

(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2010-65602

(P2010-65602A)

(43) 公開日 平成22年3月25日 (2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1N 3/08 (2006.01)	FO1N 3/08 ZABB	2G004
BO1D 53/94 (2006.01)	BO1D 53/36 IO1A	3G091
BO1D 53/56 (2006.01)	BO1D 53/36 IO1B	4D002
BO1D 53/74 (2006.01)	BO1D 53/34 I29E	4D048
FO2D 35/00 (2006.01)	FO2D 35/00 368C	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-232539 (P2008-232539)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成20年9月10日 (2008.9.10)		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	110000213
			特許業務法人プロスペック特許事務所
		(72) 発明者	合屋 陽一郎
			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	青木 圭一郎
			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	村瀬 直
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		Fターム (参考)	2G004 BM05 BM09

最終頁に続く

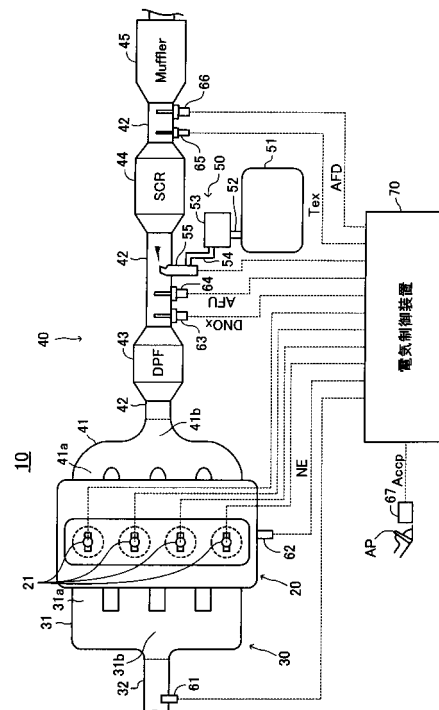
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】「高価な下流側NO_xセンサ」に代わる「安価な下流側空燃比センサ」を添加剤の供給量制御に使用可能とすることにより、より安価な「SCR触媒を用いた排気浄化装置」を提供すること。

【解決手段】本排気浄化装置は、SCR触媒44、SCR触媒の上流に尿素水を供給する尿素水噴射弁55、及び、SCR触媒の下流に配設された下流側空燃比センサ（拡散抵抗層を備えた酸素濃度センサ）66を有する。本装置は、所定条件が成立したとき、尿素水噴射弁からの尿素水の噴射を停止し、その状態における下流側空燃比センサの出力値を第1出力値として取得する。本装置は、尿素水噴射弁から尿素水が噴射されているときの下流側空燃比センサの出力値を第2出力値として取得する。そして、第1出力値と第2出力値との差 $\Delta A F$ に基づいて、SCR触媒から流出しているアンモニアの濃度を取得する。

【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配設されるとともに同機関から排出された排気に含まれる窒素酸化物をアンモニアによって還元することにより同窒素酸化物を浄化する S C R 触媒と、

固体電解質層、排気側電極層、大気が導入される空間に露呈した大気側電極層、及び、拡散抵抗層を含み、同排気側電極層と同大気側電極層とが同固体電解質層を挟んで対向するように同固体電解質層の両面にそれぞれ形成されるとともに、同排気側電極層が同拡散抵抗層により覆われてなる空燃比センサであって前記排気通路の前記 S C R 触媒よりも下流位置に配設され且つ同拡散抵抗層を通過して同排気側電極層に到達したガスの同排気側電極層における酸素の濃度に応じて変化する出力値を出力する下流側空燃比センサと、

前記排気通路の前記 S C R 触媒の上流位置に指示に応じて尿素水又はアンモニアからなる添加剤を供給する添加剤供給手段と、

前記排気に含まれる窒素酸化物が前記 S C R 触媒により浄化されていない状態にある前記排気に含まれる酸素の濃度に応じて変化する値である第 1 出力値を取得する第 1 出力値取得手段と、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における前記下流側空燃比センサの出力値に基く値である第 2 出力値を取得する第 2 出力値取得手段と、

前記第 1 出力値と前記第 2 出力値との差に基いて前記 S C R 触媒から流出するアンモニアの量に関連する値であるアンモニア量関連値を取得するアンモニア量関連値取得手段と、

前記取得されたアンモニア量関連値に基いて前記添加剤の供給量を決定するとともに同決定した供給量の添加剤を供給する指示を前記添加剤供給手段に送出する添加剤供給量制御手段と、

を備えた内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置において、

前記第 1 出力値取得手段は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない状態における前記下流側空燃比センサの出力値を前記第 1 出力値として取得するように構成され、

前記第 2 出力値取得手段は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における前記下流側空燃比センサの出力値を前記第 2 出力値として取得するように構成され、

前記添加剤供給量制御手段は、

第 1 所定条件が成立したとき前記第 1 出力値取得手段に前記第 1 出力値を取得させるために、前記添加剤の供給を停止する指示を前記添加剤供給手段に送出するように構成された排気浄化装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置であって、

前記第 1 出力値取得手段は、

固体電解質層、排気側電極層、大気が導入される空間に露呈した大気側電極層、及び、拡散抵抗層を含み、同排気側電極層と同大気側電極層とが同固体電解質層を挟んで対向するように同固体電解質層の両面にそれぞれ形成されるとともに、同排気側電極層が同拡散抵抗層により覆われてなる空燃比センサであって前記排気通路の前記 S C R 触媒よりも上流位置に配設され且つ同拡散抵抗層を通過して同排気側電極層に到達したガスの同排気側電極層における酸素の濃度に応じて変化する出力値を出力する上流側空燃比センサを含み、同上流側空燃比センサの出力値に基く値を前記第 1 出力値として取得するように構成された排気浄化装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置であって、

前記第 1 出力値取得手段は、

前記上流側空燃比センサの出力値を前記第 1 出力値として取得するように構成され、
前記第 2 出力値取得手段は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない所定の時点における前記上流側空燃比センサの出力値である上流側補正用出力値を取得するとともに同所定の時点における前記下流側空燃比センサの出力値である下流側補正用出力値を取得し、前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における前記下流側空燃比センサの出力値を前記上流側補正用出力値と前記下流側補正用出力値とに基いて補正し、同補正した値を前記第 2 出力値として取得するように構成され、

前記添加剤供給量制御手段は、

第 2 所定条件が成立したとき前記第 2 出力値取得手段に前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値を取得させるために、前記添加剤の供給を停止する指示を前記添加剤供給手段に送出するように構成された排気浄化装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の内燃機関の排気浄化装置であって、

前記第 2 出力値取得手段は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における前記下流側空燃比センサの出力値を前記第 2 出力値として取得するように構成され、

前記第 1 出力値取得手段は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない所定の時点における前記上流側空燃比センサの出力値である上流側補正用出力値を取得するとともに同所定の時点における前記下流側空燃比センサの出力値である下流側補正用出力値を取得し、前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における前記上流側空燃比センサの出力値を前記上流側補正用出力値と前記下流側補正用出力値とに基いて補正し、同補正した値を前記第 1 出力値として取得するように構成され、

前記添加剤供給量制御手段は、

第 3 所定条件が成立したとき前記第 1 出力値取得手段に前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値を取得させるために、前記添加剤の供給を停止する指示を前記添加剤供給手段に送出するように構成された排気浄化装置。

【請求項 6】

請求項 3 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の排気浄化装置において、

前記下流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第 1 移動距離 L_1 、

前記下流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第 2 移動距離 L_2 、

前記上流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第 3 移動距離 L_3 、

前記上流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第 4 移動距離 L_4 、

と定義するとき、

前記下流側空燃比センサは、前記第 1 移動距離 L_1 に対する前記第 2 移動距離 L_2 の比 (L_2 / L_1) が、前記上流側空燃比センサの第 3 移動距離 L_3 に対する前記第 4 移動距離 L_4 の比 (L_4 / L_3) よりも大きくなるように構成されている排気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路に SCR 触媒を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

SCR (Selective Catalytic Reduction) 触媒は、窒素酸化物 (NO_x) をアンモニア (NH_3) によって還元することにより、窒素酸化物を浄化する触媒である。SCR 触媒は、特に、窒素酸化物を多く排出するディーゼル機関に採用され始めている。SCR 触媒は、「 NO_x 選択還元触媒」又は「アンモニア添加式 NO_x 触媒」とも称呼されている。

【0003】

SCR 触媒により窒素酸化物を還元させるためには、窒素酸化物の還元剤であるアンモニアを SCR 触媒に供給する必要がある。従来の装置は、アンモニア自体を SCR 触媒に添加するか、或いは、その代わりに尿素 ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2 = \text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$) を含む水 (尿素水、尿素水溶液) を SCR 触媒の上流に供給する。この尿素は加水分解によってアンモニアと二酸化炭素とに変化する。この加水分解により得られたアンモニアが SCR 触媒内において窒素酸化物を還元する。このように SCR 触媒の上流に尿素水を供給するシステムは「尿素 SCR システム」とも称呼される。日本国の国土交通省は平成 15 年 12 月 18 日付のウェブページにて「尿素 SCR システム技術検討会」を設置したと報告している。以下、このように添加・供給されるアンモニア又は尿素水を「添加剤」又は「還元剤」と称呼する。

【0004】

ところで、SCR 触媒にアンモニアが過剰に直接供給された場合、或いは、尿素 SCR システムにおいて尿素水が過剰に供給されることにより SCR 触媒にアンモニアが過剰に供給された場合、SCR 触媒内にて窒素酸化物と反応することができなかったアンモニアが SCR 触媒から排出される。即ち、アンモニア・スリップが発生する。アンモニア・スリップの発生は、添加剤が無駄に消費されていることを意味する。その一方、供給する添加剤が窒素酸化物に対して不足すると、SCR 触媒から窒素酸化物が排出される。従って、このような SCR 触媒を用いたシステムにおいて、供給する添加剤 (アンモニア又は尿素水) の量を適切に制御することが重要である。

【0005】

そこで、従来の装置の一つは、SCR 触媒の上流側位置及び下流側位置に上流側 NO_x センサ及び下流側 NO_x センサをそれぞれ備え、それらの NO_x センサが検出する窒素酸化物濃度に基づいて「供給する尿素水の量」を制御するようになっている (例えば、特許文献 1 を参照。)。

【特許文献 1】特開 2005-127256 号公報

【発明の開示】

【0006】

しかしながら、上記従来の装置は、高価な NO_x センサを二個使用しているので、システム全体のコストも高くなるという問題を有している。従って、本発明の目的の一つは、「高価な下流側 NO_x センサ」に代わる「安価な下流側空燃比センサ」を添加剤の供給量制御に使用可能とすることにより、より安価な「SCR 触媒を用いた排気浄化装置」を提供することにある。

【0007】

本発明の内燃機関の排気浄化装置は、SCR 触媒と、下流側空燃比センサと、添加剤供給手段と、第 1 出力値取得手段と、第 2 出力値取得手段と、アンモニア量関連値取得手段と、添加剤供給量制御手段と、を備える。この排気浄化装置が適用される内燃機関は、理論空燃比よりもリーン側の空燃比にて運転される機関 (例えば、ディーゼル機関) である。従って、この内燃機関から排出された排気は、通常、酸素及び窒素酸化物を含む。

【0008】

SCR 触媒は、内燃機関の排気通路に配設される。SCR 触媒は、上述したように、内燃機関から排出された排気に含まれる窒素酸化物をアンモニアによって還元する。これにより、SCR 触媒は、排気に含まれる窒素酸化物を浄化する。

【0009】

下流側空燃比センサは「排気通路のＳＣＲ触媒よりも下流位置（ＳＣＲ触媒よりも下流側の排気通路）」に配設される。下流側空燃比センサは、固体電解質層、排気側電極層、大気が導入される空間に露呈した大気側電極層、及び、拡散抵抗層を含む。排気側電極層と大気側電極層とは、固体電解質層を挟んで対向するように固体電解質層の両面にそれぞれ形成されている。排気側電極層は拡散抵抗層により覆われている。拡散抵抗層は、検出対象となるガス（被検出ガス）が同拡散抵抗層の外表面に接触するように配置される。下流側空燃比センサは、「拡散抵抗層の外表面に到達した後に拡散抵抗層を通過して排気側電極層に到達したガス」の「排気側電極層における酸素の濃度」に応じて変化する出力値を出力するようになっている。即ち、下流側空燃比センサは、酸素濃度を検出することによりガスの空燃比を検出する「周知の空燃比センサ」である。なお、以下において、下流側空燃比センサの拡散抵抗層の外表面に到達したガスを、便宜上「下流側被検出ガス」とも称呼する。

10

【0010】

添加剤供給手段は、排気通路のＳＣＲ触媒の上流位置に、指示に応じて「尿素水又はアンモニア」からなる添加剤を供給するようになっている。尿素水が供給された場合、尿素が加水分解され、アンモニアが生成される。従って、添加剤供給手段は、ＳＣＲ触媒へアンモニアを供給する「アンモニア供給手段」である。

【0011】

第１出力値取得手段は、「窒素酸化物がＳＣＲ触媒により未だ浄化されていない状態にある排気」に含まれる「酸素の濃度に応じて変化する値」である「第１出力値」を取得するようになっている。換言すると、第１出力値は、「ＳＣＲ触媒よりも上流側の排気通路における排気」の酸素濃度、又は、添加剤がＳＣＲ触媒に供給されておらずＳＣＲ触媒が窒素酸化物を還元することがない状態にあるときの「そのＳＣＲ触媒を通過した排気」の酸素濃度、に応じて変化する値である。第１出力値は、後述するように、下流側空燃比センサの出力値又は上流側空燃比センサの出力値に基づいて取得され得る。

20

【0012】

第２出力値取得手段は、前記添加剤供給手段が前記添加剤を（ＳＣＲ触媒の上流側の排気通路内に）供給している状態にあるときの「前記下流側空燃比センサの出力値に基く値」である「第２出力値」を取得するようになっている。「下流側空燃比センサの出力値に基く値」は、後述するように、「下流側空燃比センサの出力値そのもの」であってもよく、「下流側空燃比センサの出力値を補正した値」であってもよい。

30

【0013】

アンモニア量関連値取得手段は、前記第１出力値と前記第２出力値との差に基いて「前記ＳＣＲ触媒から流出するアンモニアの量」に関連する値、即ち、アンモニア量関連値を取得する。アンモニア量関連値は、例えば、アンモニアの濃度を表す値及びアンモニアの有無（アンモニア濃度が０であるか否か）を示す値等である。「前記第１出力値と前記第２出力値との差」は、前記第１出力値と前記第２出力値との差そのもの、及び、前記第１出力値と前記第２出力値との比等を含む。即ち、「前記第１出力値と前記第２出力値との差」は、前記第１出力値と前記第２出力値との比較に基づく量である。

