

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6287968号
(P6287968)

(45) 発行日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(24) 登録日 平成30年2月16日(2018.2.16)

(51) Int.Cl.		F I			
FO1N	3/18	(2006.01)	FO1N	3/18	C
FO1N	3/08	(2006.01)	FO1N	3/08	H
FO1N	3/00	(2006.01)	FO1N	3/00	F
FO1N	11/00	(2006.01)	FO1N	11/00	

請求項の数 7 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-124031 (P2015-124031)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成27年6月19日 (2015.6.19)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2017-8792 (P2017-8792A)	(74) 代理人	100100549 弁理士 川口 嘉之
(43) 公開日	平成29年1月12日 (2017.1.12)	(74) 代理人	100085006 弁理士 世良 和信
審査請求日	平成29年2月23日 (2017.2.23)	(74) 代理人	100113608 弁理士 平川 明
		(74) 代理人	100123319 弁理士 関根 武彦
		(74) 代理人	100123098 弁理士 今堀 克彦
		(74) 代理人	100143797 弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異常診断装置

(57) 【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該排気通路内にアンモニアの前駆体またはアンモニアを還元剤として供給する還元剤供給装置と、

前記還元剤供給装置よりも下流の排気通路に設けられる選択還元型NOx触媒であって、該選択還元型NOx触媒に吸着されている還元剤によりNOxを選択還元する選択還元型NOx触媒と、

前記選択還元型NOx触媒よりも下流の排気通路に設けられ、NOx及びアンモニアを検出するNOxセンサと、

を備える内燃機関の排気浄化装置における前記還元剤供給装置に異常があるか否か診断する異常診断装置において、

前記NOxセンサの検出値に基づいて前記還元剤供給装置に異常があるか否か診断する診断部と、

前記還元剤供給装置が正常であるときの前記選択還元型NOx触媒の還元剤吸着量である推定吸着量を推定する還元剤吸着量推定部と、

前記選択還元型NOx触媒の各還元剤吸着量に対応する前記NOxセンサの検出値である対応検出値を推定する検出値推定部と、

前記推定吸着量が、前記対応検出値の最小値に対応している還元剤吸着量である第一吸着量以上で、且つ、還元剤吸着量が0のときの前記対応検出値である還元剤無時検出値と同じ対応検出値となる還元剤吸着量であって前記第一吸着量よりも大きな還元剤吸着量で

10

20

ある第二吸着量以下の場合には、前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止する禁止部と、
を備える異常診断装置。

【請求項2】

前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、

前記診断部は、前記推定吸着量に対応する前記NOxセンサの検出値よりも小さな値を閾値とし、前記NOxセンサの検出値が前記閾値以下の場合に、前記還元剤供給装置が異常であると診断する請求項1に記載の異常診断装置。

【請求項3】

前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、

前記禁止部は、前記閾値が前記還元剤無時検出値以下の場合には、前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止する請求項2に記載の異常診断装置。

【請求項4】

前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、

前記診断部は、前記NOxセンサの検出値が、前記還元剤無時検出値以下の場合に、前記還元剤供給装置が異常であると診断する請求項1に記載の異常診断装置。

【請求項5】

前記禁止部が前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止した場合に、前記選択還元型NOx触媒に流入する排気中のNOx濃度または還元剤供給装置からの還元剤供給量の少なくとも一方を変化させることで、前記対応検出値または前記推定吸着量を変化させる制御を実施する制御部を備え、

前記禁止部は、前記制御部が前記制御を実施することで、前記推定吸着量が、前記第一吸着量よりも小さくなるか、または、前記第二吸着量よりも大きくなった場合には、前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を許可する請求項1に記載の異常診断装置。

【請求項6】

前記禁止部が前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止した場合に、前記選択還元型NOx触媒に流入する排気中のNOx濃度または還元剤供給装置からの還元剤供給量の少なくとも一方を変化させることで、前記対応検出値または前記推定吸着量を変化させる制御を実施する制御部を備え、

前記禁止部は、前記制御部が前記制御を実施することで前記閾値が前記還元剤無時検出値よりも大きくなった場合には、前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を許可する請求項3に記載の異常診断装置。

【請求項7】

前記検出値推定部は、前記選択還元型NOx触媒から流出する還元剤量、前記選択還元型NOx触媒に流入するNOx量、前記選択還元型NOx触媒の温度、前記選択還元型NOx触媒の還元剤吸着量、及び、排気流量に基づいて前記対応検出値を推定する請求項1から6の何れか1項に記載の異常診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、異常診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関からの排気中に含まれるNOxを、アンモニアを還元剤として使用することで浄化する選択還元型NOx触媒（以下、単に「NOx触媒」という。）が知られている。このNOx触媒よりも上流側には、排気中にアンモニア又はアンモニアの前駆体を添加する添加弁等が設置される。アンモニアの前駆体としては、尿素を例示できる。以下、アンモニアの前駆体またはアンモニアをまとめて「還元剤」ともいう。

【0003】

10

20

30

40

50

ここで、NO_x触媒よりも下流にNO_xセンサを備え、NO_x触媒に供給する還元剤の量を増加するように添加弁を操作したときに、NO_xセンサの検出値が変わらない又は低下した場合には、還元剤の供給異常が発生していると判定する技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。すなわち、添加弁からの単位時間当たりの還元剤供給量が減少している場合には、還元剤供給量が増加するように添加弁を操作することにより、還元剤供給量が適正值に近づくためにNO_x浄化率が低下し、その結果NO_xセンサの検出値が低下する。また、添加弁から還元剤が全く供給されない場合には、還元剤の量を増加するように添加弁を操作しても還元剤は供給されないため、NO_xセンサの検出値は変わらない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2009-510324号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

NO_x触媒を排気の流れに沿って複数設けることがある。また、複数のNO_x触媒に対して、1つの添加弁から還元剤を供給することも考えられる。すなわち、上流側のNO_x触媒で吸着されないほどの還元剤を供給することにより、該上流側のNO_x触媒から還元剤を流出させ、その結果、下流側のNO_x触媒へ還元剤を供給することができる。そして、上流側のNO_x触媒と下流側のNO_x触媒との間の排気通路にNO_xセンサを備え、該NO_xセンサの検出値に基づいて還元剤を供給することが考えられる。また、NO_x触媒よりも下流にNO_xセンサと、アンモニアを酸化させるアンモニアスリップ触媒と、を備える構成においても、NO_xセンサの検出値に基づいて還元剤を供給することがある。

【0006】

ここで、NO_xセンサは、NO_xの他にアンモニアも検出してしまう。このため、上流側のNO_x触媒から還元剤が流出すると、上流側のNO_x触媒よりも下流に備わるNO_xセンサには、NO_xと還元剤とが検出されることになる。したがって、NO_xセンサの検出値に基づいて還元剤供給装置に異常があるか否か診断する場合に、還元剤の影響を考慮しなければ、診断精度が低下してしまう。

【0007】

本発明は、選択還元型NO_x触媒よりも下流に備わるNO_xセンサの検出値に基づいて、還元剤供給装置に異常があるか否か診断するときの診断精度の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために本発明は、内燃機関の排気通路に設けられ該排気通路内にアンモニアの前駆体またはアンモニアを還元剤として供給する還元剤供給装置と、前記還元剤供給装置よりも下流の排気通路に設けられる選択還元型NO_x触媒であって、該選択還元型NO_x触媒に吸着されている還元剤によりNO_xを選択還元する選択還元型NO_x触媒と、前記選択還元型NO_x触媒よりも下流の排気通路に設けられ、NO_x及びアンモニアを検出するNO_xセンサと、を備える内燃機関の排気浄化装置における前記還元剤供給装置に異常があるか否か診断する異常診断装置において、前記NO_xセンサの検出値に基づいて前記還元剤供給装置に異常があるか否か診断する診断部と、前記還元剤供給装置が正常であるときの前記選択還元型NO_x触媒の還元剤吸着量である推定吸着量を推定する還元剤吸着量推定部と、前記選択還元型NO_x触媒の各還元剤吸着量に対応する前記NO_xセンサの検出値である対応検出値を推定する検出値推定部と、前記推定吸着量が、前記対応検出値の最小値に対応している還元剤吸着量である第一吸着量以上で、且つ、還元剤吸着量が0のときの前記対応検出値である還元剤無時検出値と同じ対応検出値となる還元剤吸着量であって前記第一吸着量よりも大きな還元剤吸着量である第二吸着量以下の場合

10

20

30

40

50

には、前記NOxセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止する禁止部と、を備えることにした。

【0009】

診断部は、例えば、NOxセンサの実際の検出値と閾値とを比較して、還元剤供給装置の還元剤供給量が減少する異常が生じているか否か診断する。NOxセンサの実際の検出値と閾値との大小関係は閾値の設定により変わり得る。推定吸着量は、還元剤供給装置が正常の場合にNOx触媒に吸着されている還元剤量である。対応検出値は、各還元剤吸着量に対応するNOxセンサの検出値である。検出値推定部は、還元剤吸着量に対応するNOxセンサの検出値を各還元剤吸着量について推定する。検出値推定部は、NOx触媒が吸着し得る還元剤量の範囲において、NOxセンサの検出値を推定すればよい。ここで、還元剤供給装置に異常が生じた場合には、異常の程度に応じて還元剤供給量が減少するため、異常の程度に応じて還元剤吸着量が減少する。したがって、検出値推定部は、異常の程度に応じて変化した還元剤吸着量に対応するNOxセンサの検出値を各還元剤吸着量について推定する。そして、NOx触媒が吸着し得る還元剤量の範囲内で、対応検出値には最小値が存在する。対応検出値の最小値は、内燃機関の運転状態等によって変わり得る。

10

【0010】

NOxセンサは、NOx及びアンモニアを検出する。NOx触媒における還元剤吸着量が0の場合や比較的少ない場合には、NOx触媒において還元されなかったNOxが、該NOx触媒を通り抜けるため、NOxセンサでNOxが検出される。還元剤吸着量が多いほど、NOx触媒におけるNOxの還元量が多くなるため、NOxセンサの検出値が減少する。一方、還元剤吸着量が多くなるほど、NOx触媒から流出する還元剤量が多くなる。このため、還元剤吸着量とNOxセンサの検出値(対応検出値)との関係において、NOxセンサの検出値が最小値となる還元剤吸着量が存在する。このNOxセンサの検出値が最小値となる還元剤吸着量を第一吸着量としている。

20

【0011】

推定吸着量が、第一吸着量よりも少ない領域に属する場合には、還元剤供給装置に異常が生じて還元剤吸着量が減少するほど、NOx触媒から流出するNOxが多くなるため、NOxセンサの実際の検出値が、推定吸着量に対応するNOxセンサの検出値よりも常に大きくなる。この関係に基づいて、還元剤供給装置に異常が生じているか否か診断することができる。

30

【0012】

また、推定吸着量が、第二吸着量よりも多い領域に属する場合には、還元剤供給装置に異常が生じて還元剤吸着量が減少するほど、NOx触媒から流出する還元剤量が少なくなるため、NOxセンサの実際の検出値が、推定吸着量に対応するNOxセンサの検出値よりも常に小さくなる。この関係に基づいて、還元剤供給装置に異常が生じているか否か診断することができる。

