ましい。遅延時間中に、希とは思われるが、ユーザによりアクセルペダルが踏み込まれ、アイドル状態でなくなるのを確実に阻止することができるからである。

30

【 0 0 8 0 】

この強制アイドル制御時の目標回転速度は、エンジン暖機後の値である通常目標アイドル回転速度に等しく設定することができるが、代替的に、その通常目標アイドル回転速度より若干高い所定のファーストアイドル回転速度に設定することもできる。ファーストアイドル回転速度に設定すると尿素添加停止後のパーズ速度が速くなり、異常診断を早期に終了してエンジン停止遅延時間を短縮できる可能性がある。

【 0 0 8 1 】

図5に示されるように、最初のステップS401では、ユーザによりエンジンスイッチ28がオフされたか否かが判断される。このエンジンスイッチ28のオフによりオフ信号が発生され、ECU100に送出される。このオフ信号がエンジンを停止させるための停止要求信号となる。

40

【 0 0 8 2 】

エンジンスイッチ28がオフされていない場合、本ルーチンが終了される。他方、エンジンスイッチ28がオフされた場合、ステップS402において、強制アイドル制御が実行される。これによりエンジンは確実にアイドル運転状態に保持される。

【 0 0 8 3 】

続くステップS403～S409は前記ステップS102～S108と同様である。ステップS403～S409により、尿素の添加が停止され、触媒後NO_x濃度C_rと触媒前推定NO_x濃度C_eとが取得され、これらの濃度差Cが所定値C_sと比較されて、触媒後NO_xセンサ50の正常・異常が判定される。

50

【0084】

最後に、ステップS410でエンジンが停止され、本ルーチンが終了される。ステップS401のエンジンスイッチオフからステップS410のエンジン停止までの間の遅延時間だけ、エンジンの停止が遅延される。ユーザによる違和感を低減するため、ステップS404の所定時間はできるだけ短いのが望ましい。

【0085】

次に、異常診断処理の第5の態様を説明する。この第5の態様では、図6に示すように、NOx触媒34の上流側にNOxセンサ即ち触媒前NOxセンサ60が追加して設けられる。触媒前NOxセンサ60は、NOx触媒34とDPR触媒32との間、即ちDPR触媒32の下流側且つNOx触媒34の上流側の排気通路15に設けられ、その設置位置における排気ガスのNOx濃度を検出し、この検出濃度に応じた信号をECU100に出力する。以下、この触媒前NOxセンサ60によって検出されたNOx濃度を触媒前検出NOx濃度という。触媒前NOxセンサ60は、好ましくは図示されるように添加弁40の上流側に設けられるが、必ずしもそうでなくてもよい。

10

【0086】

概して、この第5の態様では、触媒後NOxセンサ50により検出された触媒後NOx濃度、触媒前NOxセンサ60により検出された触媒前検出NOx濃度、及びエンジン運転状態に基づき推定された触媒前推定NOx濃度の比較、即ち3点での比較が行われる。そして、この比較結果に基づき、触媒後NOxセンサ50、触媒前NOxセンサ60及びエンジン10の異常が区別して判定される。

20

【0087】

触媒後NOx濃度が、触媒前推定NOx濃度だけでなく、触媒前検出NOx濃度とも比較されるので、触媒後NOxセンサ50の異常診断の信頼性が向上する。例えば触媒後NOx濃度と触媒前推定NOx濃度との比較だけだと、触媒後NOx濃度が触媒前推定NOx濃度から大きくずれていた場合に、触媒後NOxセンサ50が異常なのか、或いはエンジンが異常のため排出NOx量が異常なのかを区別できない。この第5の態様によれば、触媒前検出NOx濃度も比較対象に加えられるので、例えば触媒前推定NOx濃度と触媒前検出NOx濃度とがほぼ等しく、且つ触媒後NOx濃度のみがずれている場合に、触媒後NOxセンサ50の異常と判定できる。同じ要領で、触媒前NOxセンサ60及びエンジン10の異常も検出することができる。外れた値を示す一つのみが異常と判定されるのである。