40

【0014】

添加剤供給量制御手段は、「前記取得されたアンモニア量関連値」に基いて「前記添加剤の供給量」を決定する。更に、添加剤供給量制御手段は、その決定した供給量の添加剤を供給する指示（その決定した供給量の添加剤を前記添加剤供給手段が前記排気通路の前記ＳＣＲ触媒の上流位置に供給するための指示）を前記添加剤供給手段に送出するようになっている。

【0015】

上記第２出力値は、添加剤が排気通路に供給されているときの「下流側空燃比センサの出力値に基く値」である。即ち、上記第２出力値は、「アンモニアの元となる尿素水」又は「アンモニアそのもの」が排気通路に供給されることにより、ＳＣＲ触媒にアンモニア

50

が添加されているときの「下流側空燃比センサの出力値に基く値」である。

【0016】

この場合、添加剤の量が「SCR触媒にて還元・浄化すべき窒素酸化物」の量に対して過剰であると（即ち、排気中の窒素酸化物を還元するのに必要なアンモニアの量よりも多い量のアンモニアがSCR触媒に供給されていると）、余剰のアンモニアを含むガスがSCR触媒から流出する。そのガスは、下流側空燃比センサの拡散抵抗層の外表面に到達する。従って、この場合の下流側被検出ガスには、酸素（酸素分子）及びアンモニア（アンモニア分子）が含まれている。酸素及びアンモニアは拡散抵抗層中を拡散により移動する。

【0017】

ところで、酸素分子（ O_2 ）の径はアンモニア分子（ NH_3 ）の径よりも大きい。一般に、拡散抵抗層は「粒子」及び「粒子間に形成された細孔」を有する多孔質層であり、ガス分子は粒子に衝突しながら細孔を通過して行く。従って、拡散抵抗層における酸素分子の拡散速度は、拡散抵抗層におけるアンモニア分子の拡散速度より小さい。換言すると、酸素分子が拡散抵抗層を通過するまでの移動距離の合計値（積算値）は、アンモニア分子が拡散抵抗層を通過するまでの移動距離の合計値（積算値）よりも大きい。従って、下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいると、そのアンモニアは酸素よりも優先的に拡散抵抗層を通過して排気側電極層に到達する。そして、アンモニアは排気側電極層において酸素と結合する（即ち、アンモニアが酸化され、酸素が消費される。）。

【0018】

その結果、下流側被検出ガスの酸素濃度が特定濃度であって且つその下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいる場合の下流側空燃比センサの出力値は、下流側被検出ガスの酸素濃度が同じ特定濃度であって且つその下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいない場合の下流側空燃比センサの出力値と比較して、「下流側被検出ガスの酸素濃度が小さいガス（よりリッチ側のガス）」であることを示す値となる。

【0019】

即ち、下流側空燃比センサの出力値に基づく第2出力値は、下流側被検出ガスに含まれる酸素の濃度が一定であっても、下流側被検出ガスに含まれるアンモニアの濃度が高くなるにつれて下流側被検出ガスに含まれる酸素の濃度がより低いことを示す値となる。

【0020】

一方、上記第1出力値は、「窒素酸化物が浄化されていない状態の排気に含まれる酸素の濃度」に応じて変化する値である。従って、上記第1出力値は、下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいないときの第2出力値に対応した値となる。

【0021】

従って、第1出力値と第2出力値との差は、前記SCR触媒から流出するアンモニアの量に関連する値（アンモニア量関連値、例えば、アンモニア濃度に応じて変化する値）となる。そこで、上記アンモニア量関連値取得手段は、前記第1出力値と前記第2出力値との差に基いてアンモニア量関連値を取得する。

【0022】

更に、上記添加剤供給量制御手段は、その取得されたアンモニア量関連値に基いて「前記添加剤の供給量」を決定する。例えば、アンモニア量関連値が「SCR触媒から多量のアンモニアが流出している」ことを示す場合、「前記添加剤の供給量」は減少させられる。これに対し、アンモニア量関連値が「SCR触媒からアンモニアが流出していない」ことを示す場合、「前記添加剤の供給量」は増大させられる。そして、上記添加剤供給量制御手段は、「そのように決定した供給量の添加剤を供給する指示」を上記添加剤供給手段に送出する。

【0023】

このように、本発明の排気浄化装置は、SCR触媒の下流側に NO_x センサに代わる空燃比センサを備え、その空燃比センサ（下流側空燃比センサ）を使用して「添加剤の供給量」を適切に制御することができる。現状、空燃比センサのコストは NO_x センサのコス

10

20

30

40

50

トの 1 / 3 程度である。従って、本発明によれば、極めて安価な排気浄化装置が提供され得る。

【0024】

この排気浄化装置の一態様において、

前記第 1 出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない状態」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「前記第 1 出力値」として取得するように構成され、

前記第 2 出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「前記第 2 出力値」として取得するように構成され、

前記添加剤供給量制御手段は、

第 1 所定条件（所定の第 1 条件）が成立したとき「前記第 1 出力値取得手段に前記第 1 出力値を取得させる」ために、「前記添加剤の供給を停止する指示」を前記添加剤供給手段に送出するように構成される。

【0025】

上記第 1 所定条件は、例えば、所定時間が経過する毎に成立する条件であってもよく、機関の運転状態（例えば、アクセルペダル操作量 Accp に代表される機関の負荷）が所定量以上変化したときに成立する条件であってもよい。

【0026】

これによれば、「第 1 出力値及び第 2 出力値」を「下流側空燃比センサのみ」を用いて取得することができるので、例えば、排気通路の S C R 触媒の上流側に「第 1 出力値を取得するための上流側空燃比センサ」を配設する必要がない。従って、より安価な排気浄化装置が提供され得る。

【0027】

更に、この排気浄化装置の他の態様において、

前記第 1 出力値取得手段は、前記排気通路の前記 S C R 触媒よりも上流位置に配設される上流側空燃比センサを含み、その「上流側空燃比センサの出力値に基づく値」を「前記第 1 出力値」として取得するように構成され得る。「上流側空燃比センサの出力値に基づく値」は、後述するように、「上流側空燃比センサの出力値そのもの」であってもよく、「上流側空燃比センサの出力値を補正した値」であってもよい。

【0028】

この場合、上流側空燃比センサは、下流側空燃比センサと同様な構成を備える。即ち、上流側空燃比センサは、固体電解質層、排気側電極層、大気が導入される空間に露呈した大気側電極層、及び、拡散抵抗層を含む。排気側電極層と大気側電極層とは、固体電解質層を挟んで対向するように、固体電解質層の両面にそれぞれ形成される。排気側電極層は拡散抵抗層により覆われている。拡散抵抗層は、検出対象となるガス（被検出ガス）が同拡散抵抗層の外表面に接触するように配置される。更に、上流側空燃比センサは、「拡散抵抗層の外表面に到達した後に拡散抵抗層を通過して排気側電極層に到達したガス」の「排気側電極層における酸素の濃度」に応じて変化する出力値を出力するようになっている。

【0029】

上流側空燃比センサ（上流側空燃比センサの拡散抵抗層の外表面）には、「排気に含まれる窒素酸化物が前記 S C R 触媒により浄化されていない状態にある排気」が常に到達している。従って、「上流側空燃比センサの出力値に基づく値」を「第 1 出力値」として取得すれば、第 1 出力値を取得するために添加剤の供給を停止する必要がない。従って、この態様の装置は、添加剤を S C R 触媒に常に供給することができるので、窒素酸化物を浄化しながら添加剤の量を適切に制御することができる。

【0030】

更に、この態様の排気浄化装置において、

前記第 1 出力値取得手段は、

「前記上流側空燃比センサの出力値」を「前記第 1 出力値」として取得するように構成される。

【0031】

前記第 2 出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない所定の時点」における「前記上流側空燃比センサの出力値」である「上流側補正用出力値」を取得するとともに、その所定時点における「前記下流側空燃比センサの出力値」である「下流側補正用出力値」を取得するように構成される。

【0032】

加えて、前記第 2 出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値」に基いて補正し、「その補正した値」を「前記第 2 出力値」として取得するように構成される。

【0033】

そして、前記添加剤供給量制御手段は、

第 2 所定条件（所定の第 2 条件）が成立したとき、「前記第 2 出力値取得手段」に「前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値」を取得させるために、「前記添加剤の供給を停止する指示」を前記添加剤供給手段に送出するように構成される。

【0034】

一般に、上流側空燃比センサ及び下流側空燃比センサに代表される「空燃比センサ」の「出力特性のばらつき及び温度等」により、「被検出ガスの酸素濃度」に対する「空燃比センサの出力値」は変動する。従って、SCR 触媒の下流にアンモニアが流出していない場合であっても、「下流側空燃比センサの出力値」と「上流側空燃比センサの出力値」とが同一となるとは限らない。それ故、「上流側空燃比センサの出力値そのものを第 1 出力値として取得し、下流側空燃比センサの出力値そのものを第 2 出力値として取得し、それらの差に基いて「アンモニア量関連値」を取得した場合、そのアンモニア量関連値の精度は良好でない虞がある。

【0035】

上記態様の排気浄化装置は、このようなアンモニア量関連値の精度低下を回避するために、「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない所定の時点」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「下流側補正用出力値」とし且つ「前記上流側空燃比センサの出力値」を「上流側補正用出力値」として取得する。この所定の時点においては、SCR 触媒にアンモニアが供給されていないから、SCR 触媒の上流の排気及び SCR 触媒の下流の排気にそれぞれ含まれる酸素濃度は同一であると考えられる。従って、上流側空燃比センサの出力特性と下流側空燃比センサの出力特性とが同一であれば、上流側補正用出力値と下流側補正用出力値とは同一になるはずである。換言すると、上流側補正用出力値と下流側補正用出力値との相違は、上流側空燃比センサの出力特性と下流側空燃比センサの出力特性との相違に依存して変化する。

【0036】

そこで、上記態様の排気浄化装置は、「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「前記下流側補正用出力値及び前記上流側補正用出力値（例えば、これらの比）」に基いて補正し、その補正した値を前記第 2 出力値として取得する。

【0037】

この結果、前記第 2 出力値は、あたかも上流側空燃比センサと同じ出力特性を有する下流側空燃比センサにより取得された値となる。この結果、前記第 1 出力値と前記第 2 出力値との差は、上流側空燃比センサの出力特性と下流側空燃比センサの出力特性の相違が補償された値となるので、第 1 出力値及び第 2 出力値に基づいて取得される「アンモニア量関連値」の精度が悪化することを回避することが可能となる。

【0038】

一方、別の態様の排気浄化装置において、

前記第2出力値取得手段は、「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「前記下流側空燃比センサの出力値」を「前記第2出力値」として取得するように構成される。

【0039】

また、前記第1出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給していない所定の時点」における「前記上流側空燃比センサの出力値である上流側補正用出力値」を取得するとともに、同所定の時点における「前記下流側空燃比センサの出力値である下流側補正用出力値」を取得する。

更に、前記第1出力値取得手段は、

「前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「前記上流側空燃比センサの出力値」を「前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値」に基いて補正し、その補正した値を「前記第1出力値」として取得するように構成される。

【0040】

そして、前記添加剤供給量制御手段は、

第3所定条件（所定の第3条件）が成立したとき、「前記第1出力値取得手段」に「前記上流側補正用出力値及び前記下流側補正用出力値」を取得させるために、「前記添加剤の供給を停止する指示」を前記添加剤供給手段に送出するように構成される。

【0041】

この場合においても、上述したように、上流側補正用出力値と下流側補正用出力値との差は、上流側空燃比センサの出力特性と下流側空燃比センサの出力特性との相違に依存して変化する。従って、「前記下流側補正用出力値及び前記上流側補正用出力値（例えばこれらの比）」に基いて補正される「添加剤が供給されている状態における上流側空燃比センサの出力値」は、あたかも下流側空燃比センサと同じ出力特性を有する空燃比センサにより取得された値となる。この結果、前記第1出力値と前記第2出力値との差は、上流側空燃比センサの出力特性と下流側空燃比センサの出力特性の相違が補償された値となるので、第1出力値及び第2出力値に基づいて取得される「アンモニア量関連値」の精度が悪化することを回避することが可能となる。

【0042】

前記下流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第1移動距離L1、

前記下流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第2移動距離L2、

前記上流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第3移動距離L3、

前記上流側空燃比センサの前記拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値を第4移動距離L4、

と定義する。

【0043】

このとき、下流側空燃比センサは、前記第1移動距離L1に対する前記第2移動距離L2の比（ $L2/L1$ ）が、前記上流側空燃比センサの第3移動距離L3に対する前記第4移動距離L4の比（ $L4/L3$ ）よりも大きくなるように構成されていることが好適である。

【0044】

このような下流側空燃比センサは、例えば、

(1) 下流側空燃比センサの拡散抵抗層の細孔径の平均を、上流側空燃比センサの拡散抵

10

20

30

40

50

抗層に比較して、酸素分子よりが通過し難くアンモニア分子が通過しやすい径に形成すること、及び、

(2) 下流側空燃比センサの拡散抵抗層の厚さを上流側空燃比センサの拡散抵抗層の厚さよりも大きくすること、等

により容易に得ることができる。

【0045】

これによれば、下流側空燃比センサのアンモニアに対する感度(第1出力値と第2出力値との差)を一層増大することができる。従って、アンモニア量関連値をより精度良く取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

以下、本発明による内燃機関の排気浄化装置の各実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0047】

<第1実施形態>

(構成)

図1は、本発明の第1実施形態に係る排気浄化装置(以下、単に「第1排気浄化装置」とも称呼する。)が適用される内燃機関10の概略構成を示している。機関10は、直列4気筒ディーゼル機関である。ディーゼル機関は、後述するように、希薄空燃比にて運転される。従って、機関10から排出される排気には殆どの場合において酸素が含まれてい

10

20

【0048】

機関10は、エンジン本体20、吸気系統30、排気系統40及び尿素水添加装置(添加剤供給装置)50を備えている。更に、第1排気浄化装置は電気制御装置70を含んでいる。

【0049】

エンジン本体20は、クランクケース部、シリンダブロック部及びシリンダヘッド部を備えている。エンジン本体20は、ピストン頂面、シリンダ壁面及びシリンダヘッド部の下面からなる複数(4個)の燃焼室(気筒)を備えている。各燃焼室の上部には燃料噴射弁21が配設されている。各燃料噴射弁21には「図示しない燃料タンクに接続された図示しない燃料噴射用ポンプ」から「高圧燃料」が供給されている。燃料噴射弁21は、電気制御装置70からの指示信号により開弁し、各燃焼室内に高圧燃料を噴射するようになっている。

30

【0050】

吸気系統30は、吸気マニホールド31と、吸気管32と、を含んでいる。

吸気マニホールド31は複数の枝部31aと、複数の枝部31aが集合した集合部31bとからなっている。複数の枝部31aのそれぞれは複数の燃焼室のそれぞれに吸気ポートを通じて接続されている。

吸気管32は吸気マニホールド31の集合部31bに接続されている。

【0051】

排気系統40は、排気マニホールド41と、排気管42と、ディーゼルパティキュレートフィルタ(DPF)43、SCR触媒44及びマフラー45を含んでいる。

40

【0052】

排気マニホールド41は、複数の枝部41aと、複数の枝部41aが集合した集合部41bとからなっている。複数の枝部41aのそれぞれは複数の燃焼室のそれぞれに排気ポートを通じて接続されている。