【0013】

しかし、推定吸着量が、第一吸着量以上で且つ第二吸着量以下の領域に属する場合には、還元剤供給装置に異常が生じて還元剤吸着量が減少すると、推定吸着量から第一吸着量までは還元剤吸着量が減少するほど対応検出値が減少するが、還元剤吸着量が第一吸着量よりも少なくなると還元剤吸着量が減少するほど対応検出値が増加する。このため、還元剤供給装置に異常が生じて還元剤吸着量が減少した場合には、NOxセンサの実際の検出値が、推定吸着量に対応するNOxセンサの検出値に対して、大きくなる場合もあれば、小さくなる場合もある。このため、NOxセンサの検出値に基づいて還元剤供給装置に異常があるか否か診断することが困難となる。したがって、このような場合には、NOxセンサの検出値を利用した診断部による診断を禁止する。これにより、還元剤供給装置に異常があるか否か診断するときの診断精度の低下を抑制することができる。

40

【0014】

また、前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、前記診断部は、前記推定吸着量に対応する前記NOxセンサの検出値よりも小さな値を閾値とし、前記NO

50

x センサの検出値が前記閾値以下の場合に、前記還元剤供給装置が異常であると診断することができる。

【0015】

すなわち、推定吸着量がこのような領域に属する場合には、還元剤供給装置に異常が生じると、NOx センサの実際の検出値が、推定吸着量に対応するNOx センサの検出値よりも常に小さくなる。したがって、推定吸着量に対応するNOx センサの検出値よりも小さな値を閾値としておけば、NOx センサの実際の検出値が閾値よりも小さくなった場合に、還元剤供給装置が異常であると診断することができる。閾値は、推定吸着量に対応するNOx センサの検出値よりも小さな値であって、還元剤供給装置に異常があるか否かの境にあるときのNOx センサの検出値とすることができる。閾値は、予め定められた値としてよく、推定吸着量に応じて設定してもよい。例えば、推定吸着量に対応するNOx センサの検出値に対して一定量または一定割合小さな値を閾値としてもよい。

10

【0016】

また、前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、前記禁止部は、前記閾値が前記還元剤無時検出値以下の場合には、前記NOx センサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止することができる。

【0017】

閾値が還元剤無時検出値以下の場合には、実際の還元剤吸着量が、第一吸着量よりも、多い場合もあれば少ない場合もあるため、NOx センサの検出値を利用した診断部による診断を禁止することで、診断精度が低下することを抑制できる。

20

【0018】

また、前記推定吸着量が、前記第二吸着量よりも多い場合において、前記診断部は、前記NOx センサの検出値が、前記還元剤無時検出値以下の場合に、前記還元剤供給装置が異常であると診断することができる。

【0019】

推定吸着量が第二吸着量よりも多い場合には、還元剤供給装置が正常であればNOx センサの実際の検出値は還元剤無時検出値よりも常に大きくなる。一方、還元剤供給装置が異常であると、NOx センサの実際の検出値が還元剤無時検出値よりも小さくなり得る。すなわち、還元剤無時検出値を閾値として用いることによっても、還元剤供給装置に異常があるか否か診断することができる。

30

【0020】

また、前記禁止部が前記NOx センサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止した場合に、前記選択還元型NOx 触媒に流入する排気中のNOx 濃度または還元剤供給装置からの還元剤供給量の少なくとも一方を変化させることで、前記対応検出値または前記推定吸着量を変化させる制御を実施する制御部を備え、前記禁止部は、前記制御部が前記制御を実施することで、前記推定吸着量が、前記第一吸着量よりも小さくなるか、または、前記第二吸着量よりも大きくなった場合には、前記NOx センサの検出値を利用した前記診断部による診断を許可することができる。

【0021】

ここで、還元剤供給量を増加させることでNOx 触媒の還元剤吸着量が増加するため、推定吸着量も増加する。したがって、推定吸着量が第二吸着量よりも多くなり得る。逆に、還元剤供給量を減少させることでNOx 触媒の還元剤吸着量が減少するため、推定吸着量も減少する。したがって、推定吸着量が第一吸着量よりも少なくなり得る。そうすると、NOx センサの検出値を利用した診断部による診断を禁止する領域から推定吸着量が外れる場合がある。また、NOx 触媒に流入する排気中のNOx 濃度を増加させることにより、NOx 触媒から流出する排気中のNOx 濃度が増加するため、NOx センサの検出値が大きくなる。そうすると、検出値推定部により推定される対応検出値が増加して、第一吸着量及び第二吸着量が変化し得る。同様に、NOx 触媒に流入する排気中のNOx 濃度を減少させることによって、検出値推定部により推定される対応検出値が減少して、第一吸着量及び第二吸着量が変化し得る。このように、NOx 触媒に流入する排気中のNOx

40

50

濃度を増減させることにより、推定吸着量と、第一吸着量及び第二吸着量との関係が変化する。そうすると、NO_xセンサの検出値を利用した診断部による診断を禁止する領域から推定吸着量が外れる場合がある。この場合、診断部による診断を許可しても正確な診断が可能である。したがって、診断部による診断を実施することで、診断部による診断の機会を増やすことができる。

【0022】

また、前記禁止部が前記NO_xセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を禁止した場合に、前記選択還元型NO_x触媒に流入する排気中のNO_x濃度または還元剤供給装置からの還元剤供給量の少なくとも一方を変化させることで、前記対応検出値または前記推定吸着量を変化させる制御を実施する制御部を備え、前記禁止部は、前記制御部が前記制御を実施することで前記閾値が前記還元剤無時検出値よりも大きくなった場合には、前記NO_xセンサの検出値を利用した前記診断部による診断を許可することができる。

10

【0023】

対応検出値の最小値が変化したり、または、対応検出値の最小値に対応するNO_xセンサの検出値が変化したりすることで、閾値が還元剤無時検出値よりも大きくなる場合がある。この場合、診断部による診断を許可しても正確な診断が可能である。したがって、診断部による診断を実施することで、診断部による診断の機会を増やすことができる。

【0024】

また、前記検出値推定部は、前記選択還元型NO_x触媒から流出する還元剤量、前記選択還元型NO_x触媒に流入するNO_x量、前記選択還元型NO_x触媒の温度、前記選択還元型NO_x触媒の還元剤吸着量、及び、排気流量に基づいて前記対応検出値を推定することができる。

20

【0025】

NO_xセンサは、NO_x触媒から流出するNO_x及び還元剤を検出している。NO_x触媒から流出する排気中のNO_x濃度は、NO_x触媒に流入する排気中のNO_x濃度、NO_x触媒の温度、NO_x触媒の還元剤吸着量、及び、排気流量と相関関係にある。NO_x触媒に流入する排気中のNO_x濃度は、NO_x触媒に流入する排気中のNO_x量及び排気流量から算出することができる。また、NO_x触媒から流出する排気中の還元剤濃度は、NO_x触媒の温度及びNO_x触媒の還元剤吸着量と相関関係にある。したがって、これらの関係を利用して、NO_xセンサの検出値を推定することができる。

30

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、選択還元型NO_x触媒よりも下流に備わるNO_xセンサの検出値に基づいて、還元剤供給装置に異常があるか否か診断するときの診断精度の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】実施例に係る内燃機関と、その吸気系及び排気系と、の概略構成を示す図である。

【図2】NO_x触媒における推定吸着量を求めるためのブロック図である。

40

【図3】アンモニア吸着量と、NO_x触媒から流出するNO_x及びアンモニアの濃度と、の関係を示した図である。

【図4】センサ検出値を推定するためのブロック図である。

【図5】アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁の正常時のアンモニア吸着量が第一領域に属する場合の関係を示す図である。

【図6】添加弁が正常であればアンモニア吸着量が第一領域に属する場合における、添加弁の正常時及び異常時のセンサ検出値と、添加弁の異常診断のための閾値と、の関係を示した図である。

【図7】アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁の正常時のアンモニア吸着量が第二領域に属する場合の関係を示す図である。

50

【図 8】添加弁が正常であればアンモニア吸着量が第二領域に属する場合における、添加弁の正常時及び異常時のセンサ検出値を示した図である。

【図 9】アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁の正常時のアンモニア吸着量が第三領域に属する場合の関係を示す図である。

【図 10】添加弁 4 が正常であればアンモニア吸着量が第三領域に属する場合における、添加弁の正常時及び異常時のセンサ検出値と、添加弁の異常診断のための閾値との関係を示した図である。

【図 11】実施例 1 に係る添加弁の異常診断のフローを示したフローチャートである。

【図 12】図 3 に示した関係に対して入 NOx 濃度が増加した場合の図である。

【図 13】図 3 に示した関係に対して NOx 触媒の温度を高くした場合の図である。

【図 14】推定吸着量が第二領域から外れるように、還元剤供給量を増減させる場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和（すなわち、センサ検出値）と、の関係を示した図である。

【図 15】推定吸着量が第二領域から外れるように、NOx 触媒に流入する排気中の NOx 濃度を増加させる場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。

【図 16】推定吸着量が第二領域から外れるように、NOx 触媒に流入する排気中の NOx 濃度を減少させる場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。

【図 17】推定吸着量が第三領域に属している場合において、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも小さく設定された場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。

【図 18】推定吸着量が第三領域に属する場合において、閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるように、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度を減少させる場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。

【図 19】実施例 3 に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。

【図 20】ステップ S 202 に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。

【図 21】ステップ S 203 に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。

【図 22】内燃機関から排出されるガス中の NOx 濃度を増加することで、ステップ S 202 に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。

【図 23】内燃機関から排出されるガス中の NOx 濃度を減少することで、ステップ S 202 に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。

【図 24】還元剤供給量を増加することで、ステップ S 202 に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に記載がない限りは、この発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。なお、下記実施例は、可能な限り組み合わせることができる。

【0029】

(実施例 1)

図 1 は、本実施例に係る内燃機関と、その吸気系及び排気系と、の概略構成を示す図である。内燃機関 1 は車両駆動用のディーゼルエンジンである。ただし、内燃機関 1 はガソリンエンジンであってもよい。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 には、アンモニアを還元剤として排気中の NOx を選択還元する選択還元型 NOx 触媒 3（以下、「NOx 触媒 3」という。）が設けられている。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】

また、NO_x触媒3よりも上流の排気通路2には、還元剤を噴射する添加弁4が設けられている。還元剤には、アンモニア(NH₃)が用いられる。なお、添加弁4は、アンモニアに代えて、アンモニアの前駆体である尿素水を噴射してもよい。添加弁4から噴射された尿素水は、排気の熱またはNO_x触媒3からの熱により加水分解されてアンモニアとなり、NO_x触媒3に吸着する。このアンモニアは、NO_x触媒3において還元剤として利用される。すなわち、添加弁4からは、アンモニアに変化する物質、または、アンモニアを供給すればよい。これらは、気体、液体、固体の何れの状態で供給してもよい。なお、本実施例においては添加弁4が、本発明における還元剤供給装置に相当する。

【 0 0 3 1 】

さらに、添加弁4よりも上流には、NO_x触媒3に流れ込む排気中のNO_xを検知する上流側NO_xセンサ11が設けられている。また、NO_x触媒3よりも下流には、NO_x触媒3から流れ出る排気中のNO_xを検知する下流側NO_xセンサ12と、排気温度を検知する温度センサ13と、が設けられている。なお、本実施例においては下流側NO_xセンサ12が、本発明におけるNO_xセンサに相当する。