30

【0088】

結局、触媒後NOxセンサ50だけでなく、触媒前NOxセンサ60及びエンジン10の異常をも検出することができる。よって異常診断の幅を拡大することが可能となる。さらに、触媒前NOxセンサ60の検出値を通常尿素添加制御に利用できるため、尿素添加制御の精度をも向上することができる。

【0089】

この第5の態様の具体的処理を図7を参照しつつ説明する。図7に示されるルーチンもECU100により所定周期（例えば16msec）毎に繰り返し実行される。

【0090】

ステップS501～S503は前記ステップS101～S103と同様である。ステップS503で所定時間が経過したと判断された場合、ステップS504において、触媒後NOxセンサ50の検出値である触媒後NOx濃度Crと、触媒前NOxセンサ60の検出値である触媒前検出NOx濃度Cfとが取得される。次にステップS505において、エンジン10から排出された排気ガスのNOx濃度の推定値である触媒前推定NOx濃度Ceが取得される。

40

【0091】

この後、ステップS506において、これら触媒後NOx濃度Cr、触媒前検出NOx濃度Cf及び触媒前推定NOx濃度Ceの濃度差、即ち第1濃度差C1、第2濃度差C2及び第3濃度差C3が次式により計算される（図6参照）。

50

$$C1 = |Cf - Ce|$$

$$C2 = |Cr - Ce|$$

$$C3 = |Cr - Cf|$$

次に、これら第1～第3濃度差 $C1 \sim C3$ が第1～第3所定値 $C1s \sim C3s$ とそれぞれ比較される。まず、ステップS507において、第1濃度差 $C1$ と第1所定値 $C1s$ とが比較され、且つ、第2濃度差 $C2$ と第2所定値 $C2s$ とが比較される。

【0092】

第1濃度差 $C1$ が第1所定値 $C1s$ より大きく、且つ、第2濃度差 $C2$ が第2所定値 $C2s$ より大きい場合 ($C1 > C1s$ & $C2 > C2s$)、触媒前推定NOx濃度 Ce のみが他の二つの値即ち触媒後NOx濃度 Cr 及び触媒前検出NOx濃度 Cf からずれているとみなされる。よって、ステップS508にて、エンジン10が異常と判定される。なお、前述したようにエンジンの異常はECU100による通常の異常診断でも検出可能であるが、このステップでもエンジン10の異常を検出することで二重診断が可能となり、信頼性が高まる。

10

【0093】

エンジン10の異常判定後、ステップS509において、触媒前推定NOx濃度 Ce を算出するためのマップが修正或いは更新される。即ち、経年変化等によりマップデータの最適値が新品時から変化することもあり得るので、ここでは現状で実際に得られたNOx濃度値がマップに学習される。具体的には、ステップS505で触媒前推定NOx濃度 Ce を取得したときのエンジンパラメータ（例えば回転速度及びアクセル開度）に対応するマップ上の値が、ステップS504で取得された触媒後NOx濃度 Cr 及び触媒前検出NOx濃度 Cf の少なくとも一方に基づく値（いずれか一方の値、又は両方の平均値等）に置き換えられる。こうして本ルーチンが終了される。

20

【0094】

他方、ステップS507において $C1 > C1s$ 且つ $C2 > C2s$ の関係が満たされない場合、ステップS510において、第1濃度差 $C1$ と第1所定値 $C1s$ とが比較され、且つ、第3濃度差 $C3$ と第3所定値 $C3s$ とが比較される。

【0095】

第1濃度差 $C1$ が第1所定値 $C1s$ より大きく、且つ、第3濃度差 $C3$ が第3所定値 $C3s$ より大きい場合 ($C1 > C1s$ & $C3 > C3s$)、触媒前検出NOx濃度 Cf のみが他の二つの値即ち触媒後NOx濃度 Cr 及び触媒前推定NOx濃度 Ce からずれているとみなされる。よって、ステップS511にて、触媒前NOxセンサ60が異常と判定される。以上で本ルーチンが終了される。