排気管42は排気マニホールド41の集合部41bに接続されている。

【0053】

DPF43は排気管(排気通路)42に配設されている。DPF43は、「多孔質材料(例えば、セラミックの一種であるコージライト)からなる隔壁」によって形成された「

50

複数の通路」を備えている。D P F 4 3 は、「隔壁を通過する排気」に含まれるパティキュレート、その隔壁の細孔表面にて捕集する。即ち、D P F 4 3 は、ハニカム構造ウォールフロー型パティキュレートフィルタである。

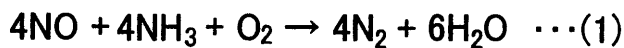
【0054】

S C R 触媒 4 4 は、排気管 4 2（排気通路）の「D P F 4 3 よりも下流位置」に配設されている。S C R 触媒 4 4 は、窒素酸化物（N O x）をアンモニア（N H₃）によって還元することにより、窒素酸化物を浄化する触媒装置である。本例において、S C R 触媒 4 4 は、セラミックスからなる担持体にゼオライト系触媒を担持させた触媒装置である。S C R 触媒はバナジウム系触媒であってもよい。

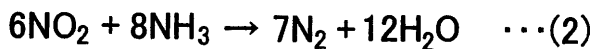
【0055】

S C R 触媒 4 4 に窒素酸化物とアンモニアとが供給されると、以下の式（1）～（3）により示す化学反応が発生し、窒素酸化物が還元・浄化される。（3）式による反応が最も優先的に発生する。

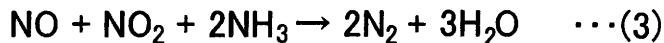
【数 1】



【数 2】



【数 3】



【0056】

マフラー 4 5 は、排気管 4 2（排気通路）の「S C R 触媒 4 4 よりも下流位置」に配設されている。

【0057】

尿素水添加装置（添加剤供給装置）5 0 は、排気管 4 2（排気通路）の S C R 触媒 4 4 の上流位置に、指示に応じて尿素水を供給する添加剤供給手段を構成している。尿素水添加装置 5 0 は、尿素水に代え、アンモニアを供給するアンモニア供給装置であってもよい。「尿素水又はアンモニア」は、本明細書において「添加剤（S C R 触媒添加剤）」とも称呼される。

【0058】

尿素水添加装置 5 0 は、尿素水タンク 5 1、第 1 接続管 5 2、尿素水加圧装置 5 3、第 2 接続管 5 4 及び尿素水噴射弁 5 5 を含んでいる。

【0059】

尿素水タンク 5 1 は、所定の濃度の尿素水（尿素水溶液）を貯蔵するようになっている。

第 1 接続管 5 2 は、尿素水タンク 5 1 と尿素水加圧装置 5 3 とを接続している。

尿素水加圧装置 5 3 は、尿素水タンク 5 1 内の尿素水を第 1 接続管 5 2 を通して汲み上げ（尿素水を所定圧力にまで昇圧し）、第 2 接続管 5 4 に尿素水を供給するようになっている。

第 2 接続管 5 4 は尿素水加圧装置 5 3 と尿素水噴射弁 5 5 とを接続している。

尿素水噴射弁 5 5 は、電気制御装置 7 0 からの指示信号（尿素水噴射信号）に基づいて所定時間だけ開弁し、「排気管 4 2 内の S C R 触媒 4 4 の上流位置（且つ、D P F 4 3 の下流位置）」に「第 2 接続管 5 4 を通して供給されている尿素水」を所定量噴射（供給）するようになっている。

【0060】

10

20

30

40

50

更に、第1排気浄化装置は、エアフローメータ61、機関回転速度センサ62、NO_xセンサ63、上流側空燃比センサ64、排気温度センサ65、下流側空燃比センサ66及びアクセルペダル操作量センサ67を備えている。

【0061】

エアフローメータ61は、吸気管32（吸気通路）に配設されている。エアフローメータ61は、吸気通路を通過する空気の質量流量（単位時間当りの空気量）である「吸入空気量」を表す信号Gaを発生するようになっている。

機関回転速度センサ62は、内燃機関10の回転速度を検出し、エンジン回転速度NEを表す信号を発生するようになっている。

【0062】

NO_xセンサ63は、排気管42（排気通路）の「DPF43の下流位置」且つ「尿素水噴射弁55の上流位置」に配設されている。従って、NO_xセンサ63は、排気管42のSCR触媒44の上流位置に配設されている。NO_xセンサ63は、NO_xセンサ63に到達する排気に含まれる窒素酸化物の濃度を検出し、その窒素酸化物濃度を表す信号DNO_xを発生するようになっている。即ち、NO_xセンサ63は、「エンジン本体20の燃焼室から排出された排気であって且つSCR触媒44を通過していない（窒素酸化物が浄化されていない状態の）排気」の窒素酸化物濃度DNO_xを検出するようになっている。

【0063】

上流側空燃比センサ64は、排気管42（排気通路）の「DPF43の下流位置」且つ「尿素水噴射弁55の上流位置」に配設されている。従って、上流側空燃比センサ64は、排気管42のSCR触媒44の上流位置に配設されている。

【0064】

上流側空燃比センサ64は、例えば、特開平11-72473号公報、特開2000-65782号公報及び特開2004-69547号公報等の開示された「拡散抵抗層を備える限界電流式広域空燃比センサ」である。上流側空燃比センサ64は、上流側空燃比センサ64に到達する排気に含まれる酸素の濃度を検出し、その酸素濃度を表す出力値AFUを発生するようになっている。出力値AFUは「上流側空燃比センサ64に到達する排気の空燃比」であるということもできる。即ち、上流側空燃比センサ64は、「エンジン本体20の燃焼室から排出された排気であって且つSCR触媒44を通過していない（即ち、窒素酸化物が浄化されていない状態の排気）」の酸素濃度に応じて変化する出力値AFUを出力するようになっている。

【0065】

より詳細に述べると、図2に示したように、上流側空燃比センサ64は、固体電解質層64a、排気側電極層64b、大気側電極層64c、拡散抵抗層64d、隔壁部64e及びヒータ64fを含んでいる。

【0066】

固体電解質層64aは酸素イオン導電性酸化物焼結体である。本例において、固体電解質層64aは、ZrO₂（ジルコニア）にCaOを安定剤として固溶させた「安定化ジルコニア素子」である。固体電解質層64aは、その温度が活性温度以上であるとき、周知の「酸素電池特性」及び「酸素ポンプ特性」を発揮する。これらの特性は、後述するように、上流側空燃比センサ64が排気の酸素濃度（排気の空燃比）に応じた値を出力する際に発揮されるべき特性である。酸素電池特性とは、酸素濃度の高い側から低い側へ酸素イオンを通過させ起電力を発生する特性のことである。酸素ポンプ特性とは、固体電解質層64aの両端に電位差が与えられたとき、陰極（低電位側電極）から陽極（高電位側電極）へと「それらの電極間の電位差に応じた量の酸素イオン」を移動させる特性のことである。

【0067】

排気側電極層64bは、白金（Pt）等の触媒活性の高い貴金属からなる。排気側電極層64bは、固体電解質層64aの一つの面上に形成されている。排気側電極層64bは

10

20

30

40

50

、化学メッキ等により浸透性を十分に有するように（即ち、多孔質状に）形成されている。排気側電極層 64 b には、「エンジン本体 20 の燃焼室から排出された排気であって且つ SCR 触媒 44 を通過していない排気」が到達する。この排気は「上流側被検出ガス」とも称呼される。

【0068】

大気側電極層 64 c は、白金 (Pt) 等の触媒活性の高い貴金属からなる。大気側電極層 64 c は、固体電解質層 64 a の他の面上であって、固体電解質層 64 a を挟んで排気側電極層 64 b に対向するように形成されている。大気側電極層 64 c は、化学メッキ等により浸透性を十分に有するように（即ち、多孔質状に）形成されている。

【0069】

拡散抵抗層（拡散律速層）64 d は、多孔質セラミック（耐熱性無機物質）からなる。即ち、拡散抵抗層 64 d は「セラミック粒子」及び「セラミック粒子間に形成された細孔」を有する多孔質層である。ガス分子はセラミック粒子に衝突しながら細孔を通過して行く。拡散抵抗層 64 d は、排気側電極層 64 b の外側表面を覆うように、例えば、プラズマ溶射法等により形成されている。

【0070】

隔壁部 64 e は、緻密であってガスを透過させないアルミナセラミックスからなる。隔壁部 64 e は、「大気側電極層 64 c を収容する空間」である「大気室 64 g」を形成するように構成されている。このように、大気側電極層 64 c は、大気が導入される空間である大気室 64 g に露呈されている。従って、大気側電極層 64 c における酸素濃度（酸素分圧）は大気の酸素濃度（酸素分圧）である。

【0071】

ヒータ 64 f は隔壁部 64 e に埋設されている。ヒータ 64 f は通電されたときに発熱し、固体電解質層 64 a を加熱するようになっている。

【0072】

上流側空燃比センサ 64 は、図 3 に示したように、電源 64 h を使用する。電源 64 h は大気側電極層 64 c 側が高電位となり、排気側電極層 64 b が低電位となるように、電圧 V を印加する。

【0073】

上流側空燃比センサ 64 は、図 3 に示したように、上流側被検出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーン側の空燃比であるとき、上述した酸素ポンプ特性を用いて「上流側被検出ガスの酸素濃度（即ち、上流側被検出ガスの空燃比）」に応じた出力値 AFU を出力する。より具体的に述べると、上流側被検出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーン側の空燃比であるとき、そのガス中に多量に含まれる「拡散抵抗層 64 d の外表面に到達した酸素分子」が拡散抵抗層 64 d を通過して排気側電極層 64 b に到達する。その酸素分子は排気側電極層 64 b において電子を受け取り、酸素イオンとなる。その酸素イオンは、固体電解質層 64 a を通過し、大気側電極層 64 c にて電子を放出して酸素分子になる。この結果、電源 64 h の正極から、大気側電極層 64 c、固体電解質層 64 a 及び排気側電極層 64 b を介して電源 64 h の負極へと電流 I が流れる。

【0074】

この電流 I の大きさは、電圧 V の大きさを所定値 V_p 以上に設定したとき、「上流側被検出ガス中の酸素分子」であって且つ「拡散抵抗層 64 d を通過して排気側電極層 64 b へと拡散によって到達する酸素分子」の量（即ち、排気側電極層 64 b における酸素濃度、酸素分圧）に応じて変化する。この電流 I は、図 4 に示したように、電圧 V を所定値 V_p 以上に設定しても変化しないから、限界電流 I_p と呼ばれる。上流側空燃比センサ 64 は、この限界電流 I_p に比例する出力値 AFU を出力する。即ち、上流側空燃比センサ 64 は、拡散抵抗層 64 d を通過して排気側電極層 64 b に到達したガスの「排気側電極層 64 b における酸素の濃度（酸素分圧）」に応じて変化する出力値 AFU を出力するようになっている。

【0075】

上流側空燃比センサ64は、図5に示したように、上流側被検出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比であるとき、上述した酸素電池特性を用いて「上流側被検出ガスの酸素濃度」に応じた値を出力する。より具体的に述べると、上流側被検出ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチ側の空燃比であるとき、上流側被検出ガス中に多量に含まれる未燃物（HC、CO及びH₂等）が拡散抵抗層64dを通過して排気側電極層64bに到達する。このとき、大気側電極層64cと排気側電極層64bとの間の酸素濃度差が大きくなるので、固体電解質層64aは酸素電池として機能する。印加電圧V（=V_p）は、この酸素電池の起電力よりも小さくなるように設定される。

【0076】

従って、大気室64gに存在する酸素分子は大気側電極層64cにて電子を受け取って酸素イオンとなる。その酸素イオンは、固体電解質層64aを通過し、排気側電極層64bへと移動する。そして、排気側電極層64bにて未燃物を酸化し、電子を放出する。この結果、電源64hの負極から、排気側電極層64b、固体電解質層64a及び大気側電極層64cを介して電源64hの正極へと電流Iが流れる。

【0077】

この電流Iの大きさは、大気側電極層64cから固体電解質層64aを通過して排気側電極層64bに到達する酸素イオンの量により定まる。前述したように、この酸素イオンは排気側電極層64bにて未燃物を酸化するために使用される。従って、拡散により拡散抵抗層64dを通過して排気側電極層64bに到達する未燃物の量が多いほど、固体電解質層64aを通過する酸素イオンの量は多くなる。換言すると、空燃比が小さいほど（理論空燃比よりもリッチ側の空燃比であって未燃物の量が多いほど）、電流Iの大きさは大きくなる。但し、拡散抵抗層64dの存在により、排気側電極層64bに到達する未燃物の量は制限されるので、電流Iは空燃比に応じた一定値I_pとなる。上流側空燃比センサ64は、この限界電流I_pに比例する出力値AFUを出力する。但し、機関10はディーゼル機関であるので、機関に供給される混合気の空燃比は理論空燃比よりも相当に大きい空燃比（希薄空燃比）である。従って、本例における上流側空燃比センサ64が、酸素電池特性を用いることは稀である。

【0078】

再び、図1を参照すると、排気温度センサ65は、排気管42（排気通路）の「SCR触媒44の下流位置」且つ「マフラー45の上流位置」に配設されている。従って、排気温度センサ65は、SCR触媒44から流出した排気の温度を表す信号Texを発生するようになっている。

【0079】

下流側空燃比センサ66は、排気管42（排気通路）の「SCR触媒44の下流位置」且つ「マフラー45の上流位置」に配設されている。下流側空燃比センサ66は、上流側空燃比センサ64と同様の構成を有する。即ち、下流側空燃比センサ66は、「拡散抵抗層を備えた限界電流式広域空燃比センサ」である。

【0080】

より具体的に述べると、下流側空燃比センサ66は、図2において括弧内の符号を用いて示したように、固体電解質層66a、排気側電極層66b、大気が導入される空間（大気室66g）に露呈した大気側電極層66c、拡散抵抗層66d及びヒータ66fを含んでいる。大気室66gは緻密な隔壁部66eにより形成されている。排気側電極層66bと大気側電極層66cとは、固体電解質層66aを挟んで対向するように、固体電解質層66aの両面にそれぞれ形成されている。排気側電極層66bは拡散抵抗層66dにより覆われている。

【0081】

下流側空燃比センサ66は、上流側空燃比センサ64と同様、「拡散抵抗層66dの外表面に到達し且つ拡散抵抗層66dを通過して排気側電極層66bに到達したガス」の「排気側電極層66bにおける酸素の濃度（酸素分圧）」に応じて変化する出力値AFDを出力するようになっている。なお、「酸素の濃度が所定の濃度でありアンモニアを含んで