【 0 0 3 2 】

また、内燃機関1には、吸気通路6が接続されている。吸気通路6の途中には、内燃機関1の吸入空気量を調整するスロットル7が設けられている。また、スロットル7よりも上流の吸気通路6には、内燃機関1の吸入空気量を検知するエアフローメータ16が取り付けられている。

【 0 0 3 3 】

また、内燃機関1には、排気通路2内を流通する排気の一部(以下、EGRガスという。)を吸気通路6へ再循環させるEGR装置30が備えられている。このEGR装置30は、EGR通路31及びEGR弁32を備えて構成されている。EGR通路31は、NO_x触媒3よりも上流の排気通路2と、スロットル7よりも下流の吸気通路6と、を接続している。このEGR通路31を通して、EGRガスが再循環される。また、EGR弁32は、EGR通路31の通路断面積を調整することにより、該EGR通路31を流れるEGRガスの量を調整する。

【 0 0 3 4 】

そして、内燃機関1には電子制御ユニットであるECU10が併設されている。ECU10は、内燃機関1の運転状態や排気浄化装置等を制御する。ECU10には、上述した上流側NO_xセンサ11、下流側NO_xセンサ12、温度センサ13、エアフローメータ16の他、クランクポジションセンサ14及びアクセル開度センサ15が電氣的に接続され、各センサの出力値がECU10に渡される。

【 0 0 3 5 】

ECU10は、クランクポジションセンサ14の検知に基づく機関回転速度や、アクセル開度センサ15の検知に基づく機関負荷等の内燃機関1の運転状態を把握可能である。なお、本実施例では、NO_x触媒3に流れ込む排気中のNO_xは上流側NO_xセンサ11によって検知可能であるが、内燃機関1から排出される排気(NO_x触媒3に浄化される前の排気であり、すなわちNO_x触媒3に流れ込む排気)に含まれるNO_xは、内燃機関1の運転状態と関連性を有することから、上記内燃機関1の運転状態に基づいて、推定することも可能である。また、ECU10は、温度センサ13によって検知される排気温度に基づいて、NO_x触媒3の温度を推定することが可能である。また、内燃機関1の運転状態に基づいて、NO_x触媒3の温度を推定することも可能である。一方、ECU10には、添加弁4、スロットル7、EGR弁32が電気配線を介して接続されており、該ECU10によりこれらの機器が制御される。なお、実施例においてはECU10が、本発明における診断部、還元剤吸着量推定部、検出値推定部、禁止部、に相当する。

【 0 0 3 6 】

ECU10は、NO_x触媒3におけるアンモニアの吸着量を推定する。ECU10により推定されるNO_x触媒3のアンモニア吸着量を以下、「推定吸着量」という。推定吸着

10

20

30

40

50

量は、添加弁4が正常であると仮定して算出される現時点におけるアンモニア吸着量である。図2は、NOx触媒3における推定吸着量を求めるためのブロック図である。本実施例では、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの変化量を積算することにより、推定吸着量を求める。NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの変化量は、アンモニア吸着量の単位時間当たりの増加量から単位時間当たりの減少量を減算することにより求めることができる。NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの増加量は、添加弁4から添加される単位時間当たりの還元剤量（図2の「供給NH₃量」）とすることができる。また、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの減少量は、NOx触媒3で消費される単位時間当たりの還元剤量（図2の「消費NH₃量」）、及び、NOx触媒3から脱離する単位時間当たりの還元剤量（図2の「脱離NH₃量」）とすることができる。そして、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの変化量を積算することにより、現時点におけるアンモニア吸着量（図2の「吸着量」）を算出する。

10

【0037】

添加弁4から添加される単位時間当たりの還元剤量（図2の「供給NH₃量」）は、内燃機関1の運転状態に基づいてECU10が算出する還元剤供給量に基づいて予め知ることができる。NOx触媒3で消費される単位時間当たりの還元剤量（図2の「消費NH₃量」）は、NOx触媒3におけるNOx浄化率（図2の「NOx浄化率」）と、内燃機関1の単位時間当たりの排気の流量（図2の「排気流量」）と、NOx触媒3に流れ込む排気中のNOx濃度（図2の「入NOx濃度」）と、に関連しているため、これらの値に基づいて算出することができる。なお、排気流量は、吸入空気量及び燃料噴射量に基づいて算出してもよいし、センサにより検出してもよい。

20

【0038】

NOx浄化率は、NOx触媒3に流入する排気中のNOxの量（NOx濃度としてもよい。）に対する、NOx触媒3において浄化されるNOxの量である。NOx浄化率は、NOx触媒3の温度（図2の「温度」）と、排気流量と、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量（図2の「吸着量前回値」）と、に関連しているため、これらの値に基づいて算出することができる。NOx触媒3におけるアンモニア吸着量は、前回算出された値を用いる。NOx触媒3におけるNOx浄化率は、NOx触媒3の温度と、排気流量と、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量と、相関関係にあるため、これらの関係を予め実験またはシミュレーション等により求めておくことで、NOx浄化率を算出することができる。これらの関係を予めマップ化しておいてもよい。

30

【0039】

また、NOx触媒3から脱離する単位時間当たりの還元剤量（図2の「脱離NH₃量」）は、NOx触媒3の温度（図2の「温度」）と、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量（図2の「吸着量前回値」）と、関連しているため、これらの値に基づいて算出することができる。NOx触媒3の温度と、アンモニア吸着量と、脱離NH₃量と、の関係を予め実験またはシミュレーション等により求めておけば、NOx触媒3の温度及びアンモニア吸着量に基づいて、脱離NH₃量を求めることができる。これらの関係を予めマップ化しておいてもよい。

40

【0040】

以上のようにして、NOx触媒3におけるアンモニア吸着量の単位時間当たりの変化量を算出することができる。この値を積算することにより現時点におけるアンモニア吸着量を算出することができる。なお、ECU10の演算周期毎にアンモニア吸着量の変化量を算出し、この変化量を積算することで、現時点におけるアンモニア吸着量を算出することもできる。

【0041】

また、ECU10は、NOx触媒3から流出する排気中のNOx濃度、及び、NOx触媒3から流出する排気中のアンモニア濃度に基づいて、下流側NOxセンサ12の検出値を推定する。ここで、NOxセンサは、NOx及びアンモニアを検出するため、NOx触

50

媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度と、 NO_x 触媒 3 から流出する排気中のアンモニア濃度と、を加算した値が、下流側 NO_x センサ 1 2 の検出値となる。そして、 NO_x 触媒 3 から流出する排気中のアンモニア濃度（以下、出 NH_3 濃度ともいう。）は、図 2 の「脱離 NH_3 量」と「排気流量」とに基づいて算出することができる。 NO_x 触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度（以下、出 NO_x 濃度ともいう。）は、図 2 の「入 NO_x 濃度」及び「 NO_x 浄化率」から、以下の式に基づいて算出することができる。

$$\text{出 } \text{NO}_x \text{ 濃度} = \text{入 } \text{NO}_x \text{ 濃度} \cdot (1 - \text{NO}_x \text{ 浄化率})$$

そして、出 NO_x 濃度と出 NH_3 濃度とを加算することにより、下流側 NO_x センサ 1 2 の検出値を推定することができる。なお、推定吸着量に対応する下流側 NO_x センサ 1 2 の検出値の推定値を以下では、推定センサ検出値ともいう。

10

【0042】

また、ECU 10 は、下流側 NO_x センサ 1 2 の検出値（以下、センサ検出値ともいう。）に基づいて、添加弁 4 の異常診断を実施する。この異常は、添加弁 4 からの単位時間当たりの還元剤の供給量が少なくなる異常である。単位時間当たりの還元剤の供給量が少なくなることには、還元剤の供給量が 0 となる場合も含む。例えば、添加弁 4 に還元剤または PM が固着することにより、短時間当たりの還元剤供給量が減少する。そして、添加弁 4 に異常が生じると、 NO_x 触媒 3 において還元剤が不足するため、該 NO_x 触媒 3 で還元されずに該 NO_x 触媒 3 から流出する NO_x の量が増加する。したがって、 NO_x 触媒 3 よりも下流の NO_x 量または NO_x 濃度が、正常といえる範囲を超えた場合に、添加弁 4 に異常が生じていると判断することができる。なお、添加弁 4 以外の他の機器には異常がないことは周知技術により確認しておく。

20

【0043】

しかし、 NO_x 触媒 3 から流出する NO_x を下流側 NO_x センサ 1 2 で検出する場合、該下流側 NO_x センサ 1 2 は、アンモニアも検出してしまう。したがって、 NO_x 触媒 3 からアンモニアが流出している場合には、センサ検出値が大きくなる。

【0044】

図 3 は、アンモニア吸着量と、 NO_x 触媒 3 から流出する NO_x 及びアンモニアの濃度と、の関係を示した図である。図 3 において、「 NH_3 」は、アンモニアの濃度を示し、「 NO_x 」は、 NO_x 濃度を示し、「 $\text{NH}_3 + \text{NO}_x$ 」は NO_x 及びアンモニアの濃度の和を示している。「 $\text{NH}_3 + \text{NO}_x$ 」は、 NO_x 濃度とアンモニア濃度とを加算して得られる値であり、センサ検出値ともいえるため、以下ではセンサ検出値として説明する。なお、図 3 の実線は、各アンモニア吸着量に対応するセンサ検出値を示しているともいえる。この図 3 に示した実線により求められる各アンモニア吸着量に対応するセンサ検出値が、本発明における対応検出値に相当する。

30

【0045】

ここで、出 NO_x 濃度と出 NH_3 濃度とは、図 2 で説明したように、 NO_x 触媒 3 のアンモニア吸着量によって決まる。すなわち、アンモニア吸着量が多くなるほど、出 NH_3 濃度が増加し、出 NO_x 濃度が減少する。また、アンモニア吸着量が少なくなるほど、出 NH_3 濃度が減少し、出 NO_x 濃度が増加する。また、 NO_x 触媒 3 の温度が高いほど出 NH_3 濃度が増加する。さらに、 NO_x 触媒 3 の温度が所定温度範囲（例えば 250 以上 350 以下の範囲）に属する場合には NO_x 浄化率が高まり、 NO_x 触媒 3 の温度が所定温度範囲外になると NO_x 浄化率が低下する。また、アンモニア吸着量が多くなるほど、 NO_x 浄化率が高くなる。また、排気流量が多くなるほど、 NO_x 浄化率が低下する。この関係は予め実験またはシミュレーション等により図 4 のように求めてもよい。図 4 は、センサ検出値を推定するためのブロック図である。また、図 3 に示す関係をマップ、計算式、モデル等として ECU 10 に記憶させておくこともでき、また、その都度マップを作成することや、後述のように推定センサ検出値と実際のセンサ検出値とを比較する際にマップを持たずに比較することもできる。ここで、アンモニア吸着量が多くなるほど、 NO_x 浄化率が高くなるため、 NO_x 濃度が低下する。一方、アンモニア吸着量が多くなるほど、 NO_x 触媒 3 からアンモニアが脱離し易くなるため、アンモニア濃度が増加する

40

50

。そして、センサ検出値には極小値が存在する。このセンサ検出値が極小値となるアンモニア吸着量を、第一吸着量とする。NO_x触媒3のアンモニア吸着量が第一吸着量よりも小さくなるほど、センサ検出値が大きくなる。また、NO_x触媒3のアンモニア吸着量が第一吸着量よりも大きくなるほど、センサ検出値が大きくなる。