30

【0096】

他方、ステップS510において $C1 > C1s$ 且つ $C3 > C3s$ の関係が満たされない場合、ステップS512において、第2濃度差 $C2$ と第2所定値 $C2s$ とが比較され、且つ、第3濃度差 $C3$ と第3所定値 $C3s$ とが比較される。

【0097】

第2濃度差 $C2$ が第2所定値 $C2s$ より大きく、且つ、第3濃度差 $C3$ が第3所定値 $C3s$ より大きい場合 ($C2 > C2s$ & $C3 > C3s$)、触媒後NOx濃度 Cr のみが他の二つの値即ち触媒前検出NOx濃度 Cf 及び触媒前推定NOx濃度 Ce からずれているとみなされる。よって、ステップS513にて、触媒後NOxセンサ50が異常と判定される。以上で本ルーチンが終了される。

40

【0098】

他方、ステップS512において $C2 > C2s$ 且つ $C3 > C3s$ の関係が満たされない場合、ステップS514において、エンジン10、触媒前NOxセンサ60及び触媒後NOxセンサ50のいずれもが正常と判定される。そして本ルーチンが終了される。

【0099】

50

次に、異常診断処理の第6の態様を説明する。この第6の態様は、前記第5の態様（図7）に前記第4の態様（図5）を組み合わせたものである。触媒後NOxセンサ50、触媒前NOxセンサ60及びエンジン10の異常判定が、エンジン停止遅延時間中に実行される。

【0100】

この第6の態様の具体的処理は図8に示す通りである。ステップS601～S603は第4の態様のステップS401～S403と同様である。その後のステップS604～S614は第5の態様のステップS504～S514と同様である。ステップS609、S611、S613、S614の後、ステップS615でエンジン10が停止され、本ルーチンが終了される。

10

【0101】

このように前記第1～第6の各態様は、矛盾が生じない限りにおいて、部分的に又は全体的に組み合わせることが可能である。

【0102】

以上の説明で理解されるように、本実施形態では、ECU100が、異常判定手段、停止遅延手段、強制アイドル制御手段及び推定手段をなす。また添加弁40及び供給装置42が還元剤添加手段をなし、エンジンスイッチ28が停止要求信号発生手段をなす。

【0103】

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。前記実施形態では触媒後NOx濃度と触媒前NOx濃度との比較をこれらの差に基づいて行ったが、比較方法はこれに限定されず、例えばこれらの比に基づいて行ってもよい。本発明は圧縮着火式内燃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。

20

【0104】

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の技術にも適用することが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0105】

【図1】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】異常診断処理の第1の態様のフローチャートである。