10

20

30

40

50

いない排気（ガス）」に対する「下流側空燃比センサ６６の出力値ＡＦＤ」は、「同じガス」に対する「上流側空燃比センサ６４の出力値ＡＦＵ」と同一になるように設計されている。

【００８２】

再び、図１を参照すると、アクセルペダル操作量センサ６７は、アクセルペダルＡＰの操作量を検出し、アクセル操作量を表す信号Accpを発生するようになっている。

【００８３】

電気制御装置７０は、「ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ、電源が投入された状態でデータを格納するとともに格納したデータを電源が遮断されている間も保持するバックアップＲＡＭ、並びに、ＡＤコンバータを含むインターフェース等」からなる周知のマイクロコンピュータである。

10

【００８４】

電気制御装置７０のインターフェースは、前記センサ６１～６７と接続され、ＣＰＵにセンサ６１～６７からの信号を供給するようになっている。更に、そのインターフェースは、ＣＰＵの指示に応じて、各燃料噴射弁２１及び尿素水噴射弁５５等に指示信号（駆動信号）を送出するようになっている。

【００８５】

電気制御装置のＣＰＵは、アクセル操作量を表す信号Accp及び機関回転速度ＮＥに基づいて燃料噴射量を決定し、その決定した燃料噴射量が各燃焼室に噴射されるように、燃料噴射弁２１に指示信号を送出するようになっている。このとき、機関１０に供給される空燃比は、理論空燃比よりも相当にリーン側の空燃比（理論空燃比よりも大きい空燃比）に制御される。

20

【００８６】

（アンモニア量関連値の検出原理）

次に、上記のように構成された第１排気浄化装置が採用した「アンモニア量関連値」の検出原理について説明する。第１排気浄化装置は、アンモニア量関連値として「アンモニアの濃度」を表す値ＤＮＨ_３を取得する。

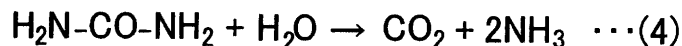
【００８７】

ところで、尿素水添加装置５０の尿素水噴射弁５５から排気管４２内（排気通路内）に噴射・供給された尿素水に含まれる尿素（ＣＯ（ＮＨ_２）_２）は、排気管４２内にて次式に従う加水分解によりアンモニア（ＮＨ_３）及び二酸化炭素（ＣＯ_２）に変化する。

30

【数４】

】



【００８８】

このように生成されたアンモニアは排気とともにＳＣＲ触媒４４に流入する。アンモニアはＳＣＲ触媒４４内において、上記（１）～（３）式に示したように、排気に含まれる窒素酸化物を還元（浄化）する。このとき、尿素水の量がＳＣＲ触媒４４に流入する窒素酸化物の量に対して過剰であると、尿素水から生成されたアンモニアはＳＣＲ触媒４４にて完全には消費されない。即ち、窒素酸化物の還元を使用されなかったアンモニアはＳＣＲ触媒４４の下流に流出し、下流側空燃比センサ６６の拡散抵抗層６６ｄの外表面に到達する。この場合、拡散抵抗層６６ｄの外表面に到達するガス（下流側被検出ガス）には酸素（酸素分子）とアンモニア（アンモニア分子）とが含まれている。この下流側被検出ガスに含まれる「酸素分子及びアンモニア分子」は拡散抵抗層６６ｄ内において拡散し、図６に示したように、排気側電極層６６ｂに到達する。

40

【００８９】

ところで、アンモニア分子（ＮＨ_３）は酸素分子（Ｏ_２）よりも分子量が小さく分子径も小さい。従って、拡散抵抗層６６ｄにおけるアンモニア分子の拡散速度は、拡散抵抗層６６ｄにおける酸素分子の拡散速度よりも大きい。換言すると、酸素分子が「拡散抵抗層

50

6 6 dを構成しているセラミック粒子と衝突を繰り返しながら拡散抵抗層 6 6 dを通過して排気側電極層 6 6 bに到達するまでの移動距離の合計値（この距離を「平均移動距離」とも称呼する。）は、アンモニア分子が「拡散抵抗層 6 6 dを通過して排気側電極層 6 6 bに到達するまでの移動距離の合計値（平均移動距離）」よりも大きい。

【0090】

従って、下流側被検出ガスがアンモニア分子を含んでいると、そのアンモニア分子は、下流側被検出ガスに含まれる酸素分子よりも優先的に拡散抵抗層 6 6 dを通過し、排気側電極層 6 6 bに到達する。そして、アンモニア分子は排気側電極層 6 6 bにおいて、例えば、下記の（5）式に示したように、酸素と結合する。即ち、排気側電極層 6 6 bにおいてアンモニアが酸化され、酸素が消費される。

10

【数5】



【0091】

その結果、下流側被検出ガスの酸素濃度が特定濃度であって且つその下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいる場合の下流側空燃比センサ 6 6 の出力値 A F D（＝A F D 1）は、下流側被検出ガスの酸素濃度が同じ特定濃度であって且つその下流側被検出ガスがアンモニアを含んでいない場合の下流側空燃比センサ 6 6 の出力値 A F D（＝A F D 2）と比較して、「下流側被検出ガスの酸素濃度が小さいガス（よりリッチ側のガス）」であることを示す値となる。即ち、出力値 A F Dは酸素濃度が大きいほど大きくなるので、A F D 1のほうが A F D 2 よりも小さくなる。

20

【0092】

この結果、下流側空燃比センサ 6 6 の出力値 A F D（限界電流値 I p）は、図 7 に示したように、下流側被検出ガスの酸素濃度が一定である場合であっても、下流側被検出ガスのアンモニア濃度が高くなるほど減少する。換言すると、出力値 A F Dは、下流側被検出ガスのアンモニア濃度が高くなるほど、「下流側被検出ガスの酸素濃度がより小さい（即ち、よりリッチ側のガスである）」ことを示す値になる。

【0093】

そこで、第 1 排気浄化装置は、第 1 所定条件が成立したとき、尿素水の噴射・供給を停止する。これにより、下流側空燃比センサ 6 6 にはアンモニアが含まれていないガスが到達する。即ち、下流側被検出ガスのアンモニア濃度は 0 になる。そして、この状態における下流側空燃比センサ 6 6 の出力値 A F Dを基準値 A F Dstdとして格納する。基準値 A F Dstdは、便宜上「第 1 出力値」とも称呼される。これにより、「排気に含まれる窒素酸化物が S C R触媒 4 4 により浄化されていない状態にある排気」の酸素濃度に応じて変化する値（A F Dstd）が第 1 出力値として取得される。

30

【0094】

次に、第 1 排気浄化装置は、任意の所定量の尿素水を尿素水噴射弁 5 5 から噴射し、その状態における下流側空燃比センサ 6 6 の出力値 A F Dを取得する。このとき、尿素水が過剰でなければ（尿素水が不足していると）、S C R触媒 4 4 の下流にはアンモニアが流出しない。従って、取得した出力値 A F Dは基準値 A F Dstdと一致する。これに対し、尿素水が過剰であって S C R触媒 4 4 の下流にアンモニアが流出すると（アンモニア・スリップが発生していると）、取得した出力値 A F Dは基準値 A F Dstdよりも小さくなる。また、「基準値 A F Dstd」と取得した「出力値 A F D」との差 $\Delta A F$ （＝A F Dstd－A F D）は、アンモニアの濃度が大きいほど大きくなる。

40

【0095】

そこで、第 1 排気浄化装置は、「基準値 A F Dstd」と取得した「出力値 A F D」との差 $\Delta A F$ （＝A F Dstd－A F D）を取得し、その差 $\Delta A F$ をテーブルMapD_{NH3}（ $\Delta A F$ ）に適用することにより「アンモニアの濃度 D N H₃」を取得する。このテーブルMapD_{NH3}（ $\Delta A F$ ）は、図 8 に示したように、差 $\Delta A F$ とアンモニアの濃度 D N H₃との関係を表

50

すテーブルであり、予め実験により求められたデータに基づいて作成され、電気制御装置 70 の ROM 内に記憶されている。このように、第 1 排気浄化装置は、SCR 触媒 44 から流出するアンモニアの量に関連する値である「アンモニア量関連値（ここでは、アンモニアの濃度 DNH_3 ）」を取得する。

【0096】

（実際の作動）

次に、第 1 排気浄化装置の実際の作動について説明する。電気制御装置 70 の CPU は、図 9 に示した「基準値（第 1 出力値）取得ルーチン」を所定時間の経過毎に繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU は図 9 のステップ 900 から処理を開始し、ステップ 910 にて第 1 所定条件（第 1 出力値取得条件）が成立したか否かを判定する。

10

【0097】

第 1 所定条件とは、上述した基準値 AFD_{std} を更新する必要があると考えられる場合に成立するように定められた条件である。第 1 所定条件は、以下の（1）乃至（4）に示した条件のうちの何れか一つの条件が成立したとき、又は、それらの条件の任意の二以上の条件のうちの少なくとも一つの条件が成立したとき、成立する条件と定めてもよい。なお、本例における第 1 所定条件は下記の（1）である。また、第 1 所定条件はこれらに限定されることはなく、他の条件であってもよい。

【0098】

－第 1 所定条件－

20

（1）基準値 AFD_{std} を前回取得した時点から一定の時間が経過したこと。

（2）機関 10 の負荷（例えば、アクセルペダル操作量 $Accp$ 、一つの燃焼サイクルあたりの燃料噴射量又は吸入空気量 G_a ）が「基準値 AFD_{std} を前回取得した時点」の負荷から所定閾値負荷以上変化したこと。

（3）機関回転速度 NE が「基準値 AFD_{std} を前回取得した時点」の機関回転速度 NE から所定閾値速度以上変化したこと。

（4） NO_x センサ 63 により検出される窒素酸化物濃度 DNO_x が「基準値 AFD_{std} を前回取得した時点」の窒素酸化物濃度 DNO_x から閾値濃度以上変化したこと。

【0099】

第 1 所定条件が成立していない場合、CPU はステップ 910 にて「No」と判定し、ステップ 995 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。これに対し、第 1 所定条件が成立していると、CPU はステップ 910 にて「Yes」と判定してステップ 920 に進み、尿素水の噴射（供給）を停止する。即ち、尿素水噴射量 $URIn_j$ を「0」に設定し、尿素水噴射弁 55 への噴射指示信号の送出を停止する。

30

【0100】

次に、CPU はステップ 930 に進み、ステップ 920 の処理によって尿素水の噴射が停止されてから第 1 所定時間が経過したか否かを監視する。第 1 所定時間は尿素水の噴射が停止された時点から SCR 触媒 44 内にアンモニアが残存しなくなるまでの時間よりも僅かに長い時間に設定されている。

【0101】

40

そして、尿素水の噴射が停止されてから第 1 所定時間が経過すると、CPU はステップ 930 にて「Yes」と判定してステップ 940 に進み、下流側空燃比センサ 66 の出力値 AFD を基準値 AFD_{std} として取得（格納）する。基準値 AFD_{std} は、便宜上、「第 1 出力値 $AF1$ 」とも称呼される。その後、CPU はステップ 995 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0102】

更に、CPU は図 10 に示した「アンモニア量関連値フィードバック制御ルーチン」を所定時間の経過毎に繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU は図 10 のステップ 1000 から処理を開始してステップ 1010 に進み、現時点が「図 9 のルーチンの処理によって尿素水の噴射が停止されていないか否か」を判

50

定する。

【0103】

このとき、尿素水の噴射が停止されている最中であると、CPUはステップ1010にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。これに対し、現時点において尿素水の噴射が停止されていなければ、CPUはステップ1010にて「Yes」と判定してステップ1020に進み、下流側空燃比センサ66の出力値AFDを取得する。このステップ1020にて取得される出力値AFDは、便宜上、「第2出力値AF2」とも称呼される。

【0104】

次に、CPUはステップ1030に進み、「図9のステップ940の処理により取得されている基準値AFDstd（第1出力値AF1）」から「上記ステップ1020にて取得した出力値AFD（第2出力値AF2）」を減じることにより、差 ΔAF （ $=AFDstd - AFD = AF1 - AF2$ ）を取得する。この差 ΔAF は、下流側空燃比センサ出力値減少量とも称呼される。

【0105】

次いで、CPUはステップ1040に進み、差 ΔAF が0より大きいかな否かを判定する。換言すると、CPUは、出力値AFDが基準値AFDstdよりも小さいかな否かを判定する。差 ΔAF が正の値であるとき（即ち、出力値AFDが基準値AFDstdよりも小さいとき）、上述したように、アンモニアがSCR触媒44から流出していると考えられる。そこで、CPUはステップ1040にて「Yes」と判定してステップ1050に進み、差 ΔAF を「図8及びステップ1050のブロック内に示したテーブルMapDNH3（ ΔAF ）」に適用することにより「アンモニアの濃度DNH₃」を取得する。

【0106】

次に、CPUはステップ1060に進み、その時点における尿素水の供給量（添加剤の供給量）Aを更新する。具体的に述べると、CPUは「その時点の尿素水の供給量A」から「アンモニアの濃度DNH₃に係数kを乗じた値（ $k \cdot DNH_3$ ）」を減じた値を新たな尿素水供給量Aとして格納する。なお、kは一定値であってもよく、吸入空気量Ga又はアクセルペダル操作量Accpが大きくなるにつれて大きくなる値であってもよい。

【0107】

次に、CPUはステップ1070に進み、尿素水噴射量URInjに尿素水供給量Aを設定する。その後、CPUはステップ1080に進み、尿素水噴射弁55から尿素水噴射量URInjの尿素水が噴射されるように、尿素水噴射弁55に指示信号を送出する。その後、CPUはステップ1095にて本ルーチンを一旦終了する。

【0108】

一方、CPUがステップ1040の処理を実行する際、差 ΔAF が「0」以下であると（即ち、出力値AFDが基準値AFDstd以上であるとき）、アンモニアはSCR触媒44から流出していないと考えられる。換言すると、尿素水の供給量が不足し、SCR触媒に添加されるアンモニアの量が不足していると考えられる。

【0109】

そこで、この場合、CPUはステップ1040にて「No」と判定してステップ1090に進み、「その時点の尿素水の供給量A」に「微小な正の一定値 Δa 」を加えた値を「新たな尿素水供給量A」として格納する。その後、CPUはステップ1070及びステップ1080の処理を実行する。この結果、アンモニア・スリップが発生していない場合には、図10のルーチンが実行される毎に尿素水の供給量が次第に増加させられる。

【0110】

以上、説明したように、第1排気浄化装置は、

「機関10から排出された排気に含まれる窒素酸化物がSCR触媒44により浄化されていない状態にある排気」に含まれる「酸素」の濃度に応じて変化する値、即ち、第1出力値AF1（基準値AFDstd）を取得する第1出力値取得手段（図9のステップ940を参照。）を備える。

10

20

30

40

50

【0111】

換言すると、前記第1出力値取得手段は、添加剤供給手段（尿素水供給装置50、尿素水噴射弁55）が添加剤（尿素水）を供給していない状態における「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」である「第1出力値AF1（基準値AFDstd）」を取得するように構成されている。なお、値 Δa は一定値であってもよく、吸入空気量Ga又はアクセルペダル操作量Accpが大きくなるにつれて大きくなる値であってもよい。