【0046】

図3において、アンモニア吸着量が0のときには、NO_x触媒3においてNO_xを還元することができず且つNO_x触媒3からアンモニアが流出することがないため、センサ検出値はNO_x濃度を示している。なお、アンモニア吸着量が0のときのセンサ検出値を以下では、「アンモニア無時検出値」ともいう。アンモニア無時検出値は、NO_x触媒3に流入するNO_x濃度に等しい。すなわち、アンモニア無時検出値は、上流側NO_xセンサ11の検出値と等しい。

10

【0047】

図3において、アンモニア吸着量が第一吸着量よりも多い場合であって、センサ検出値がアンモニア無時検出値と同じ値のときのアンモニア吸着量を以下では、第二吸着量とする。そして本実施例では、NO_x触媒3におけるアンモニア吸着量によって、第一領域、第二領域、第三領域の3つの領域に分けている。図3において、アンモニア吸着量が0以上且つ第一吸着量より少ない領域が第一領域であり、アンモニア吸着量が第一吸着量以上且つ第二吸着量以下の領域が第二領域であり、アンモニア吸着量が第二吸着量よりも多い領域が第三領域である。そして、ECU10は、アンモニア吸着量が第二領域に属する場合には、添加弁4の異常診断を禁止する。以下、第一領域、第二領域、第三領域の夫々について説明する。

20

【0048】

図5は、アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁4の正常時のアンモニア吸着量が第一領域に属する場合の関係を示す図である。Q11は、添加弁4が正常であるときのアンモニア吸着量であり、Q12は、添加弁4が異常であるときのアンモニア吸着量である。Q11は、推定吸着量ともいえる。したがって、Q11に対応するセンサ検出値S11は、推定センサ検出値ともいえる。また、Q12は、実際のアンモニア吸着量ともいえる。

【0049】

添加弁4が異常のときには正常のときよりも、アンモニア吸着量が減少する。そうすると、図5の破線の矢印で示すように、異常の場合のアンモニア吸着量Q12に対応する実際のセンサ検出値S12は、推定センサ検出値S11よりも大きくなる。なお、実際のセンサ検出値を以下では、実センサ検出値ともいう。第一領域では、添加弁4に異常が生じた場合、NO_x触媒3からのアンモニアの流出よりも、アンモニアの不足によるNO_x触媒3からのNO_xの流出が顕著となる。このため、第一領域では、添加弁4に異常が生じた場合には、主にNO_xの増加により実センサ検出値S12が推定センサ検出値S11よりも大きくなる。したがって、推定吸着量が第一領域に属する場合には、異常診断のための閾値を推定センサ検出値よりも大きな値に設定し、実センサ検出値が閾値以上の場合に、添加弁4が異常であると判定することができる。

30

【0050】

図6は、添加弁4が正常であればアンモニア吸着量が第一領域に属する場合における、添加弁4の正常時及び異常時のセンサ検出値と、添加弁4の異常診断のための閾値と、の関係を示した図である。添加弁4以外の条件が同じであれば、正常時よりも異常時のほうが実センサ検出値が大きくなる。したがって、正常時よりも大きな値を第一閾値として設定しておけば、実センサ検出値が第一閾値以上の場合に添加弁4が異常であると判定することができる。第一閾値は、予め定められた値としてもよく、推定吸着量に応じて設定してもよい。例えば、推定吸着量に基づいて推定センサ検出値を求め、この推定センサ検出値に対して一定量または一定割合大きな値を第一閾値としてもよい。

40

【0051】

次に、図7は、アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁4の正常時

50

のアンモニア吸着量が第二領域に属する場合の関係を示す図である。Q 2 1 は、添加弁 4 が正常であるときのアンモニア吸着量であり、Q 2 2 及び Q 2 3 は、添加弁 4 が異常であるときのアンモニア吸着量である。Q 2 1 は、推定吸着量ともいえる。したがって、Q 2 1 に対応するセンサ検出値 S 2 1 は、推定センサ検出値ともいえる。Q 2 2 は添加弁 4 の異常による添加弁 4 からの還元剤供給量の減少量が比較的小さな場合（異常の程度が比較的低い場合）のアンモニア吸着量を示しており、Q 2 3 は添加弁 4 の異常による添加弁 4 からの還元剤供給量の減少量が比較的大きな場合（異常の程度が比較的高い場合）のアンモニア吸着量を示している。

【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、還元剤供給量の減少量が比較的小さな場合のアンモニア吸着量 Q 2 2 に対応する実センサ検出値 S 2 2 は、推定センサ検出値 S 2 1 よりも小さくなるが、還元剤供給量の減少量が比較的大きな場合のアンモニア吸着量 Q 2 3 に対応する実センサ検出値 S 2 3 は、推定センサ検出値 S 2 1 よりも大きくなる。ここで、推定吸着量が第二領域に属する場合において、添加弁 4 からの還元剤供給量が徐々に減少したと仮定した場合には、まず、NO_x触媒 3 におけるアンモニア吸着量の減少により、該 NO_x触媒 3 から流出するアンモニアが減少する。すなわち、還元剤供給量の減少量が比較的小さな場合には、主に NO_x触媒 3 から流出するアンモニア量の減少の影響により、実センサ検出値が低下する。一方、添加弁 4 からの還元剤供給量の減少により NO_x触媒 3 のアンモニア吸着量が少なくなるにしたがって、NO_x触媒 3 で還元されずに該 NO_x触媒 3 から流出する NO_xの影響が大きくなる。すなわち、還元剤供給量の減少量が比較的大きな場合には、主に NO_x触媒 3 から流出する NO_xの影響により実センサ検出値が大きくなる。このように、推定吸着量が第二領域に属する場合には、アンモニア吸着量が推定吸着量から減少していくと、実センサ検出値が一旦は下降するものの、その後上昇する。このため、第二領域では、添加弁 4 に異常が生じた場合の実センサ検出値は、異常の程度に応じて、推定センサ検出値よりも大きくなることもあれば小さくなることもある。

【 0 0 5 3 】

図 8 は、添加弁 4 が正常であればアンモニア吸着量が第二領域に属する場合における、添加弁 4 の正常時及び異常時のセンサ検出値を示した図である。添加弁 4 以外の条件が同じであれば、正常時よりも異常時のほうがセンサ検出値が大きくなる場合もあれば小さくなる場合もある。ここで、推定センサ検出値 S 2 1 よりも小さな閾値 A を設定し、実センサ検出値が閾値 A 以下の場合に添加弁 4 が異常であると診断する場合が考えられる。この場合、実センサ検出値が図 8 の S 2 2 のときには、添加弁 4 が異常であると診断することができるが、実センサ検出値が図 8 の S 2 3 のときには、添加弁 4 が異常であるにも関わらず正常であると診断されてしまう。一方、推定センサ検出値 S 2 1 よりも大きな閾値 B を設定し、実センサ検出値が閾値 B 以上の場合に添加弁 4 が異常であると診断する場合が考えられる。この場合、実センサ検出値が図 8 の S 2 3 のときには、添加弁 4 が異常であると診断することができるが、実センサ検出値が図 8 の S 2 2 のときには、添加弁 4 が異常であるにも関わらず正常であると診断されてしまう。すなわち、正常時よりも大きな値または小さな値を閾値として設定しても、添加弁 4 の異常診断を行うことは困難である。このように、推定センサ検出値に基づいて閾値を設定しても、添加弁 4 に異常が生じているか診断することは困難である。このため、本実施例では、推定吸着量が第二領域に属する場合には、添加弁 4 の異常診断を禁止する。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、アンモニア吸着量とセンサ検出値との関係であって、添加弁 4 の正常時のアンモニア吸着量が第三領域に属する場合の関係を示す図である。Q 3 1 は、添加弁 4 が正常であるときのアンモニア吸着量であり、Q 3 2 は、添加弁 4 が異常であるときのアンモニア吸着量である。Q 3 1 は、推定吸着量ともいえる。したがって、Q 3 1 に対応するセンサ検出値 S 3 1 は、推定センサ検出値ともいえる。

【 0 0 5 5 】

図 9 に示すように、異常の場合のアンモニア吸着量 Q 3 2 に対応する実センサ検出値 S

10

20

30

40

50

32は、推定センサ検出値S31よりも小さくなる。推定吸着量が第三領域に属する場合には、添加弁4の異常により実際のアンモニア吸着量が減少したとしても、第一吸着量までは実センサ検出値が低下するだけなので、実センサ検出値は推定センサ検出値よりも小さくなる。また、実際のアンモニア吸着量が第一吸着量よりも少ない場合には、実際のアンモニア吸着量が少なくなるほど実センサ検出値は増加するが、実センサ検出値が最も大きくなる場合であるアンモニア吸着量が0の場合であっても、実センサ検出値は推定センサ検出値S31よりも小さい。このため、添加弁4に異常が生じた場合の実センサ検出値は、推定センサ検出値よりも常に小さくなる。したがって、推定吸着量が第三領域に属する場合には、異常診断のための閾値を推定センサ検出値よりも小さな値に設定し、実センサ検出値が閾値以下の場合に、添加弁4が異常であると判定することができる。

10

【0056】

図10は、添加弁4が正常であればアンモニア吸着量が第三領域に属する場合における、添加弁4の正常時及び異常時のセンサ検出値と、添加弁4の異常診断のための閾値との関係を示した図である。添加弁4以外の条件が同じであれば、正常時よりも異常時のほうがセンサ検出値が小さくなる。したがって、正常時よりも小さな値を異常診断のための第二閾値として設定しておけば、実センサ検出値が第二閾値以下の場合に添加弁4が異常であると判定することができる。ここで、第二閾値をアンモニア無時検出値よりも小さな値に設定すると、実際のアンモニア吸着量が0であったり、0近傍であったりすると、実センサ検出値が第二閾値よりも大きくなり得る。したがって、添加弁4が異常であっても正常であると誤診断される虞がある。このため、第三領域における第二閾値は、アンモニア無時検出値よりも大きくしてもよい。また、アンモニア無時検出値を第二閾値としてもよい。また、第二閾値は、予め定められた値としてもよく、推定吸着量に応じて設定してもよい。例えば、推定吸着量に基づいて推定センサ検出値を求め、この推定センサ検出値に対して一定量または一定割合小さな値を第二閾値としてもよい。このようにして設定される第二閾値が、アンモニア無時検出値以下の場合には、添加弁4の異常診断を禁止してもよい。

20

【0057】

以上より、本実施例では、推定吸着量が第一領域に属する場合には、推定センサ検出値よりも大きな値を第一閾値として設定し、センサ検出値が、第一閾値以上の場合に添加弁4が異常であり、第一閾値よりも小さい場合に添加弁4が正常であると診断される。また、推定吸着量が第二領域に属する場合には、添加弁4の異常診断を禁止する。さらに、推定吸着量が第三領域に属する場合には、推定センサ検出値よりも小さな値を第二閾値として設定し、センサ検出値が、第二閾値以下の場合に添加弁4が異常であり、第二閾値よりも大きい場合に添加弁4が正常であると診断される。