【図3】異常診断処理の第2の態様のフローチャートである。

【図4】異常診断処理の第3の態様のフローチャートである。

【図5】異常診断処理の第4の態様のフローチャートである。

【図6】異常診断処理の第5の態様に係る内燃機関の概略的なシステム図である。

【図7】異常診断処理の第5の態様のフローチャートである。

【図8】異常診断処理の第6の態様のフローチャートである。

40

【符号の説明】

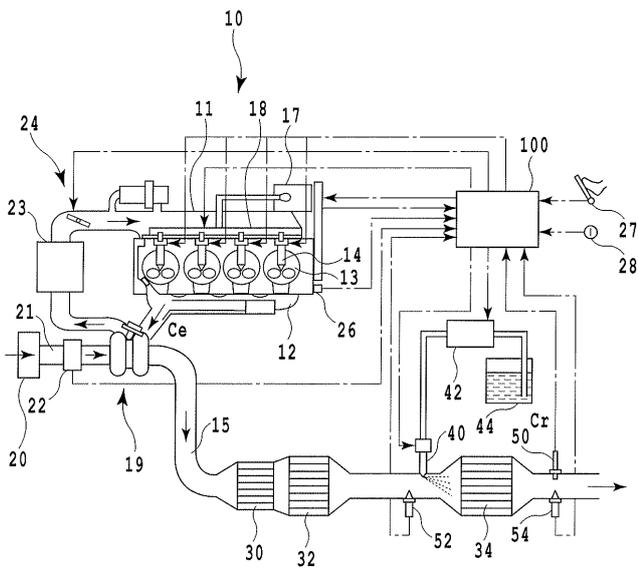
【0106】

- 10 エンジン
- 15 排気通路
- 26 クランク角センサ
- 27 アクセル開度センサ
- 28 エンジンスイッチ
- 34 NOx触媒
- 40 添加弁
- 42 供給装置

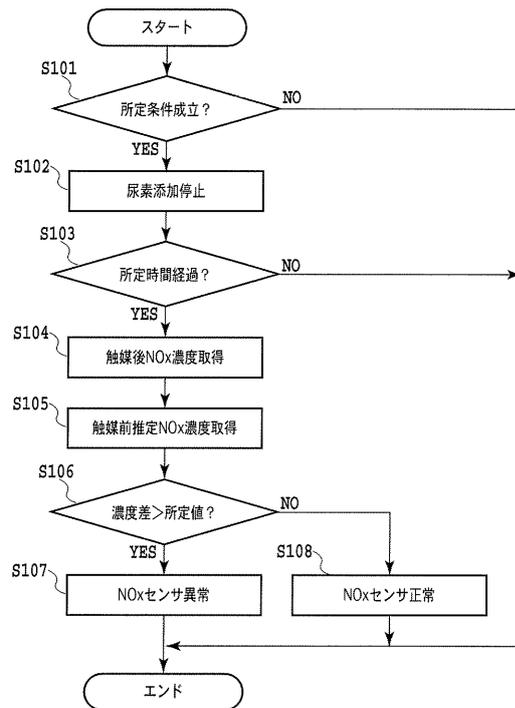
50

- 50 触媒後NOxセンサ
- 60 触媒前NOxセンサ
- 100 電子制御ユニット(ECU)