【0112】

加えて、第1排気浄化装置は、

前記添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態における「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」に基づく値である「第2出力値AF2」を取得する第2出力値取得手段（図10のステップ1020を参照。）を備える。

10

【0113】

即ち、第2出力値取得手段は、

添加剤供給手段が添加剤を供給している状態における「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」である第2出力値AF2を取得するように構成されている。

【0114】

更に、第1排気浄化装置は、

「前記第1出力値AF1と前記第2出力値AF2との差 ΔAF 」に基づいて、SCR触媒44から流出するアンモニアの量に関連するアンモニア量関連値（アンモニア濃度）を取得する「アンモニア量関連値取得手段」（図10のステップ1040の判定結果、及び、ステップ1050を参照。）と、

20

その取得されたアンモニア量関連値に基づいて、添加剤（尿素水）の供給量Aを決定するとともに、決定した供給量Aの添加剤（尿素水）を供給する指示を、添加剤供給手段に送出する添加剤供給量制御手段（ステップ1060～ステップ1090を参照。）と、

を備える。

【0115】

加えて、その添加剤供給量制御手段は、第1所定条件が成立したとき（図9のステップ910を参照。）、前記第1出力値取得手段に前記第1出力値AF1を取得させる（ステップ940の処理を実行させる）ために、添加剤（尿素水）の供給を停止する指示を添加剤供給手段に送出するように構成されている（ステップ920を参照。）。

30

【0116】

前述したように、第1出力値と第2出力値との差 ΔAF は、SCR触媒44から流出するアンモニアの量に関連する値（アンモニア濃度）に応じて変化する。従って、第1排気浄化装置は、高価なNOxセンサ63をSCR触媒44の下流に設ける代わりに、安価な下流側空燃比センサ66を使用することによってアンモニア量関連値を求めることができる。従って、安価な排気浄化装置が提供される。

【0117】

なお、第1排気浄化装置は、エアフローメータ61、NOxセンサ63、上流側空燃比センサ64及び排気温度センサ65を備えているが、これらのセンサのうちの少なくとも一つは適宜省略してもよい。

40

【0118】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置（以下、単に「第2排気浄化装置」とも称呼する。）について説明する。第2排気浄化装置は、電気制御装置70のCPUが「図9及び図10」に代わる「図11のフローチャートにより示したルーチン」を実行する点において第1排気浄化装置と相違している。従って、以下、この相違点を中心に説明する。なお、図11において図10に示したステップと同一の処理を行うためのステップには、図10のそのようなステップに付された符号と同一の符号が付されている。これらのステップについての詳細な説明は適宜省略される。

【0119】

50

CPUは所定時間の経過毎に図11に示したルーチンを繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図11のステップ1100から処理を開始し、以下に述べるステップ1110乃至ステップ1130の処理を実行する。

【0120】

ステップ1110：CPUは上流側空燃比センサ64の出力値AFUを取得する。上流側空燃比センサ64に到達している排気は、「排気に含まれる窒素酸化物がSCR触媒44により浄化されていない状態にある排気」である。従って、出力値AFUは、そのような排気の酸素濃度に応じて変化する値である。即ち、ステップ1110にて取得される出力値AFUは、上記基準値AFDstd及び上記第1出力値AF1に相当する値である。

【0121】

ステップ1120：CPUは下流側空燃比センサ66の出力値AFDを取得する。後述するように、第2排気浄化装置においては、尿素水は常に供給されている。従って、下流側空燃比センサ66には、SCR触媒44に尿素水が供給されている状態にてSCR触媒44を通過した排気が到達している。従って、このステップ1120にて取得される出力値AFDは、上述した第2出力値である。

ステップ1130：CPUは「取得した出力値AFU」と「取得した出力値AFD」との差 $\Delta AF (= AFU - AFD)$ を算出する。

【0122】

上述したように、酸素の濃度が所定の濃度でありアンモニアを含んでいないガスに対する下流側空燃比センサ66の出力値AFDは、同じガスに対する上流側空燃比センサ64の出力値AFUと同一になるように設計されている。従って、SCR触媒44からアンモニアが流出していないとき、出力値AFDと出力値AFUとは等しくなる。これに対し、SCR触媒44からアンモニアが流出していると、出力値AFDはそのアンモニアの濃度に応じて減少する。即ち、差 $\Delta AF (= AFU - AFD)$ は正の値であって、アンモニアの濃度が大きいほど大きくなる。

【0123】

このような観点に基き、CPUはステップ1130に続くステップ1140にて、差 ΔAF が0より大きいかな否かを判定する。そして、差 ΔAF が0より大きければ、CPUはステップ1140にて「Yes」と判定してステップ1050に進み、差 ΔAF を「テーブルMapDNH3 (ΔAF)」に適用することにより「アンモニアの濃度DNH₃」を取得する。

【0124】

次に、CPUはステップ1060に進み、「その時点の尿素水の供給量A」から「アンモニアの濃度DNH₃に係数kを乗じた値($k \cdot DNH_3$)」を減じた値を「新たな尿素水供給量A」として格納する。

【0125】

次に、CPUはステップ1070に進み、尿素水噴射量URInjに尿素水供給量Aを設定する。その後、CPUはステップ1080に進み、尿素水噴射弁55から尿素水噴射量URInjの尿素水が噴射されるように、尿素水噴射弁55に指示信号を送出する。その後、CPUはステップ1095にて本ルーチンを一旦終了する。

【0126】

一方、CPUがステップ1140の処理を実行する際、差 ΔAF が「0」以下であると（即ち、出力値AFDが出力値AFU以上であるとき）、アンモニアはSCR触媒44から流出していないと考えられる。換言すると、尿素水の供給量が不足し、SCR触媒44に添加されるアンモニアの量が不足していると考えられる。

【0127】

そこで、この場合、CPUはステップ1140にて「No」と判定してステップ1090に進み、「その時点の尿素水の供給量A」に「微小な正の一定値 Δa 」を加えた値を「新たな尿素水供給量A」として格納する。その後、CPUはステップ1070及びステップ1080の処理を実行する。この結果、アンモニア・スリップが発生していない場合に

10

20

30

40

50

は、図 11 のルーチンが実行される毎に尿素水の供給量が次第に増加させられる。

【0128】

以上、説明したように、第 2 排気浄化装置は、

「排気に含まれる窒素酸化物が SCR 触媒 44 により浄化されていない状態にある排気」に含まれる「酸素」の濃度に応じて変化する値（上流側空燃比センサの出力値 AFU に基づく値であり、この場合、出力値 AFU そのもの）、即ち、第 1 出力値 AF1 を取得する第 1 出力値取得手段（図 11 のステップ 1110）と、

尿素水が供給されている状態における下流側空燃比センサの出力値（出力値 AFD）に基づく値である「第 2 出力値 AF2」を取得する第 2 出力値取得手段（ステップ 1120）と、

10

前記第 1 出力値 AF1 と前記第 2 出力値 AF2 との差 ΔAF に基いてアンモニア量関連値（アンモニア濃度）を取得するアンモニア量関連値取得手段（図 11 のステップ 1140 の判定結果、及び、ステップ 1050 を参照。）と、

前記取得されたアンモニア量関連値（アンモニア濃度）に基いて添加剤（尿素水）の供給量 A を決定する（図 11 の「ステップ 1060 及びステップ 1090」を参照。）とともに、「その決定した供給量 A の添加剤（尿素水）」を供給する指示を、添加剤供給手段に送出する添加剤供給量制御手段（図 11 の「ステップ 1070 及びステップ 1080」を参照。）と、

を備える。

【0129】

20

上流側空燃比センサ 64 の拡散抵抗層 64d の外表面には、「排気に含まれる窒素酸化物が SCR 触媒 44 により浄化されていない状態にある排気」が常に到達している。従って、「上流側空燃比センサの出力値 ADU に基づく値」を、上述した第 1 排気浄化装置が使用する基準値 AFDstd に相当する「第 1 出力値」として取得すれば、第 1 出力値を取得するために尿素水（添加剤）の供給を停止する必要がない。従って、第 2 排気浄化装置は、「尿素水から生成されるアンモニア」を「SCR 触媒 44」に常に供給することができるので、窒素酸化物を浄化しながら尿素水の量を適切に制御することができる。

【0130】

< 第 3 実施形態 >

次に、本発明の第 3 実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置（以下、単に「第 3 排気浄化装置」とも称呼する。）について説明する。第 3 排気浄化装置は、第 2 排気浄化装置と同様、上流側空燃比センサ 64 の出力値 AFU と、下流側空燃比センサ 66 の出力値 AFD と、を用いてアンモニア量関連値を取得する。但し、第 3 排気浄化装置は、上流側空燃比センサ 64 の出力特性と下流側空燃比センサ 66 の出力特性の相違を補償する。

30

【0131】

第 3 排気浄化装置は、電気制御装置 70 の CPU が「図 9 及び図 10」に代わる「図 12 及び図 13」のフローチャートにより示したルーチンを実行する点において第 1 排気浄化装置と相違している。従って、以下、この相違点を中心に説明する。なお、図 13 において図 10 に示したステップと同一の処理を行うためのステップには、図 10 のそのようなステップに付された符号と同一の符号が付されている。これらのステップについての詳細な説明は適宜省略される。

40

【0132】

CPU は所定時間の経過毎に図 12 に示した「補正係数取得ルーチン」を繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPU は図 12 ステップ 1200 から処理を開始し、ステップ 1210 にて補正係数 α を更新する条件（補正係数更新条件）が成立したか否かを判定する。この補正係数更新条件は、便宜上「第 2 所定条件」とも称呼される。本例における補正係数更新条件は、補正係数 α を前回更新した時点から一定の時間が経過したことである。補正係数更新条件はこれに限定されることはなく、上記第 1 条件と同様の条件、或いは、他の条件（例えば、機関の始動後に上流側空燃比センサ 64 及び下流側空燃比センサ 66 の両者が初めて活性化した時点等）であってもよい

50

。

【0133】

いま、補正係数更新条件が成立したと仮定する。この場合、CPUはステップ1210にて「Yes」と判定してステップ1220に進み、補正係数更新中フラグXCRの値を「1」に設定する。補正係数更新中フラグXCRは、その値が「1」であるとき補正係数 α を更新するための制御（尿素水噴射停止）を実行していることを示し、その値が「0」であるとき補正係数 α を更新するための制御を実行していないことを示す。なお、補正係数更新中フラグXCRの値は、図示しないイグニッション・キー・スイッチがオフからオンへと変更された際に「1」又は「0」に設定されるようになっている。

【0134】

次いで、CPUはステップ1230に進み、尿素水の噴射（供給）を停止する。即ち、尿素水噴射量URInjを「0」に設定し、尿素水噴射弁55への噴射指示信号の送出を停止する。

【0135】

次いで、CPUはステップ1240に進み、補正係数更新中フラグXCRの値が「0」から「1」に変化した時点（以下、「フラグ変化時点」と称呼する。）から第2所定時間が経過したか否かを判定する。第2所定時間は尿素水の噴射が停止された時点からSCR触媒44内にアンモニアが残存しなくなるまでの時間よりも僅かに長い時間に設定されている。

【0136】

現時点は、ステップ1220にて、補正係数更新中フラグXCRの値が「1」に設定された直後である。従って、CPUはステップ1240にて「No」と判定し、ステップ1295に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0137】

一方、CPUは所定時間の経過毎に図13に示した「アンモニア量関連値フィードバック制御ルーチン」を所定時間の経過毎に繰り返し実行するようになっている。従って、所定のタイミングになると、CPUは図13のステップ1300から処理を開始してステップ1310に進み、補正係数更新中フラグXCRの値が「0」であるか否かを判定する。現時点において、補正係数更新中フラグXCRの値は「1」である。従って、CPUはステップ1310にて「No」と判定し、ステップ1395に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0138】

以降においても、CPUは図12のルーチンを所定時間の経過毎に繰り返し実行する。いま、補正係数更新条件が継続して成立していると仮定する。この場合、フラグ変化時点から第2所定時間が経過する時点までの間、CPUはステップ1200乃至ステップ1230の処理を実行してステップ1240に進み、ステップ1240にて「No」と判定して本ルーチンを一旦終了する。

【0139】

そして、フラグ変化時点から第2所定時間が経過した時点の直後において、CPUが図12のステップ1200から処理を開始すると、CPUは「ステップ1210乃至ステップ1230」に続くステップ1240にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ1250乃至ステップ1290の処理を実行する。

【0140】

ステップ1250：CPUは上流側空燃比センサ64の出力値AFUを取得する。上流側空燃比センサ64に到達している排気は、「排気に含まれる窒素酸化物がSCR触媒44により浄化されていない状態にある排気」である。従って、出力値AFUは、そのような排気の酸素濃度に応じて変化する値である。更に、このステップ1250にて取得される出力値AFUは、「添加剤（尿素水）を供給していない所定の時点」における上流側空燃比センサ64の出力値であり、便宜上、「上流側補正用出力値」とも称呼される。

【0141】

ステップ1260：CPUは下流側空燃比センサ66の出力値AFDを取得する。この場合、尿素水は供給されていない。従って、下流側被検出ガスも、「排気に含まれる窒素酸化物がSCR触媒44により浄化されていない状態にある排気」である。換言すると、下流側被検出ガスは、上流側空燃比センサ64が検出している酸素濃度と同じ酸素濃度を有するガスであって、アンモニアを含まないガスである。このステップ1260にて取得される出力値AFDは、「添加剤（尿素水）を供給していない所定の時点」における下流側空燃比センサ66の出力値であり、便宜上、「下流側補正用出力値」とも称呼される。

【0142】

ステップ1270：CPUは「取得した出力値AFU（上流側補正用出力値）」を「取得した出力値AFD（下流側補正用出力値）」によって除することにより、補正係数 α （ $=AFU/AFD$ ）を算出する（図14を参照。）。

10

ステップ1280：CPUは補正係数更新中フラグXCRの値を「0」に設定する。

【0143】

ステップ1290：CPUは尿素水の供給量Aに初期値Aint「0」を格納する。初期値Aintは一定値であってもよく、吸入空気量Gaに「NOxセンサ63が検出している窒素酸化物濃度DNOx」を乗じることにより求められる推定窒素酸化物量に応じた値であってもよい。即ち、初期値Aintは、「推定窒素酸化物量の窒素酸化物」を還元するために必要な量の「アンモニア」を生成することができる「尿素水の量」に設定することもできる。

【0144】

20

ところで、上流側空燃比センサ64及び下流側空燃比センサ66等の空燃比センサの出力値は、その空燃比センサの「出力特性のばらつき及び温度等」に依存して変動する。従って、SCR触媒44の下流にアンモニアが流出していない場合であっても、下流側空燃比センサ66の出力値AFDと上流側空燃比センサの出力値AFUとが一致するとは限らない。それ故、「上流側空燃比センサ64により得られる出力値AFU」と「下流側空燃比センサ66により得られる出力値AFD」との差 ΔAF に基づいて「アンモニア量関連値DNH₃」を単純に取得した場合、そのアンモニア量関連値の精度が良好でない虞がある。