30

【0058】

図11は、本実施例に係る添加弁4の異常診断のフローを示したフローチャートである。本フローチャートは、ECU10により所定の時間毎に実行される。

【0059】

ステップS101では、推定吸着量が取得される。推定吸着量は、図2で説明したようにECU10により随時算出されている。

40

【0060】

ステップS102では、推定吸着量が第一吸着量よりも少ないか否か判定される。第一吸着量は、図3の関係に従って求められる。すなわち、センサ検出値が図3における極小値となるときのアンモニア吸着量が第一吸着量となる。図3の関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めてECU10に記憶させておく。本ステップS102では、推定吸着量が第一領域に属しているか否か判定している。ステップS102で肯定判定がなされたステップS103へ進み、一方、否定判定がなされた場合にはステップS106へ進む。

【0061】

ステップS103では、実センサ検出値が第一閾値以上であるか否か判定される。第一

50

閾値は、推定吸着量が第一領域に属している場合に設定されるセンサ検出値の閾値であり、添加弁4が正常と異常との境にあるときのセンサ検出値である。第一閾値は、図6に示したように、推定センサ検出値よりも大きな値である。第一閾値は、予め定められた値としてもよく、推定吸着量に応じて設定してもよい。例えば、推定吸着量に対応する推定センサ検出値を求め、この推定センサ検出値に対して一定量または一定割合大きな値を第一閾値としてもよい。

【0062】

ステップS103で肯定判定がなされた場合にはステップS104へ進み、添加弁4が異常であると診断される。一方、ステップS103で否定判定がなされた場合にはステップS105へ進み、添加弁4が正常であると診断される。

10

【0063】

一方、ステップS106では、推定吸着量が第二吸着量より大きいと否か判定される。第二吸着量は、図3の関係に従って求められる。すなわち、第一吸着量よりも大きなアンモニア吸着量で、且つ、センサ検出値がアンモニア無時検出値と同じ値となるときのアンモニア吸着量が第二吸着量となる。本ステップS106では、推定吸着量が第三領域に属しているか否か判定している。

【0064】

なお、ステップS106において、アンモニア吸着量の比較により第三領域であるか否かを判定しているが、これに代えて、センサ検出値に基づいた判定を行ってもよい。すなわち、図3に示すように、アンモニア吸着量と、センサ検出値と、には相関があるため、推定吸着量に応じた推定センサ検出値を算出することができる。このようにして算出される推定センサ検出値が、アンモニア無時検出値よりも大きければ、推定吸着量が第三領域に属していると判定することができる。ステップS106で肯定判定がなされたステップS107へ進み、一方、否定判定がなされた場合にはステップS110へ進む。

20

【0065】

ステップS107では、実センサ検出値が第二閾値以下であるか否か判定される。第二閾値は、推定吸着量が第三領域に属している場合に設定されるセンサ検出値の閾値であり、添加弁4が正常と異常との境にあるときのセンサ検出値である。第二閾値は、図10に示したように、推定センサ検出値よりも小さな値である。第二閾値は、予め定められた値としてもよく、推定吸着量に応じて設定してもよい。例えば、推定吸着量に対応する推定センサ検出値を求め、この推定センサ検出値に対して一定量または一定割合小さな値を第一閾値としてもよい。また、アンモニア無時検出値を第二閾値としてもよい。

30

【0066】

ステップS107で肯定判定がなされた場合にはステップS108へ進み、添加弁4が異常であると診断される。一方、ステップS107で否定判定がなされた場合にはステップS109へ進み、添加弁4が正常であると診断される。

【0067】

また、推定吸着量が、第一吸着量以上で且つ第二吸着量以下の場合には、推定吸着量が第二領域に属しているため、ステップS110において、ECU10は、添加弁4の異常診断を禁止している。

40

【0068】

以上説明したように本実施例によれば、推定吸着量が第二領域に属する場合には添加弁4の異常診断を禁止するため、異常診断の精度が低下することを抑制できる。なお、推定吸着量が第二領域に属する場合には、他の周知の技術により添加弁4の異常診断を行ってもよい。

【0069】

(実施例2)

本実施例では、図3の関係を用いずに第一領域、第二領域、第三領域の何れかに属するのかを簡易的に判定する手法を説明する。なお、以下の手法は組み合わせることもできる。ここで、センサ検出値は、NOx濃度とアンモニア濃度との和であるため、NOx濃度

50

またはアンモニア濃度に影響を及ぼす因子により、センサ検出値が変化し得る。以下の手法により求められる第一領域と第二領域との境となるアンモニア吸着量を第一吸着量とし、第二領域と第三領域との境となるアンモニア吸着量を第二吸着量とする。すなわち、第一領域と第二領域との境においてセンサ検出値が最小値になるものとし、第二領域と第三領域との境においてセンサ検出値がアンモニア無時検出値と等しくなるものとする。

【 0 0 7 0 】

(第一手法)

ここで、図 1 2 は、図 3 に示した関係に対して入 NO_x 濃度が増加した場合の図である。実線は図 3 の場合を示しており、一点鎖線は、入 NO_x 濃度が増加した後の NO_x 濃度を示しており、二点鎖線は、入 NO_x 濃度が増加した後の NO_x 及びアンモニアの濃度の和、すなわち、センサ検出値を示している。 NO_x 触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度（入 NO_x 濃度）が高くなるほど、 NO_x 触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度（出 NO_x 濃度）も高くなる。出 NH_3 濃度が変化しなければ、出 NO_x 濃度の増加分だけセンサ検出値が大きくなる。そうすると、出 NO_x 濃度が高くなるほど、センサ検出値の極小値が大きくなると共に、第一吸着量が大きくなる。このため、入 NO_x 濃度が高いほど、第一領域が広くなり、推定吸着量が第一領域に入りやすくなる。同様に、入 NO_x 濃度が低いほど、第三領域が広くなり、推定吸着量が第三領域に入りやすくなる。第一手法は、推定吸着量が属する確率が高くなる領域を入 NO_x 濃度に基づいて求めることで、推定吸着量が属する領域を簡易的に設定する手法である。入 NO_x 濃度が高い場合には、第一領域に属し、入 NO_x 濃度が低い場合には、第三領域に属し、入 NO_x が中程度であれば、第二領域に属していると判定する。入 NO_x 濃度と、第一領域、第二領域、第三領域との関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。入 NO_x 濃度は、上流側 NO_x センサ 1 1 により検出することができる。

【 0 0 7 1 】

(第二手法)

NO_x 触媒 3 の温度が高くなるほど、 NO_x 触媒 3 が吸着可能なアンモニア量が減少するため、 NO_x 触媒 3 から流出するアンモニア量が増加する。したがって、 NO_x 触媒 3 の温度が高くなるほど、下流側 NO_x センサ 1 2 で検出されるアンモニアが増加する。一方、 NO_x 触媒 3 の温度が高くなるほど、 NO_x 触媒 3 における NO_x 浄化率が上昇するため、推定吸着量が同じであれば、出 NO_x 濃度は低下する。したがって、 NO_x 触媒 3 の温度が高くなるほど、下流側 NO_x センサ 1 2 で検出される NO_x が減少する。図 1 3 は、図 3 に示した関係に対して NO_x 触媒 3 の温度を高くした場合の図である。実線は図 3 の場合を示しており、一点鎖線は、温度が増加した後の NO_x 濃度またはアンモニア濃度を示している。二点鎖線は、温度が増加した後の NO_x 及びアンモニアの濃度の和、すなわち、センサ検出値を示している。 NO_x 触媒 3 の温度が高くなるほど、第一吸着量が小さくなる。このため、温度が高いほど、第三領域に入り易くなる。すなわち、 NO_x 触媒 3 の温度が高いほど、 NO_x 触媒 3 から流出するアンモニアの影響が大きくなり、第三領域に入りやすくなる。第二手法は、推定吸着量が属する確率が高くなる領域を NO_x 触媒 3 の温度に基づいて求めることにより、推定吸着量が属する領域を簡易的に設定する手法である。温度が高い場合には、第三領域に属し、温度が低い場合には、第一領域に属し、温度が中程度であれば、第二領域に属していると判定する。 NO_x 触媒 3 の温度と、第一領域、第二領域、第三領域との関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 7 2 】

(第三手法)

図 3 に示した関係では、推定吸着量とセンサ検出値とに基づいて、第一領域、第二領域、第三領域をそれぞれ決定しているが、これに代えて、推定吸着量のみに基づいてこれらの領域を求めることもできる。ここで、推定吸着量が多くなるほど、 NO_x 触媒 3 から流出する排気中のアンモニア濃度が高くなり、且つ、 NO_x 触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度が低くなる。したがって、推定吸着量が多いほど、 NO_x 触媒 3 から流出するア

10

20

30

40

50

ンモニアの影響が大きくなり、第三領域に入りやすくなる。第三手法は、推定吸着量が属する確率が高くなる領域に基づいて、推定吸着量が属する領域を簡易的に設定する手法である。推定吸着量が多い場合には、第三領域に属し、推定吸着量が少ない場合には、第一領域に属し、推定吸着量が中程度であれば、第二領域に属していると判定する。推定吸着量と、第一領域、第二領域、第三領域と、の関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 7 3 】

(第四手法)

添加弁 4 からの還元剤供給量が多いほど、NOx 触媒 3 のアンモニア吸着量が多くなるため、NOx 触媒 3 から流出する排気中のアンモニア濃度が高くなり、且つ、NOx 触媒 3 から流出する排気中の NOx 濃度が低くなる。したがって、還元剤供給量が多いほど、NOx 触媒 3 から流出するアンモニアの影響が大きくなり、第三領域に入りやすくなる。第四手法は、推定吸着量が属する確率が高くなる領域を還元剤供給量に基づいて求めることで、推定吸着量が属する領域を簡易的に設定する手法である。還元剤供給量が多い場合には、第三領域に属し、還元剤供給量が少ない場合には、第一領域に属し、還元剤供給量が中程度であれば、第二領域に属していると判定する。還元剤供給量と、第一領域、第二領域、第三領域と、の関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 7 4 】

なお、第四手法においては、還元剤供給量に代えて、基準還元剤供給量に対する実際の還元剤供給量の比に基づいた判定を行ってもよい。基準還元剤供給量は、入 NOx 量に応じて決定される還元剤供給量である。ここで、内燃機関 1 の運転状態によってはアンモニア吸着量が一時的に減少することがある。このような場合には、アンモニア吸着量を速やかに増加させるために、基準還元剤供給量よりも多い量の還元剤が供給される場合がある。一方、内燃機関 1 の運転状態によっては NOx 触媒 3 からのアンモニアの流出を抑制するために、基準還元剤供給量よりも少ない量の還元剤が供給される場合がある。還元剤供給量が基準還元剤供給量よりも多い場合には、NOx 触媒 3 からアンモニアが流出し易くなり且つ NOx 浄化率が高くなり、一方、還元剤供給量が基準還元剤供給量よりも少ない場合には、NOx 触媒 3 からアンモニアが流出し難くなり且つ NOx 浄化率が低くなる。したがって、基準還元剤供給量に対する還元剤供給量の比が大きい場合には、第三領域に属し、比が小さい場合には、第一領域に属し、比が中程度であれば、第二領域に属していると判定することができる。基準還元剤供給量に対する還元剤供給量の比と、第一領域、第二領域、第三領域と、の関係は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

【 0 0 7 5 】

以上説明したように本実施例によれば、推定吸着量が何れの領域に属しているのかを簡易的に求めることができる。

【 0 0 7 6 】

(実施例 3)

本実施例では、推定吸着量が第二領域に属する場合には、推定吸着量が第二領域を外れるような制御を実施する。また、本実施例では、推定吸着量が第三領域に属し且つ第二閾値がアンモニア無時検出値以下の場合には、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるような制御を実施する。これらの制御を以下では、アクティブ制御と称する。なお、本実施例においては ECU 10 が、本発明における制御部に相当する。