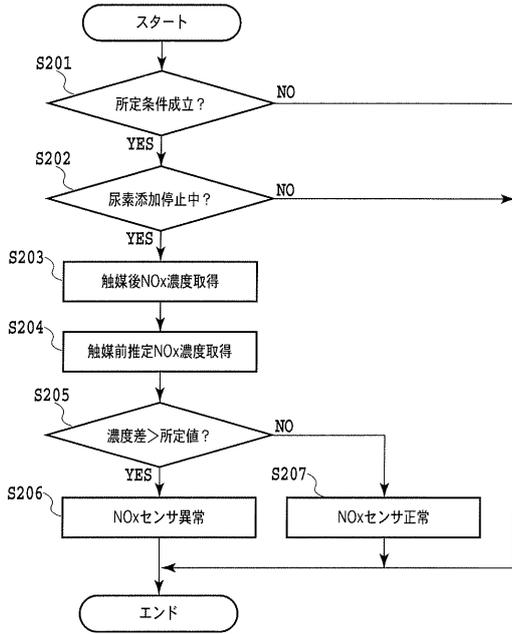
【 図 1 】



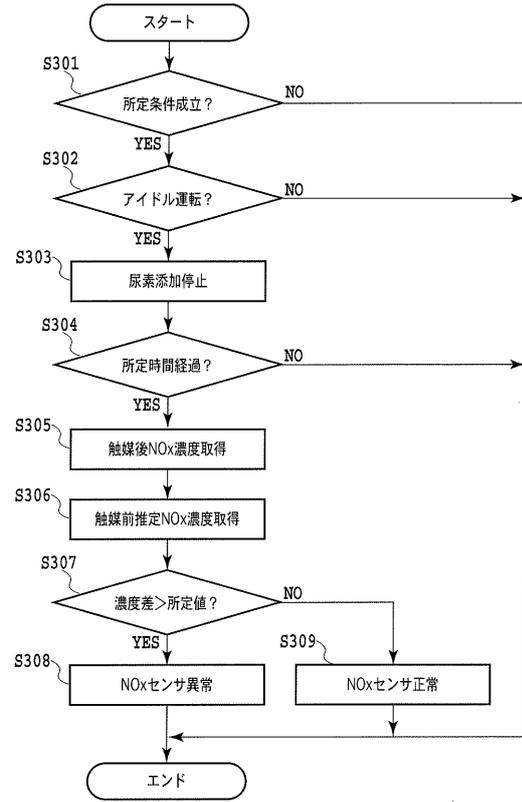
【 図 2 】



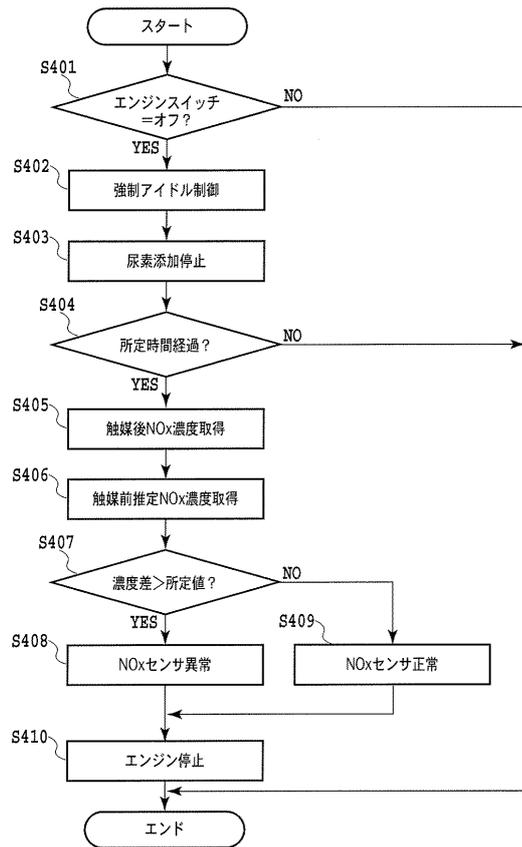
【 図 3 】



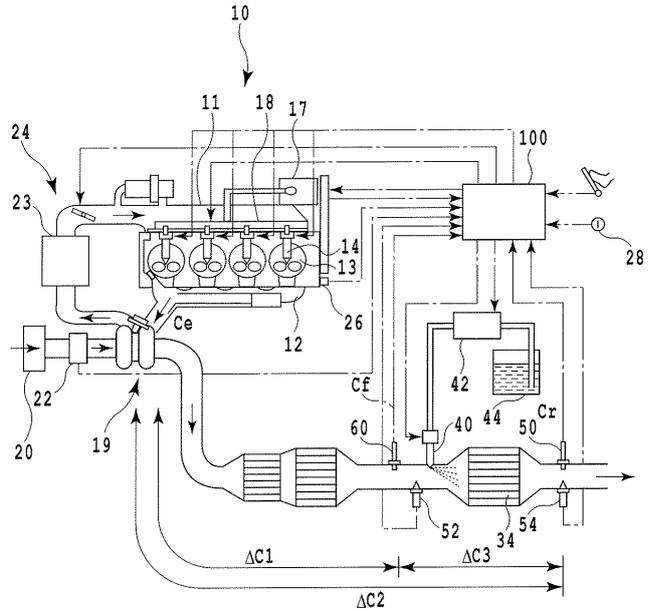
【 図 4 】



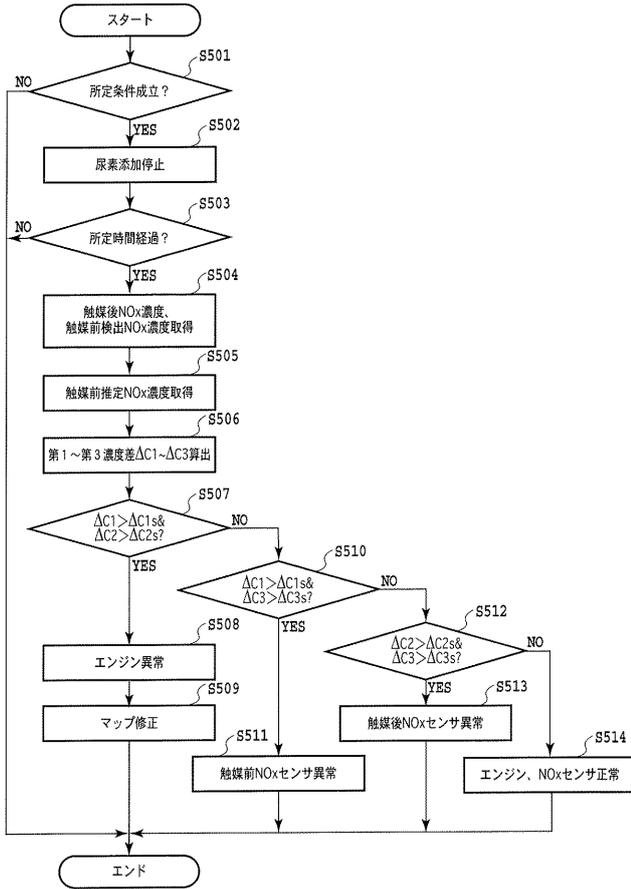
【 図 5 】



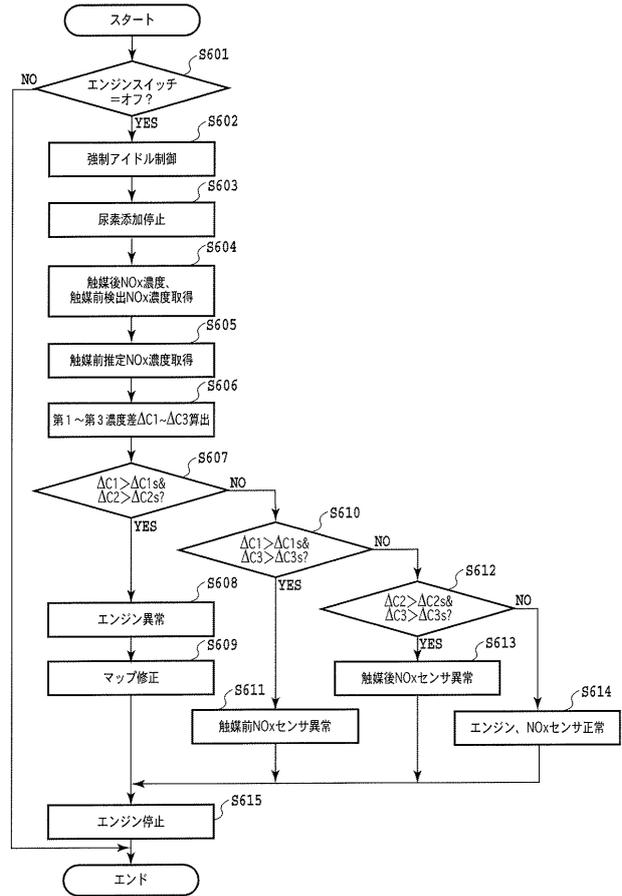
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G091 AA01 AA10 AA18 AB02 AB04 AB13 BA27 BA34 CA17 DB10
DC06 DC07 EA01 EA07 EA17 EA18 EA33 FA12 FC04 GB06W
GB09X GB10W GB10X HA08 HA10 HA15 HA16 HA36 HA37
4D048 AA06 AA14 AA18 AB01 AB02 AC03 CC32 CC47 CD05 CD08
DA01 DA02 DA08 DA10 DA20