【0145】

そこで、本排気浄化装置は、上記補正係数 α を用いて「尿素水が供給されている状態における出力値AFD」を補正する。これにより、空燃比センサ間（上流側空燃比センサ64と下流側空燃比センサ66との間）の出力特性の相違（活性度の相違を含む）が、差 ΔAF に影響を及ぼし難くなる。即ち、差 ΔAF がアンモニア濃度に対して不正確となることを回避することができる。従って、アンモニア量関連値（アンモニア濃度）がより正確に求められる。係る観点に立ち、CPUは図13のステップ1320以降の処理を行う。

30

【0146】

即ち、図12のステップ1280において補正係数更新中フラグXCRの値が「0」に戻された後、CPUが図13に示したルーチンの処理をステップ1300から開始すると、CPUはステップ1310にて「Yes」と判定し、以下に述べるステップ1320乃至ステップ1350の処理を順に行う。

40

【0147】

ステップ1320：CPUは上流側空燃比センサ64の出力値AFUを取得する。上流側空燃比センサ64に到達している排気は、「排気に含まれる窒素酸化物がSCR触媒44により浄化されていない状態にある排気」である。従って、出力値AFUは、そのような排気の酸素濃度に応じて変化する値である。即ち、ステップ1320にて取得される出力値AFUは、上記基準値AFDstd及び上記第1出力値に相当する値である。

【0148】

ステップ1330：CPUは下流側空燃比センサ66の出力値AFDを取得する。この時点において、尿素水は噴射されていない。しかしながら、補正係数更新中フラグXCRの値が「0」であるとき、後述するステップ1080により尿素水は噴射される。このと

50

き、下流側空燃比センサ66には、SCR触媒44に尿素水が供給されている状態にてSCR触媒44を通過した排気が到達している。従って、このステップ1330にて取得される「出力値AFDに基づく値」は「上述した第2出力値」となる（後述するステップ1340を参照。）。

【0149】

ステップ1340：CPUは「取得した出力値AFD」に補正係数 α を乗じることにより、補正後出力値AFDc（ $=\alpha \cdot AFD$ ）を算出する（図14を参照。）。この補正後出力値AFDcが第2出力値に相当する。補正係数 α は、上述したように、上流側出力補正值及び下流側補正用出力値に基づく値である。よって、このステップ1340において、出力値AFDが「上流側出力補正值及び下流側補正用出力値」に基づいて補正されたことになる。

10

【0150】

ステップ1350：CPUは「取得した出力値AFU（第1出力値AF1）」と「取得した補正後出力値AFDc（第2出力値AF2）」との差 ΔAF （ $=AFU - AFDc$ ）を算出する。この差 ΔAF は、上述した理由から明らかなように、上流側空燃比センサ64の出力特性と下流側空燃比センサ66出力特性との相違に基く誤差を含まないか又はその誤差が極めて小さい値となっている。

【0151】

次いで、CPUはステップ1360に進み、差 ΔAF が0より大きいかな否かを判定する。そして、差 ΔAF が0より大きければ、CPUはステップ1360にて「Yes」と判定してステップ1050に進み、差 ΔAF をMapDNH3（ ΔAF ）に適用することにより「アンモニアの濃度DNH₃」を取得する。

20

【0152】

次に、CPUはステップ1060に進み、「その時点の尿素水の供給量A」から「アンモニアの濃度DNH₃に係数kを乗じた値（ $k \cdot DNH_3$ ）」を減じた値を「新たな尿素水供給量A」として格納する。

【0153】

次に、CPUはステップ1070に進み、尿素水噴射量URInjに尿素水供給量Aを設定する。その後、CPUはステップ1080に進み、尿素水噴射弁55から尿素水噴射量URInjの尿素水が噴射されるように、尿素水噴射弁55に指示信号を送出する。その後、CPUはステップ1395にて本ルーチンを一旦終了する。

30

【0154】

一方、CPUがステップ1360の処理を実行する際、差 ΔAF が「0」以下であると、CPUはステップ1360にて「No」と判定してステップ1090に進み、「その時点の尿素水の供給量A」に「微小な正の一定値 Δa 」を加えた値を「新たな尿素水供給量A」として格納する。その後、CPUはステップ1070及びステップ1080の処理を実行する。この結果、アンモニア・スリップが発生していない場合には、図13のルーチンが実行される毎に尿素水の供給量が次第に増加させられる。

【0155】

なお、CPUは、図12のステップ1210にて「No」と判定した場合、ステップ1292に進んで「補正係数更新中フラグXCRの値が「1」であるか否か」を判定する。そして、CPUは、補正係数更新中フラグXCRの値が「1」であるとき、ステップ1292にて「Yes」と判定してステップ1240に進む。これに対し、CPUは、正係数更新中フラグXCRの値が「1」でないとき、ステップ1292にて「No」と判定してステップ1295に直接進み、図12に示したルーチンを一旦終了する。

40

【0156】

以上、説明したように、第3排気浄化装置は、第1出力値取得手段、第2出力値取得手段及び添加剤供給量制御手段等を備える。

【0157】

前記第1出力値取得手段は、上流側空燃比センサの出力値AFUを前記第1出力値AF

50

1として取得するように構成されている（図13のステップ1320を参照。）。

【0158】

前記第2出力値取得手段は、「添加剤が供給されていない所定の時点」における「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」である「下流側補正用出力値」を取得する（図12のステップ1260を参照。）。更に、前記第2出力値取得手段は、その「添加剤が供給されていない所定の時点」における「上流側空燃比センサ64の出力値AFU」である「上流側補正用出力値」を取得する（図12のステップ1250を参照。）。

【0159】

加えて、前記第2出力値取得手段は、「添加剤供給手段が添加剤を供給している状態」における「下流側空燃比センサの出力値AFD」を、「下流側補正用出力値と上流側補正用出力値とに基づく補正係数 α 」により補正し、その補正した値（補正後出力値AFDc）を「前記第2出力値AF2」として取得する（図12のステップ1270、図13の「ステップ1330及びステップ1340」を参照。）。そして、このように求められた第1出力値AF1と第2出力値AF2との差 ΔAF に基づいてアンモニア量関連値が求められる（ステップ1360及びステップ1050等を参照。）。

【0160】

また、前記添加剤供給量制御手段は、

第2所定条件（補正係数更新条件）が成立したとき（ステップ1210を参照。）、前記第2出力値取得手段に「前記上流側補正用出力値を取得させ（ステップ1250を参照。）」且つ「前記第2出力値取得手段に前記下流側補正用出力値を取得させる（ステップ1260を参照。）」ために、前記添加剤の供給を停止する指示を前記添加剤供給手段に送出するように構成されている（図12の「ステップ1220及びステップ1230」を参照。）。

【0161】

この結果、尿素水噴射時における「前記第2出力値AF2」である補正後出力値AFDcは、あたかも上流側空燃比センサ64と同じ出力特性を有する下流側空燃比センサ66により取得された値となる。この結果、上流側空燃比センサ64の出力特性と下流側空燃比センサ66の出力特性の相違が補償されるので、第1出力値AF1及び第2出力値AF2（それらの差 ΔAF ）に基づいて取得される「アンモニア量関連値」の精度が悪化することを回避することができる。

【0162】

<第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態に係る内燃機関の排気浄化装置（以下、単に「第4排気浄化装置」とも称呼する。）について説明する。第4排気浄化装置は、第3排気浄化装置と同様、上流側空燃比センサ64の出力値AFUと、下流側空燃比センサ66の出力値AFDと、を用いてアンモニア量関連値を取得する。但し、第4排気浄化装置は、第3排気浄化装置とは異なる補正係数を用いることにより、上流側空燃比センサ64の出力特性と下流側空燃比センサ66の出力特性の相違を補償する。

【0163】

第3排気浄化装置は、電気制御装置70のCPUが「図9及び図10」に代わる「図15及び図16」のフローチャートにより示したルーチンを実行する点において第1排気浄化装置と相違している。従って、以下、この相違点を中心に説明する。なお、図15及び図16において「既に他の図を参照しながら説明されたステップ」と同一の処理を行うためのステップには、そのような他の図におけるステップに付された符号と同一の符号が付されている。これらのステップについての詳細な説明は適宜省略される。

【0164】

CPUは所定時間の経過毎に図15に示した「補正係数取得ルーチン」を繰り返し実行するようになっている。図15に示したルーチンは、図12に示したルーチンに対し、「図12のステップ1210及びステップ1270」が「図15のステップ1510及びステップ1520」にそれぞれ置換された点のみにおいて相違している。従って、以下、こ

の相違点を中心として説明を加える。

【0165】

CPUは、ステップ1510にて補正係数 β を更新する条件（補正係数更新条件）が成立したか否かを判定する。この補正係数更新条件は、便宜上「第3所定条件」とも称呼される。本例における補正係数更新条件は、補正係数 β を前回更新した時点から一定の時間が経過したことである。この補正係数更新条件はこれに限定されることはなく、上記第1条件又は上記第2条件と同様の条件、或いは、他の条件（例えば、機関の始動後に上流側空燃比センサ64及び下流側空燃比センサ66の両者が初めて活性化した時点等）であってもよい。

【0166】

いま、補正係数更新条件が成立していると仮定する。この場合、CPUはステップ1510にて「Yes」と判定し、ステップ1220にて補正係数更新中フラグXCRの値を「1」に設定する。更に、CPUは、ステップ1230にて尿素水の噴射（供給）を停止する。

【0167】

次いで、CPUはステップ1240にて「フラグ変化時点」から第2所定時間が経過したか否かを判定する。そして、フラグ変化時点から第2所定時間が経過すると、CPUは「ステップ1210乃至ステップ1230」に続くステップ1240にて「Yes」と判定し、「上流側空燃比センサ64の出力値AFU」を「上流側補正用出力値」として取得する（ステップ1250）。更に、CPUは、「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」を「下流側補正用出力値」として取得する（ステップ1260）。

【0168】

次に、CPUはステップ1520に進み、「取得した出力値AFD（下流側補正用出力値）」を「取得した出力値AFU（上流側補正用出力値）」によって除することにより、補正係数 β （ $=AFD/AFU=1/\alpha$ ）を算出する。その後、CPUは補正係数更新中フラグXCRの値を「0」に設定し（ステップ1280）、尿素水の供給量Aに初期値Aint「0」に設定して（ステップ1290）、本ルーチンを一旦終了する。

【0169】

本排気浄化装置は、上記補正係数 β を用いて「尿素水が供給されている状態における出力値AFU」を補正する。これにより、空燃比センサ間（上流側空燃比センサ64と下流側空燃比センサ66との間）の出力特性の相違（活性度の相違を含む）が、差 ΔAF に影響を及ぼし難くなる。

【0170】

即ち、CPUは、図16のステップ1310に続くステップ1320にて「上流側空燃比センサ64の出力値AFU」を取得し、ステップ1330にて「下流側空燃比センサ66の出力値AFD」を第2出力値AF2として取得する。

【0171】

次いで、CPUはステップ1610にて、「取得した出力値AFU」に補正係数 β を乗じることにより、補正後出力値AFUc（ $=\beta \cdot AFU$ ）を算出する。この補正後出力値AFUcが第1出力値AF1に相当する。補正係数 β は、上流側出力補正值及び下流側補正用出力値に基づく値である。よって、このステップ1610において、出力値AFUが「上流側出力補正值及び下流側補正用出力値」に基づいて補正されたことになる。

【0172】

そして、CPUは「取得した補正後出力値AFUc（第1出力値AF1）」と「取得した出力値AFD（第2出力値AF2）」との差 ΔAF （ $=AFUc - AFD = AF1 - AF2$ ）を算出する。この差 ΔAF は、上述した理由から明らかなように、上流側空燃比センサ64の出力特性と下流側空燃比センサ66出力特性との相違に基く誤差を含まないか又はその誤差が極めて小さい値となっている。

【0173】

次いで、CPUはステップ1360以降に進み、差 ΔAF が0より大きい場合、「アン

10

20

30

40

50

モニアの濃度 D_{NH_3} 」を取得する（ステップ1050）とともに、尿素水供給量 A （尿素水噴射量 U_{RInj} ）を決定し、その量 A の尿素水が尿素水噴射弁55から噴射されるように、尿素水噴射弁55に指示信号を送出する（ステップ1060～ステップ1080）。その後、CPUはステップ1395にて本ルーチンを一旦終了する。一方、差 ΔAF が0以下の場合、CPUは尿素水供給量 A を所定値 Δa だけ増大し（ステップ1090）、その増大した尿素水供給量 A の尿素水が尿素水噴射弁55から噴射されるように、尿素水噴射弁55に指示信号を送出する（ステップ1070及びステップ1080）。

【0174】

以上、説明したように、第4排気浄化装置は、第1出力値取得手段、第2出力値取得手段及び添加剤供給量制御手段等を備える。

【0175】

前記第2出力値取得手段は、「添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「下流側空燃比センサの出力値 AFD 」を「前記第2出力値」として取得する（図16のステップ1330を参照。）。

【0176】

一方、前記第1出力値取得手段は、「添加剤が供給されていない所定の時点」において、「上流側空燃比センサ64の出力値 AFU 」である「上流側補正用出力値」を取得する（図15のステップ1250）。更に、前記第1出力値取得手段は、その「添加剤が供給されていない所定の時点」において、「下流側空燃比センサ66の出力値 AFD 」である「下流側補正用出力値」を取得する（図15のステップ1260）。

【0177】

加えて、前記第1出力値取得手段は、

「添加剤供給手段が前記添加剤を供給している状態」における「上流側空燃比センサ64の出力値 AFU 」を「上流側補正用出力値と下流側補正用出力値とに基づく補正係数 β 」により補正し、その補正した値（補正後出力値 $AFUc$ ）を「前記第1出力値」として取得する（ステップ1610を参照。）。そして、このように求められた第1出力値と第2出力値との差 ΔAF に基づいてアンモニア量関連値が求められる（図16の「ステップ1360及びステップ1050」等を参照。）。

【0178】

また、前記添加剤供給量制御手段は、

第3所定条件（補正係数更新条件）が成立したとき（図15のステップ1510を参照。）、前記第1出力値取得手段に前記上流側補正用出力値を取得させ（ステップ1250を参照。）且つ前記第1出力値取得手段に前記下流側補正用出力値を取得させる（ステップ1260を参照。）ために、「前記添加剤の供給を停止する指示」を「前記添加剤供給手段に送出的る」ように構成されている（図15の「ステップ1220及びステップ1230」を参照。）。

【0179】

この結果、尿素水噴射時における「前記第1出力値」である補正後出力値 $AFUc$ は、あたかも下流側空燃比センサ66と同じ出力特性を有する上流側空燃比センサ64により取得された値となる。よって、上流側空燃比センサ64の出力特性と下流側空燃比センサ66の出力特性の相違が補償されるので、第1出力値及び第2出力値（それらの差 ΔAF ）に基づいて取得される「アンモニア量関連値」の精度が悪化することを回避することができる。