【 0 0 7 7 】

推定吸着量が第二領域から外れるようにするためには、還元剤供給量を増加させる、還元剤供給量を減少させる、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度 (NOx 触媒 3 から流出する排気中の NOx 濃度としてもよい。) を増加させる、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度 (NOx 触媒 3 から流出する排気中の NOx 濃度としてもよい。) を減少させる、の何れかにより可能となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

図 1 4 は、推定吸着量が第二領域から外れるように、還元剤供給量を増減させる場合の、アンモニア吸着量と、NO_x触媒 3 から流出する NO_x 及びアンモニアの濃度の和（すなわち、センサ検出値）と、の関係を示した図である。還元剤供給量の増減により推定吸着量が増減するため、推定センサ検出値も変化する。すなわち、還元剤供給量を増加させることにより、図 2 の「供給 NH₃ 量」が増加するため、推定吸着量が増加側に移動する。したがって、推定吸着量が第三領域に入るまで還元剤供給量を増加させればよい。一方、還元剤供給量を減少させることにより、推定吸着量が減少側に移動する。したがって、推定吸着量が第一領域に入るまで還元剤供給量を減少させればよい。

【 0 0 7 9 】

図 1 5 は、推定吸着量が第二領域から外れるように、NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度（NO_x触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度としてもよい。）を増加させる場合の、アンモニア吸着量と、NO_x触媒 3 から流出する NO_x 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。実線は NO_x 濃度を増加させる前の状態を示し、二点鎖線は NO_x 濃度を増加させた後の状態を示している。図 1 2 で説明したように、NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度が増加すると、NO_x触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度も増加し、センサ検出値も増加する。これにより、第一吸着量が増加側に移動する。そうすると、推定吸着量と第一吸着量との位置関係を変えることができるため、推定吸着量が第一領域に入ることになる。したがって、推定吸着量が第一領域に入るまで NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度を増加させればよい。NO_x 濃度の増加は、例えば、EGR ガス量を減少させることにより可能となる。EGR 弁 3 2 の開度は、予め実験またはシミュレーション等により求めて ECU 1 0 に記憶させておいてもよい。

【 0 0 8 0 】

また、図 1 6 は、推定吸着量が第二領域から外れるように、NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度（NO_x触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度としてもよい。）を減少させる場合の、アンモニア吸着量と、NO_x触媒 3 から流出する NO_x 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。実線は NO_x 濃度を減少させる前の状態を示し、二点鎖線は NO_x 濃度を減少させた後の状態を示している。なお、図 1 6 の二点鎖線は、NO_x 濃度が略 0 の場合を示している。すなわち、センサ検出値はアンモニア濃度を示している。NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度が減少すると、NO_x触媒 3 から流出する排気中の NO_x 濃度も減少し、センサ検出値も減少する。NO_x 濃度を減少する前は、アンモニア吸着量の比較的少ない範囲で NO_x触媒 3 からの NO_x の流出が顕著である。したがって、NO_x 濃度の減少により、アンモニア吸着量の比較的少ない範囲でセンサ検出値の低下が顕著になる。これにより、第二吸着量が減少側に移動する。そうすると、推定吸着量と第二吸着量との位置関係を変えることができるため、推定吸着量が第三領域に入ることになる。したがって、推定吸着量が第三領域に入るまで NO_x触媒 3 に流入する排気中の NO_x 濃度を減少させればよい。NO_x 濃度の減少は、例えば、EGR ガス量を増加させることにより可能となる。EGR 弁 3 2 の開度は、予め実験またはシミュレーション等により求めて ECU 1 0 に記憶させておいてもよい。

【 0 0 8 1 】

また、本実施例では、推定吸着量が第三領域に属する場合には、推定センサ検出値に対して一定量または一定割合小さな値を第二閾値として設定する。しかし、推定吸着量が第三領域に属する場合には、推定センサ検出値に対して一定量または一定割合小さな値を第二閾値とすると、第二閾値がアンモニア無時検出値以下となり得る。ここで、図 1 7 は、推定吸着量が第三領域に属している場合において、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも小さく設定された場合の、アンモニア吸着量と、NO_x触媒 3 から流出する NO_x 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。実センサ検出値が第二閾値以下の場合には添加弁 4 が異常であると診断され、実センサ検出値が第二閾値より大きな場合には添加弁 4 が正常であると診断される。そうすると、実センサ検出値が第二閾値よりも大きく且つアンモニア無時検出値以下の場合には、添加弁 4 が異常であっても正常であると誤

10

20

30

40

50

診断されてしまう。すなわち、図 17 におけるハッチングの範囲では誤診断の虞がある。これに対して本実施例では、推定吸着量が第三領域に属し且つ第二閾値がアンモニア無時検出値以下の場合には、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるようにアクティブ制御を実施する。すなわち、推定吸着量が第三領域に属する場合において、添加弁 4 の異常診断のための第二閾値がアンモニア無時検出値以下の場合には、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるように、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度 (NOx 触媒 3 から流出する排気中の NOx 濃度としてもよい。) を減少させる。この場合、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるように、第二吸着量を変化させているともいえる。

【0082】

図 18 は、推定吸着量が第三領域に属する場合において、閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるように、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度 (NOx 触媒 3 から流出する排気中の NOx 濃度としてもよい。) を減少させる場合の、アンモニア吸着量と、NOx 触媒 3 から流出する NOx 及びアンモニアの濃度の和と、の関係を示した図である。実線は NOx 濃度を減少させる前の状態を示し、二点鎖線は NOx 濃度を減少させた後の状態を示している。なお、二点鎖線は NOx 濃度が略 0 の場合を示している。ここで、アンモニア無時検出値は、NOx 触媒 3 にアンモニアが吸着されていない状態での NOx 濃度を示しているため、NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度が減少すると、アンモニア無時検出値も減少する。そうすると、アンモニア無時検出値が移動することにより、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなる。したがって、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるまで NOx 触媒 3 に流入する排気中の NOx 濃度を減少させればよい。

【0083】

図 19 は、本実施例に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。本フローチャートは、図 11 に示したフローチャートに代えて ECU 10 により実行される。なお、上記フローチャートと同じ処理がなされるステップについては、同じ符号を付して説明を省略する。

【0084】

図 19 に示したフローチャートでは、ステップ S106 で肯定判定がなされるとステップ S201 へ進む。ステップ S201 では、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きいか否かが判定される。本ステップでは、第三領域において、第二閾値が、異常診断を正確に実施可能な値となっているか否かが判定している。すなわち、第二閾値がアンモニア無時検出値以下であると、添加弁 4 に異常があっても実センサ検出値が第二閾値よりも大きくなる場合がある。このため、第二閾値がアンモニア無時検出値以下の場合には、アクティブ制御を実施した後に異常診断を実施する。第二閾値は、ステップ S107 と同様にして得る。ステップ S201 で肯定判定がなされた場合にはステップ S107 へ進む。

【0085】

また、ステップ S106 で否定判定がなされた場合にはステップ S202 へ進む。ステップ S202 ではアクティブ制御が実施される。ステップ S202 に係るアクティブ制御のフローチャートについては後述する。ステップ S202 の処理が完了するとステップ S101 へ進む。また、ステップ S201 で否定判定がなされた場合には、ステップ S203 へ進み、アクティブ制御が実施される。ステップ S203 に係るアクティブ制御のフローチャートについては後述する。ステップ S203 の処理が完了するとステップ S101 へ進む。

【0086】

図 20 は、ステップ S202 に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。本フローチャートは上記ステップ S202 において ECU 10 により実行される。

【0087】

ステップ S301 では、アクティブ制御実行条件が成立しているか否かが判定される。内燃機関 1 の運転状態が変化してアクティブ制御を実行することが困難となる場合もある。

10

20

30

40

50

このような場合には、添加弁 4 の異常診断も困難となるため、アクティブ制御を終了すると共に、図 19 に示すフローチャートも終了させる。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 3 0 1 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 3 0 2 へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本フローチャート及び図 19 に示したフローチャートを終了させる。この場合、添加弁 4 の異常診断が禁止された状態が維持される。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 3 0 2 では、還元剤供給量が減少される。本フローチャートでは、図 14 に示したように、還元剤供給量を減少させることにより、推定吸着量を第一領域に移動させる。本ステップ S 3 0 2 では、推定吸着量と第一吸着量との差または比に応じて還元剤供給量の減少量を設定してもよいし、還元剤供給量の減少量を所定量に設定してもよい。還元剤供給量の減少量は、予め実験またはシミュレーション等により求めておいてもよい。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 3 0 3 では、推定吸着量が取得される。ステップ S 1 0 1 と同様にして推定吸着量が取得される。

【 0 0 9 1 】

ステップ S 3 0 4 では、推定吸着量が第一吸着量よりも少ないか否か判定される。第一吸着量は、ステップ S 1 0 2 と同様にして求められる。本ステップ S 3 0 4 では、還元剤供給量の減少により、推定吸着量が第一領域に属するようになったか否か判定している。ステップ S 3 0 4 で肯定判定がなされた場合には本フローチャートを終了させる。本フローチャートを終了させることにより、図 19 におけるステップ S 2 0 2 の処理が完了し、ステップ S 1 0 1 へ戻る。なお、推定吸着量が第一領域に属しているため、第一領域における異常診断を実施するステップ S 1 0 3 へ進んでもよい。一方、ステップ S 3 0 4 で否定判定がなされた場合には、ステップ S 3 0 1 へ戻り、さらに還元剤供給量が減少される。

【 0 0 9 2 】

次に、図 21 は、ステップ S 2 0 3 に係るアクティブ制御のフローを示したフローチャートである。本フローチャートは上記ステップ S 2 0 3 において E C U 1 0 により実行される。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 4 0 1 では、アクティブ制御実行条件が成立しているか否か判定される。内燃機関 1 の運転状態が変化してアクティブ制御を実行することが困難となる場合もある。このような場合には、添加弁 4 の異常診断も困難となるため、アクティブ制御を終了すると共に、図 19 に示すフローチャートも終了させる。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 4 0 1 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 4 0 2 へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本フローチャート及び図 19 に示したフローチャートを終了させる。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 4 0 2 では、NOx 濃度が減少される。本フローチャートでは、例えば E G R ガス量を増加させることにより内燃機関 1 から排出させる NOx 濃度を減少させる。そうすると、NOx 触媒 3 よりも下流の NOx 濃度も減少する。これにより、図 18 に示したように、アンモニア無時検出値が低下する。本ステップ S 4 0 2 では、アンモニア無時検出値と第二閾値との差または比に応じて NOx 濃度の減少量（すなわち、E G R ガスの増加量）を設定してもよいし、NOx 濃度の減少量（すなわち、E G R ガスの増加量）を所定量に設定してもよい。NOx 濃度の減少量、または、E G R ガスの増加量は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。E G R 弁 3 2 の開度を予め実験またはシミュレーション等により求めてマップ化し E C U 1 0 に記憶させておいてもよい。

【 0 0 9 6 】

ステップS403では、アンモニア無時検出値が取得される。すなわち、推定吸着量が0のときの推定センサ検出値が算出される。NOx濃度が減少することにより、図18の二点鎖線のように推定センサ検出値が移動する。推定センサ検出値は、図3で説明した場合と同様にしてECU10により算出される。