【0180】

<下流側空燃比センサの第1変形例>

次に、本発明の各実施形態に使用される下流側空燃比センサ66の第1変形例について説明する。前述したように、下流側空燃比センサ66は、拡散抵抗層66dを通過して排気側電極層66bに到達したガスの「排気側電極層66bにおける酸素の濃度（酸素分圧）」に応じて変化する出力値 AFD を出力するようになっている。また、下流側被検出ガスに酸素及びアンモニアが含まれていると、「拡散速度の大きいアンモニア」のほうが「

10

20

30

40

50

拡散速度の小さい酸素」よりも優先的に排気側電極層 66b に到達する。但し、一般の空燃比センサ（例えば、上流側空燃比センサ 64）においては、図 17 に破線 L1 により示したように、拡散抵抗層 66d の細孔径が「酸素分子が通過しやすい径（ XO_2 ）」となるように適合されている。

【0181】

これに対し、第 1 変形例の下流側空燃比センサは、図 17 の実線 L2 により示したように、拡散抵抗層 66d の細孔径が「アンモニア分子が通過しやすい径（ NH_3 ）」となるように適合されている。この場合、 $\text{XO}_2 > \text{XNH}_3$ である。

【0182】

前述したように、拡散抵抗層（拡散律速層）は、「セラミック粒子」及び「セラミック粒子間に形成された細孔」を有する多孔質層である。よって、酸素分子及びアンモニア分子等のガス分子は、セラミック粒子に衝突しながら細孔を通過して行く。従って、拡散抵抗層の細孔径が「アンモニア分子が通過しやすい径（ NH_3 ）」となるように適合されれば、酸素分子の上記平均移動距離は、アンモニア分子の上記平均移動距離よりも大きくなる。この結果、第 1 変形例に係る下流側空燃比センサは、上流側空燃比センサ 64 及び下流側空燃比センサ 66 に比較して、アンモニアに対する感度がより高い空燃比センサとなる。

【0183】

図 18 のグラフにおいて、破線 C1 は上流側空燃比センサ 64 の拡散抵抗層と同じ拡散抵抗層を有する下流側空燃比センサ（即ち、拡散抵抗層 66d の細孔径が「酸素分子が通過しやすい径（ XO_2 ）」となるように適合されている空燃比センサ）の特性を表し、実線 C2 は第 1 変形例の下流側空燃比センサの特性を表している。図 18 から明らかなように、第 1 変形例に係る下流側空燃比センサは、上流側空燃比センサ 64 よりも、同じアンモニア濃度に対する「上述した差 ΔAF 」が大きくなっている。

【0184】

換言すると、第 1 変形例に係る下流側空燃比センサは、下流側空燃比センサ 66 及び上流側空燃比センサ 64 の何れよりもアンモニアに対する感度が高い空燃比センサとなっている。従って、上記各実施形態に係る排気浄化装置は、このような下流側空燃比センサを用いることにより「アンモニア量関連値」をより精度良く取得することができる。

【0185】

<下流側空燃比センサの第 2 変形例>

次に、本発明の各実施形態に使用される下流側空燃比センサ 66 の第 2 変形例について、図 19 を参照しながら説明する。この第 2 変形例に係る下流側空燃比センサ 68 は、下流側空燃比センサ 66 の拡散抵抗層 66d を拡散抵抗層 68d に置換した点のみにおいて、下流側空燃比センサ 66 と相違している。従って、以下、この相違点を中心として説明を加える。

【0186】

図 19 の (A) は下流側空燃比センサ 66 及び上流側空燃比センサ 64 の部分断面図であり、図 19 の (B) は下流側空燃比センサ 68 の部分断面図である。図 19 の (A) 及び (B) から理解されるように、拡散抵抗層 68d の厚さ t_2 は、拡散抵抗層 66d (64d) の厚さ t_1 よりも大きくなっている。

【0187】

このような構成により、酸素分子の上記平均移動距離とアンモニア分子の上記平均移動距離との差は一層大きくなる。この結果、第 2 変形例に係る下流側空燃比センサ 68 は、上流側空燃比センサ 64 及び下流側空燃比センサ 66 に比較して、アンモニアに対する感度がより高い空燃比センサとなる。従って、上記各実施形態に係る排気浄化装置は、このような下流側空燃比センサ 68 を用いることにより「アンモニア量関連値」をより精度良く取得することができる。

【0188】

なお、第 1 変形例の下流側空燃比センサに採用した「拡散抵抗層の細孔径をアンモニア

10

20

30

40

50

分子の径に適合させること」と、第2変形例の下流側空燃比センサに採用した「拡散抵抗層の膜厚化」と、の両者を組み合わせた下流側空燃比センサを、本発明による排気浄化装置に採用してもよい。これによれば、下流側空燃比センサのアンモニアに対する感度が一層向上するので、排気浄化装置は「アンモニア量関連値」をより一層精度良く取得することができる。

【0189】

また、このように、互いに拡散抵抗層が相違する上流側空燃比センサ64と下流側空燃比センサとを用いる場合、上述した「第1排気浄化装置、第3排気浄化装置及び第4排気浄化装置」を用いることが望ましい。

【0190】

上述した第1変形例及び第2変形例に係る下流側空燃比センサは、距離L1～L4を以下のように定義することにより、以下のような特徴を有することができる。

【0191】

第1移動距離L1は、第1及び第2変形例に係る下流側空燃比センサの拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値（平均移動距離）である。

第2移動距離L2は、第1及び第2変形例に係る下流側空燃比センサの拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同下流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値（平均移動距離）である。

【0192】

第3移動距離L3は、前記上流側空燃比センサ64の前記拡散抵抗層の外表面に到達したアンモニア分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値（平均移動距離）である。

第4移動距離L4は、前記上流側空燃比センサ64の前記拡散抵抗層の外表面に到達した酸素分子が同拡散抵抗層を通過して同上流側空燃比センサの前記排気側電極層に到達するまでに移動する距離の合計値（平均移動距離）である。

【0193】

前記第1変形例及び第2変形例に係る下流側空燃比センサは、前記第1移動距離L1に対する前記第2移動距離L2の比（ $L2/L1$ ）が、前記上流側空燃比センサの第3移動距離L3に対する前記第4移動距離L4の比（ $L4/L3$ ）よりも大きくなるように構成されることを特徴としている。

【0194】

以上、説明したように、本発明による排気浄化装置の各実施形態は、高価なNO_xセンサを用いることなく、安価な空燃比センサを用いることにより、SCR触媒44から流出するアンモニアの量に関連する値を取得することができる。従って、安価な排気浄化装置が提供される。

【0195】

本発明は上記各実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、図10のステップ1040、図11のステップ1140、及び、図13と図16のステップ1360において、差ΔAFは、「0」に代わる「微小な正の値δth」と比較されてもよい。この場合、差ΔAFが「0」以上で且つ「値δth」以下である場合、CPUは「尿素水の供給量A」を変更しないように構成されてもよい。

【0196】

更に、上記各実施形態の排気浄化装置は、SCR触媒44の異常診断装置としても使用することができる。この場合、各排気浄化装置は、運転状態が所定状態である場合に、所定量の尿素水を尿素水噴射弁55から供給する。一方、排気浄化装置は、SCR触媒44が正常である場合に「その所定量の尿素水に対して想定されるアンモニア濃度」を「アンモニア濃度閾値」として予めROMに記憶しておく。そして、排気浄化装置は、上記実施形態により取得されるアンモニア濃度が、アンモニア濃度閾値よりも大きい場合又はアン

10

20

30

40

50

モニア濃度閾値よりも所定量以上大きい場合、S C R触媒 4 4 が異常状態にあると判定するように構成され得る。

【図面の簡単な説明】

【0197】

【図1】本発明の第1実施形態に係る排気浄化装置（第1排気浄化装置）が適用される内燃機関の概略構成図である。

【図2】図1に示した上流側空燃比センサの断面図である。

【図3】図1に示した上流側空燃比センサの酸素濃度検出原理を説明するための図である。

【図4】種々の酸素濃度（空燃比）に対する「上流側空燃比センサに印加する電圧と限界電流値（上流側空燃比センサの出力値）との関係」を示したグラフである。

【図5】図1に示した上流側空燃比センサの酸素濃度検出原理を説明するための図である。

【図6】図1に示した下流側空燃比センサのアンモニア量関連値の取得原理を説明するための図である。

【図7】種々のアンモニア濃度に対する「下流側空燃比センサに印加する電圧と下流側空燃比センサの限界電流値（下流側空燃比センサの出力値）との関係」を示したグラフである。

【図8】図1に示した下流側空燃比センサの出力値の変化（減少）量とアンモニア濃度との関係を示したグラフである。

【図9】第1排気浄化装置のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図10】第1排気浄化装置のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図11】本発明の第2実施形態に係る排気浄化装置（第2排気浄化装置）のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図12】本発明の第3実施形態に係る排気浄化装置（第3排気浄化装置）のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図13】第3排気浄化装置のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図14】上流側空燃比センサの酸素濃度と出力値との関係、及び、下流側空燃比センサの酸素濃度と出力値との関係、の一例を示したグラフである。

【図15】本発明の第4実施形態に係る排気浄化装置（第4排気浄化装置）のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図16】第4排気浄化装置のC P Uが実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図17】上流側空燃比センサ（及び第1排気浄化装置が採用した下流側空燃比センサ）の拡散抵抗層の細孔径の分布と、第1変形例に係る下流側空燃比センサの拡散抵抗層の細孔径の分布と、を示したグラフである。

【図18】上流側空燃比センサ（及び第1排気浄化装置が採用した下流側空燃比センサ）の「出力値の変化（減少）量とアンモニア濃度との関係」と、第1変形例に係る下流側空燃比センサの「出力値の変化（減少）量とアンモニア濃度との関係」と、を示したグラフである。

【図19】図19の（A）は通常空燃比センサ（本例における上流側空燃比センサ及び第1排気浄化装置が採用した下流側空燃比センサ）の部分概略断面図、図19の（B）は第2変形例に係る下流側空燃比センサの部分概略断面図である。

【符号の説明】

【0198】

10…内燃機関、20…エンジン本体、21…各燃料噴射弁、30…吸気系統、32…吸気管、40…排気系統、41…排気マニホールド、42…排気管、44…S C R触媒、

10

20

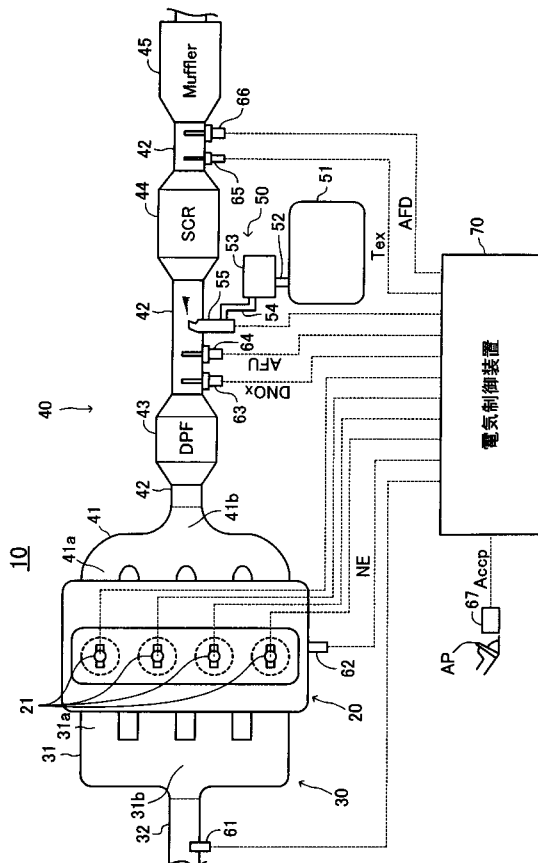
30

40

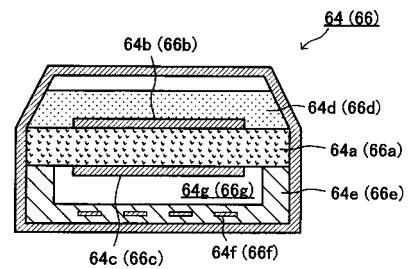
50

50…尿素水添加装置、51…尿素水タンク、55…尿素水噴射弁、64…上流側空燃比センサ、64a…固体電解質層、64b…排気側電極層、64c…大気側電極層、64d…拡散抵抗層、64g…大気室、65…排気温度センサ、66…下流側空燃比センサ、66a…固体電解質層、66b…排気側電極層、66c…大気側電極層、66d…拡散抵抗層、66e…隔壁部、66g…大気室、70…電気制御装置。