【0097】

ステップS404では、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きいかなが判定される。第二閾値は、ステップS107と同様にして得る。本ステップS404では、NOx濃度の減少により、アンモニア無時検出値が第二閾値よりも小さくなったかなが判定している。ステップS404で肯定判定がなされた場合には、本フローチャートを終了させる。本フローチャートを終了させることにより、図19におけるステップS203の処理が完了し、ステップS101へ戻る。なお、ステップS404で肯定判定がなされた場合には、推定吸着量が第三領域に属しているため、推定吸着量を取得した後に第三領域における異常診断を実施するステップS107へ進んでもよい。一方、ステップS404で否定判定がなされた場合には、ステップS401へ戻り、さらにNOx濃度が減少される。

10

【0098】

なお、図20に示すフローチャートでは、ステップS202に係るアクティブ制御において、還元剤供給量を減少しているが、これに代えて、内燃機関1から排出されるガス中のNOx濃度を図15で説明したように増加させてもよい。

【0099】

図22は、内燃機関1から排出されるガス中のNOx濃度を増加することで、ステップS202に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。本フローチャートは上記ステップS202においてECU10により実行される。なお、上記フローチャートと同じ処理がなされるステップについては、同じ符号を付して説明を省略する。

20

【0100】

図22に示すフローチャートでは、ステップS301で肯定判定がなされるとステップS501へ進む。そして、ステップS501において、NOx濃度を増加させる。これにより、推定吸着量を第一領域に入れることができる。例えばEGRガスを減少させることにより内燃機関1から排出させるNOx濃度を増加させる。そうすると、NOx触媒3よりも下流のNOx濃度も増加する。これにより、第一吸着量が増加側に移動するため、推定吸着量が第一領域に入ることになる。

30

【0101】

本ステップS501では、推定吸着量と第一吸着量との差または比に応じてNOx濃度の増加量（すなわち、EGRガスの減少量）を設定してもよいし、NOx濃度の増加量（すなわち、EGRガスの減少量）を所定量に設定してもよい。NOx濃度の増加量、または、EGRガスの減少量は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。EGR弁32の開度を予め実験またはシミュレーション等により求めてマップ化しECU10に記憶させておいてもよい。

【0102】

また、図22に示すフローチャートでは、ステップS303の処理が完了するとステップS502へ進む。ステップS502では、推定吸着量が第一吸着量よりも少ないかなが判定される。第一吸着量は、ステップS102と同様にして求められる。本ステップS502では、NOx濃度の増加により、推定吸着量が第一領域に属するようになったかなが判定している。ステップS502で肯定判定がなされた場合には本フローチャートを終了させる。本フローチャートを終了させることにより、図19におけるステップS202の処理が完了し、ステップS101へ戻る。なお、推定吸着量が第一領域に属しているため、第一領域における異常診断を実施するステップS103へ進んでもよい。一方、ステップS502で否定判定がなされた場合には、ステップS301へ戻り、さらにNOx濃度が減少される。

40

【0103】

50

また、本実施例では、ステップS 2 0 2に係るアクティブ制御において、還元剤供給量を減少しているが、これに代えて、図16で説明したように内燃機関1から排出されるガス中のNO_x濃度を減少させてもよい。

【0104】

図23は、内燃機関1から排出されるガス中のNO_x濃度を減少することで、ステップS 2 0 2に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。なお、上記フローチャートと同じ処理がなされるステップについては同じ符号を付して説明を省略する。

【0105】

図23に示すフローチャートでは、ステップS 3 0 1で肯定判定がなされるとステップS 6 0 1へ進む。そして、ステップS 6 0 1において、NO_x濃度を減少させる。これにより、推定吸着量を第三領域に入れることができる。例えばEGRガス量を増加させることにより内燃機関1から排出させるNO_x濃度を減少させる。そうすると、NO_x触媒3よりも下流のNO_x濃度も減少する。これにより、第二吸着量が減少側に移動するため、第二吸着量が減少側に移動する。そうすると、推定吸着量と第二吸着量との位置関係が変わり、推定吸着量が第三領域に入ることになる。

【0106】

本ステップS 6 0 1では、第二吸着量と推定吸着量との差または比に応じてNO_x濃度の減少量（すなわち、EGRガスの増加量）を設定してもよいし、NO_x濃度の減少量（すなわち、EGRガスの増加量）を所定量に設定してもよい。NO_x濃度の減少量、または、EGRガスの増加量は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。EGR弁32の開度を予め実験またはシミュレーション等により求めてマップ化しECU10に記憶させておいてもよい。

【0107】

また、図23で示したフローチャートでは、ステップS 3 0 3の処理が完了すると、ステップS 6 0 2へ進む。そして、ステップS 6 0 2では、推定吸着量が第二吸着量より大きいかが判定される。本ステップS 6 0 2では、推定吸着量が第三領域に属しているかが判定している。第二吸着量は、ステップS 1 0 6と同様にして求められる。なお、図16の二点鎖線で示した状態では、アンモニア無時検出値が0となっているため、推定吸着量が0よりも大きければ、推定吸着量が第二吸着量よりも大きいと考える。すなわち、推定吸着量が0よりも大きければ、推定吸着量が第三領域に属すると考える。

【0108】

ステップS 6 0 2で肯定判定がなされた場合には、本フローチャートを終了させる。本フローチャートを終了させることにより、図19におけるステップS 2 0 2の処理が完了し、ステップS 1 0 1へ戻る。なお、ステップS 6 0 2で肯定判定がなされた場合には、推定吸着量が第三領域に属しているため、第三領域における異常診断を実施するステップS 2 0 1へ進んでもよい。一方、ステップS 6 0 2で否定判定がなされた場合には、ステップS 6 0 1へ戻り、さらにNO_x濃度が減少される。

【0109】

また、本実施例では、ステップS 2 0 2に係るアクティブ制御において、還元剤供給量を減少させているが、これに代えて、図14で説明したように還元剤供給量を増加させることも考えられる。すなわち、推定吸着量を第三領域に移動することも考えられる。

【0110】

図24は、還元剤供給量を増加することで、ステップS 2 0 2に係るアクティブ制御を実施する場合のフローを示したフローチャートである。なお、上記フローチャートと同じ処理がなされるステップについては同じ符号を付して説明を省略する。図24に示すフローチャートでは、ステップS 3 0 1で肯定判定がなされるとステップS 7 0 1へ進む。

【0111】

ステップS 7 0 1では、還元剤供給量が増加される。本フローチャートでは、還元剤供給量を増加させることにより、推定吸着量を第三領域に移動させる。本ステップS 7 0 1

10

20

30

40

50

では、第二吸着量と推定吸着量との差または比に応じて還元剤供給量の減少量を設定してもよいし、還元剤供給量の増加量を所定量に設定してもよい。還元剤供給量の増加量は、予め実験またはシミュレーション等により求めておいてもよい。

【0112】

また、ステップS702では、推定吸着量が第二吸着量よりも多いか否か判定される。第二吸着量は、ステップS106と同様にして求められる。本ステップS702では、還元剤供給量の増加により、推定吸着量が第三領域に属するようになったか否か判定している。ステップS702で肯定判定がなされた場合には本フローチャートを終了させる。本フローチャートを終了させることにより、図19におけるステップS202の処理が完了する。この場合、図19では、ステップS101へ進むが、この時には推定吸着量が第三領域に属するため、第三領域における異常診断を実施するステップS201へ進んでもよい。

10

【0113】

以上説明したように、本実施例によれば、推定吸着量が第二領域に属している場合であっても、第二領域から外れるようにアクティブ制御を実施することで、添加弁4の異常診断を実施する機会を増やすことができる。また、推定吸着量が第三領域に属している場合であって、第二閾値がアンモニア無時検出値以下の場合には、第二閾値がアンモニア無時検出値よりも大きくなるようにアクティブ制御を実施することで、添加弁4の異常診断を実施する機会を増やすことができる。なお、複数のアクティブ制御を組み合わせることもできる。

20

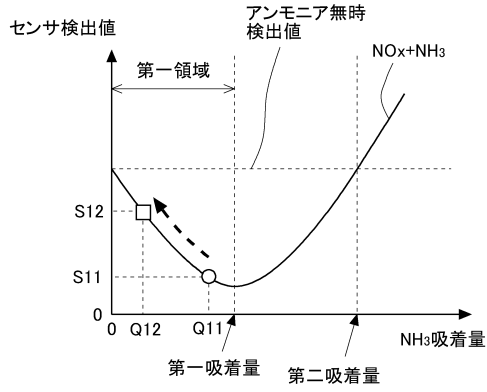
【符号の説明】

【0114】

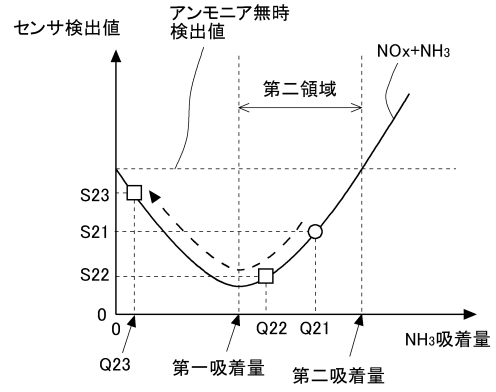
- 1 内燃機関
- 2 排気通路
- 3 選択還元型NOx触媒
- 4 添加弁
- 6 吸気通路
- 7 スロットル
- 10 ECU
- 11 上流側NOxセンサ
- 12 下流側NOxセンサ
- 13 温度センサ
- 14 クランクポジションセンサ
- 15 アクセル開度センサ
- 16 エアフローメータ
- 30 EGR装置
- 31 EGR通路
- 32 EGR弁