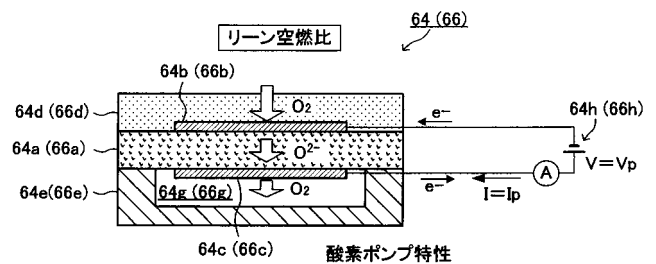
【図1】



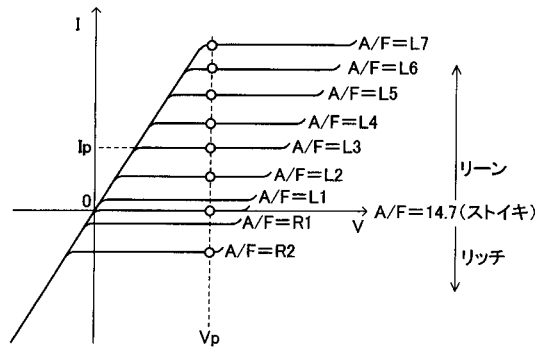
【図2】



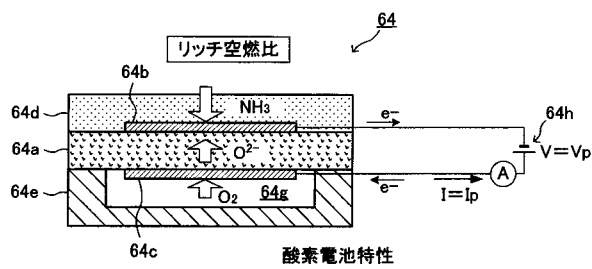
【図3】



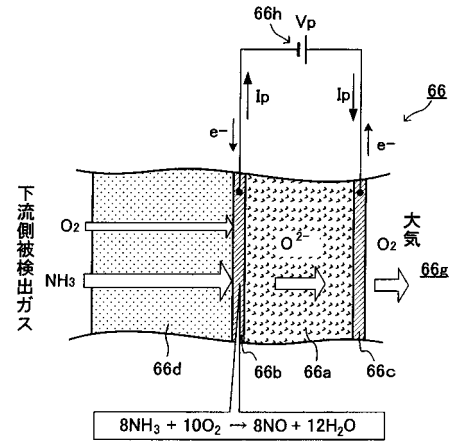
【図 4】



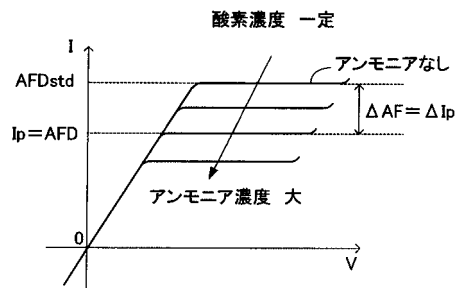
【図 5】



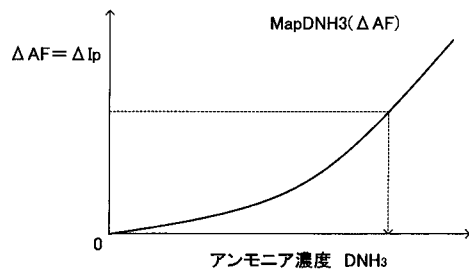
【図 6】



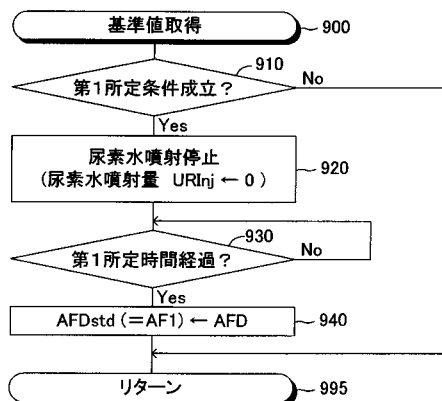
【図 7】



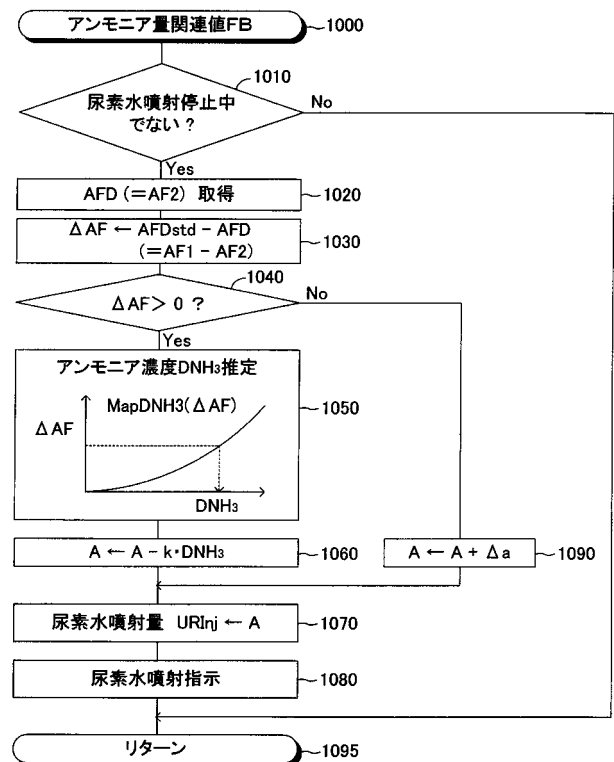
【図 8】



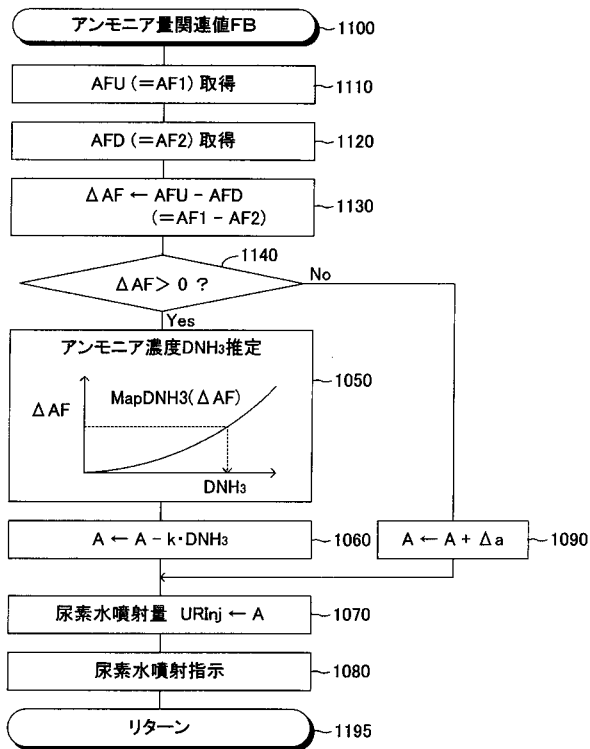
【図 9】



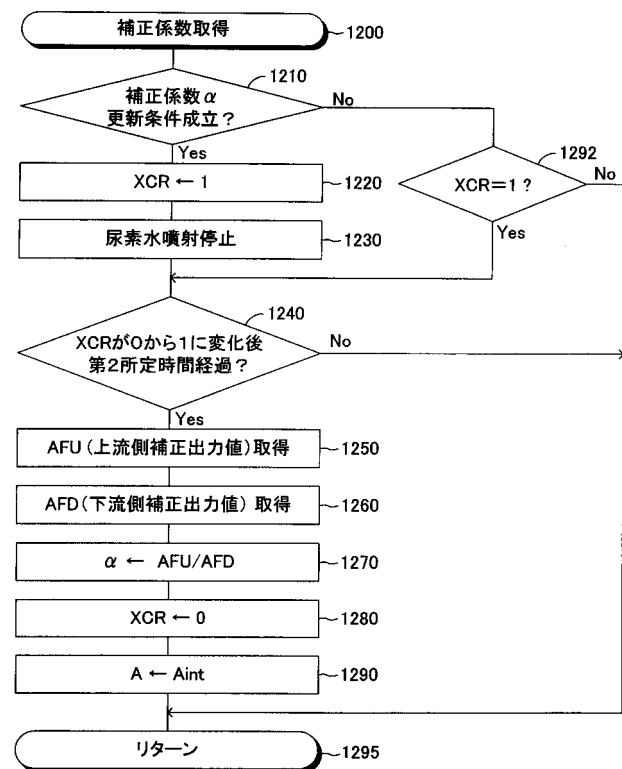
【図 10】



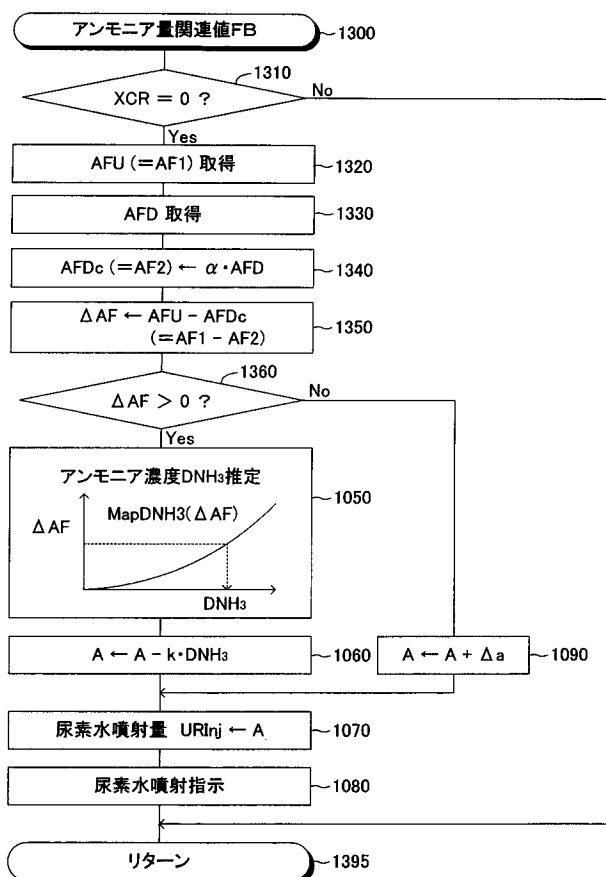
【図 1 1】



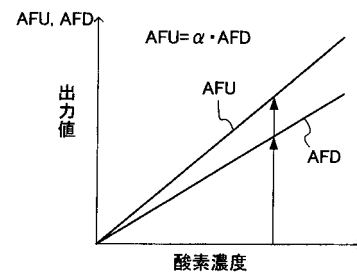
【図 1 2】



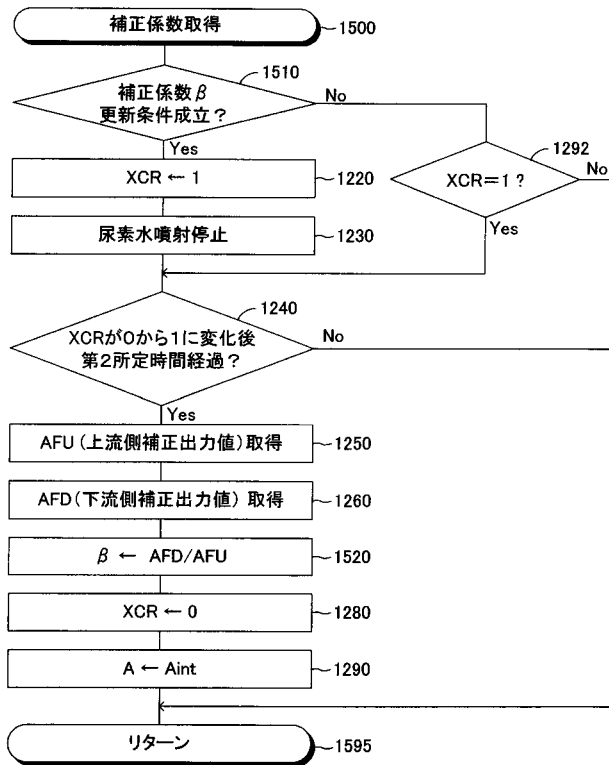
【図 1 3】



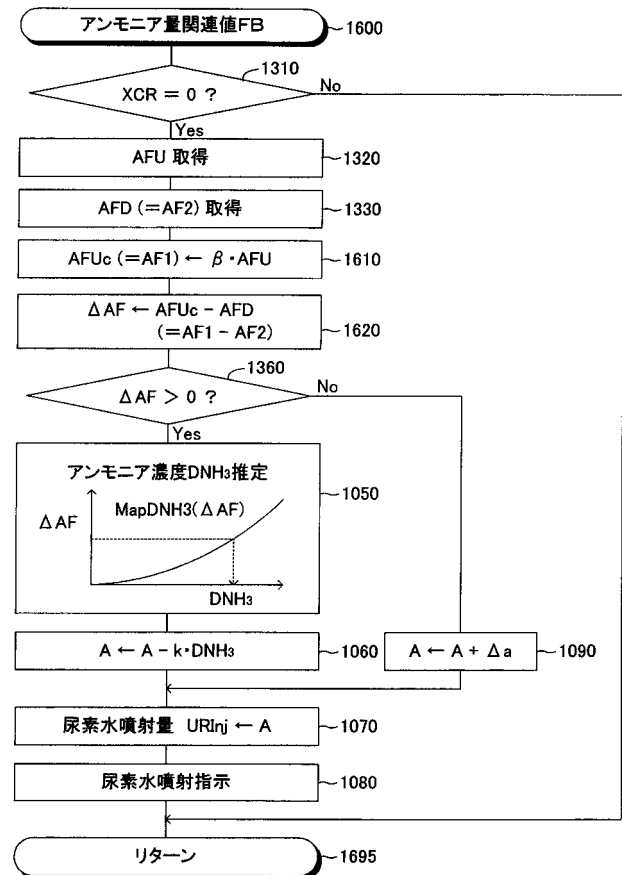
【図 1 4】



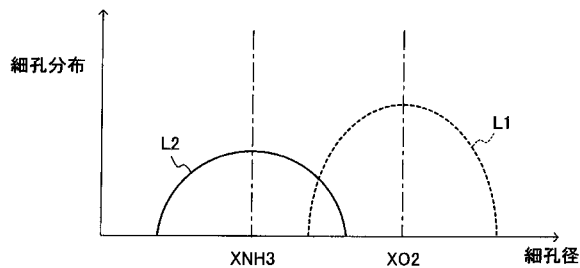
【図 15】



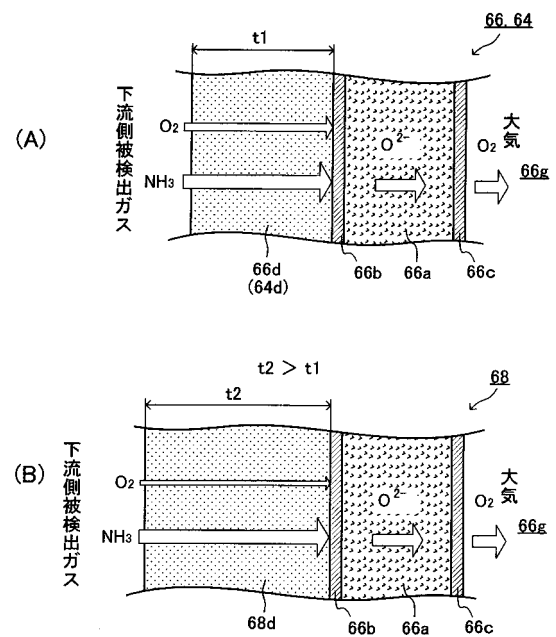
【図 16】



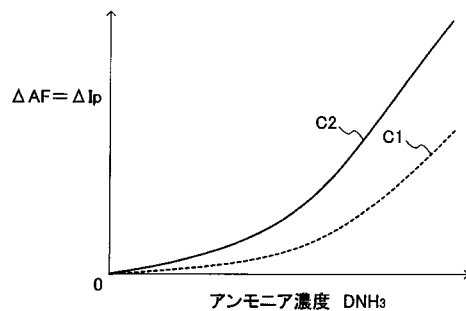
【図 17】



【図 19】



【図 18】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)

G 0 1 N	27/41	(2006.01)	G 0 1 N	27/46	3 2 5 N
G 0 1 N	27/26	(2006.01)	G 0 1 N	27/46	3 2 5 D
G 0 1 N	27/409	(2006.01)	G 0 1 N	27/26	3 6 1 A
			G 0 1 N	27/26	3 7 1 A
			G 0 1 N	27/58	B

F ターム(参考) 3G091 AA18 AA28 AB05 AB13 BA14 CA17 DA02 DA08 DB07 DC03
 EA01 EA05 EA07 EA17 EA33 EA34 HA16 HA36 HA37 HA42
 4D002 AA12 AC10 BA06 BA14 CA01 DA07 DA70 EA01 GA02 GA03
 GB02 GB03 GB06
 4D048 AA06 AB02 AB07 AC03 AC04 CC61 DA01 DA02 DA10 DA20