30

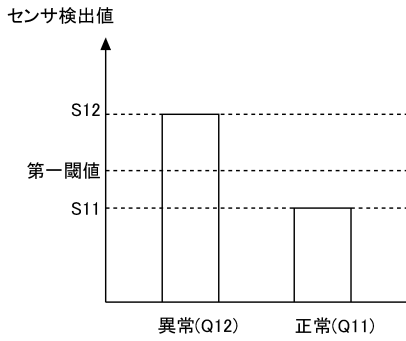
【図5】



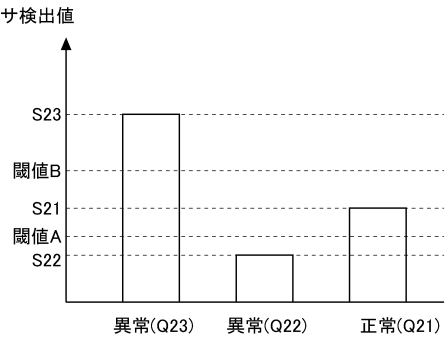
【図7】



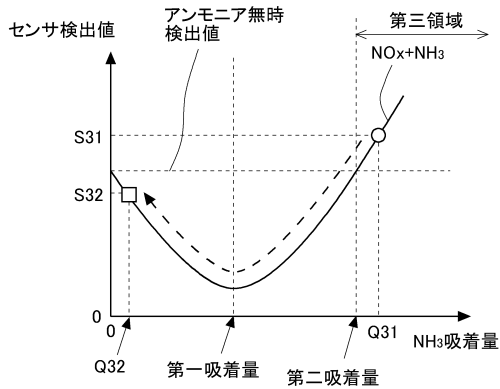
【図6】



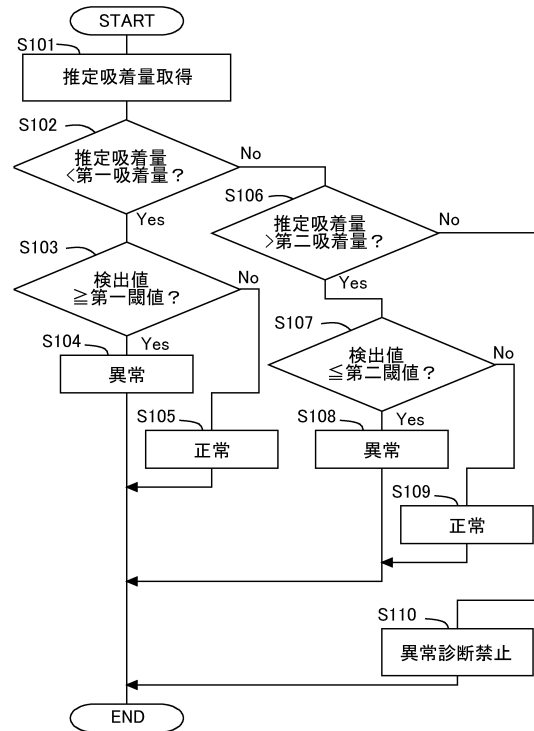
【図8】



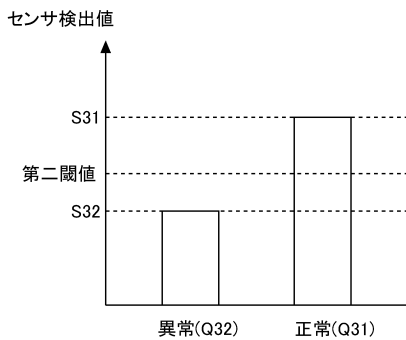
【図9】



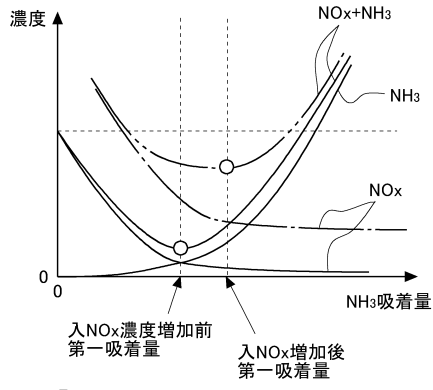
【図11】



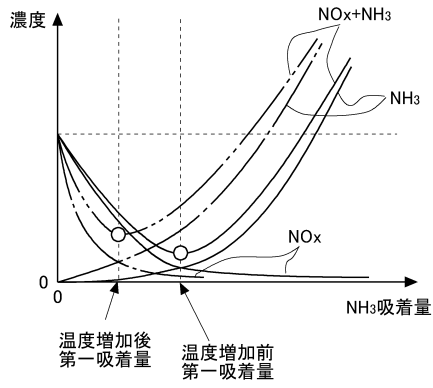
【図10】



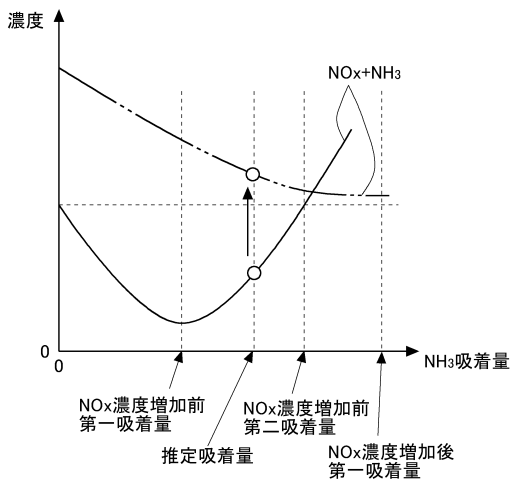
【図12】



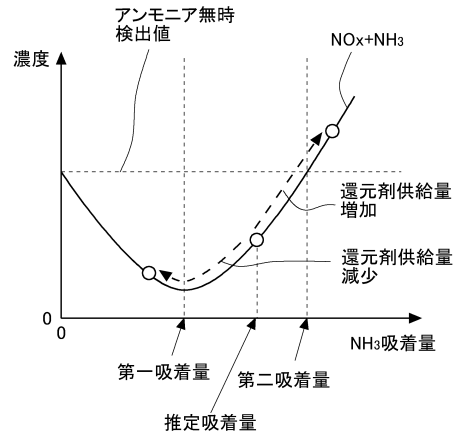
【図13】



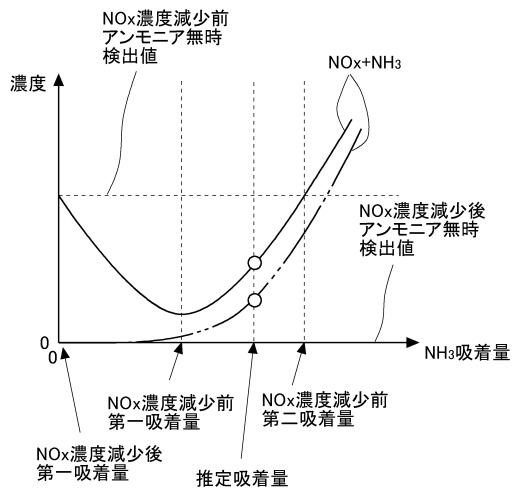
【図15】



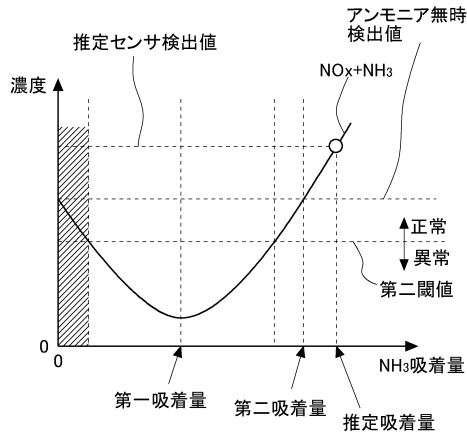
【図14】



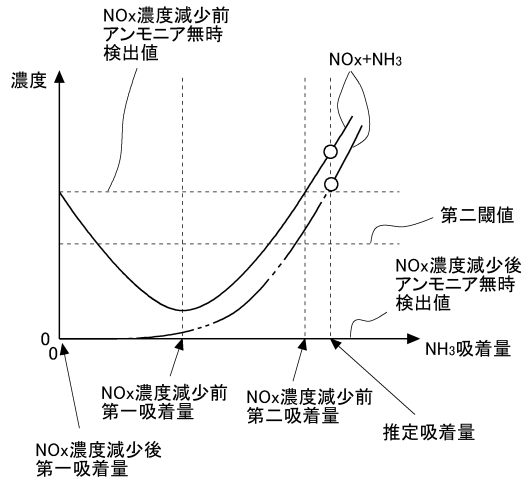
【図16】



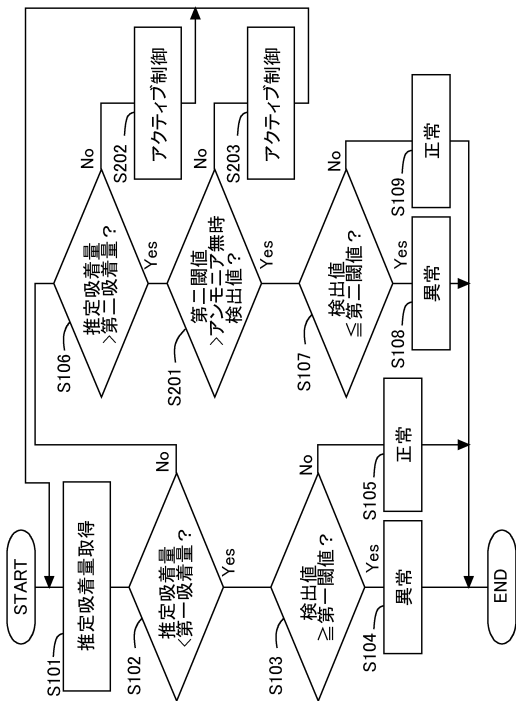
【図17】



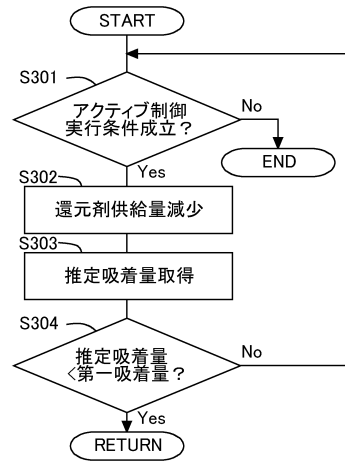
【図18】



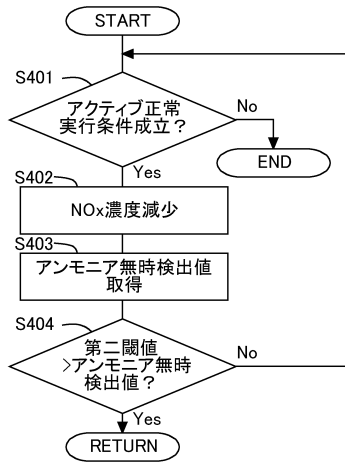
【図19】



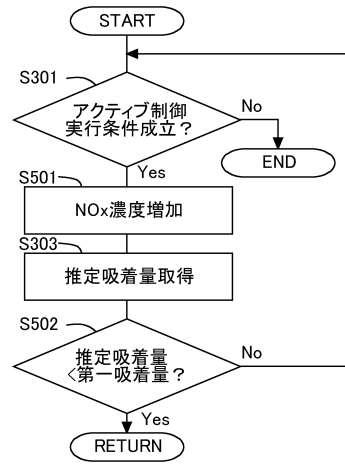
【図20】



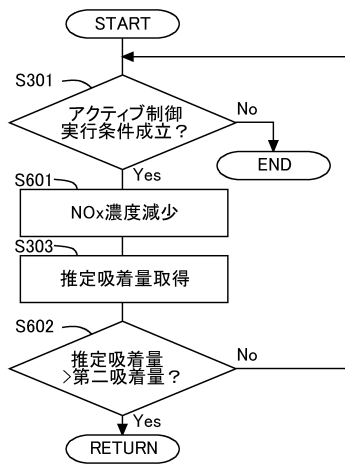
【図 2 1】



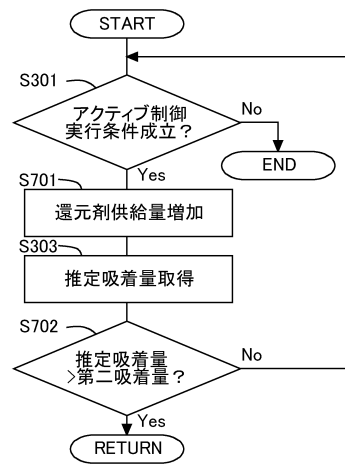
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

- (74)代理人 100176201
弁理士 小久保 篤史
- (72)発明者 松本 有史
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 萩本 大河
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 古井 憲治
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 小木曾 誠人
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 木所 徹
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 石川 貴志

- (56)参考文献 特開2010-133354(JP,A)
国際公開第2014/088101(WO,A1)
特表2009-510324(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00-3/38
F01N 9/00-11/00