

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6757794号
(P6757794)

(45) 発行日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月2日(2020.9.2)

(51) Int.Cl.		F I	
FO1N	3/08 (2006.01)	FO1N	3/08 ZABB
FO1N	3/20 (2006.01)	FO1N	3/20 C
FO1N	3/28 (2006.01)	FO1N	3/28 301E
GO1N	27/416 (2006.01)	GO1N	27/416 331
		GO1N	27/416 311G

請求項の数 12 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2018-524154 (P2018-524154)	(73) 特許権者	000004064
(86) (22) 出願日	平成29年6月22日 (2017.6.22)		日本碍子株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/022947		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(87) 国際公開番号	W02017/222003	(74) 代理人	100077665
(87) 国際公開日	平成29年12月28日 (2017.12.28)		弁理士 千葉 剛宏
審査請求日	令和2年1月22日 (2020.1.22)	(74) 代理人	100116676
(31) 優先権主張番号	特願2016-124422 (P2016-124422)		弁理士 宮寺 利幸
(32) 優先日	平成28年6月23日 (2016.6.23)	(74) 代理人	100191134
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
		(74) 代理人	100180448
			弁理士 関口 亨祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼装置(202)と選択還元触媒(206)との間に設置された尿素水注入インジェクタ(210)と、

前記選択還元触媒(206)の下流側に設置され、前記選択還元触媒(206)から出力される排気ガス中のNO濃度とNH₃濃度を検出する第1ガスセンサ(10A)と、

前記尿素水注入インジェクタ(210)の開度を制御する開度制御手段(216)とを有し、

前記第1ガスセンサ(10A)は、

少なくとも酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体(14)と、該構造体(14)に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口(16)と、前記構造体(14)内に形成され、前記ガス導入口(16)に連通する酸素濃度調整室(18)と、前記構造体(14)内に形成され、前記酸素濃度調整室(18)に連通する測定室(20)とを有するセンサ素子(12A)と、

前記酸素濃度調整室(18)内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段(100)と、前記センサ素子(12A)の温度を制御する温度制御手段(102)と、

前記測定室(20)内の特定成分の濃度を測定する特定成分測定手段(104)と、を有するガスセンサであって、

前記構造体(14)のうち、前記ガス導入口(16)と前記酸素濃度調整室(18)との間に設けられ、前記ガス導入口(16)に連通する予備調整室(21)と、

10

20

前記予備調整室(21)内の酸素濃度を制御する予備酸素濃度制御手段(106)と、前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動及び停止を制御する駆動制御手段(108)と、

前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力との差、及び前記各々のセンサ出力の一方に基づいて、NO濃度とNH₃濃度を取得する目的成分取得手段(110)とを有し、

前記開度制御手段(216)は、

前記NO濃度が予め設定された第1閾値(Th1)になった段階で前記開度を時間の経過と共に開く方向に制御し、

前記NH₃濃度が予め設定された第2閾値(Th2)になった段階で前記開度を時間の経過と共に閉じる方向に制御することを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項2】

請求項1記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記第1閾値(Th1)は、NO濃度とNH₃濃度との当量点でのNO濃度よりも高い濃度に設定され、

前記第2閾値(Th2)は、前記当量点でのNH₃濃度よりも高い濃度に設定されていることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項3】

請求項1又は2記載の排ガス浄化システムにおいて、

さらに、前記選択還元触媒(206)の劣化を検知するSCR劣化検知手段(218)を有し、

前記SCR劣化検知手段(218)は、

予め設定された開度でのNO濃度とNH₃濃度の比(NO/NH₃)と、予め設定された規定値とを比較し、前記比が前記規定値を超えた場合に前記選択還元触媒(206)が劣化していると判別することを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか1項に記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記目的成分取得手段(110)は、

予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差とで特定されるポイント毎にそれぞれNO濃度及びNH₃濃度の関係が登録された第1マップ(112A)を使用し、

実使用中の前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差を、前記第1マップ(112A)と比較して、NO及びNH₃の各濃度を求めることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項5】

請求項1～3のいずれか1項に記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記目的成分取得手段(110)は、

予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差とNH₃濃度の関係に基づいて、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差に対応するNH₃濃度を求め、

前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時のセンサ出力から得られるNOとNH₃の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から予め前記センサ出力の差より求めた前記NH₃濃度を差引く演算によってNO濃度を求めることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項6】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記燃焼装置 (2 0 2) と前記尿素水注入インジェクタ (2 1 0) との間に設置された酸化触媒 (2 0 4) と、

前記酸化触媒 (2 0 4) と前記尿素水注入インジェクタ (2 1 0) との間に設置され、前記酸化触媒 (2 0 4) から出力される排気ガス中の NO 濃度と NO₂ 濃度を検出する第 2 ガスセンサ (1 0 B) と、

前記酸化触媒 (2 0 4) の劣化を検知する酸化触媒劣化検知手段 (2 2 0) とを有し、前記酸化触媒劣化検知手段 (2 2 0) は、

前記 NO 濃度と前記 NO₂ 濃度の比 (NO / NO₂) と、予め設定された第 2 規定値とを比較し、前記比が前記第 2 規定値を超えた場合に前記酸化触媒 (2 0 4) が劣化していると判別することを特徴とする排ガス浄化システム。 10

【請求項 7】

請求項 6 記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記第 2 ガスセンサ (1 0 B) は、

少なくとも酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体 (1 4) と、該構造体 (1 4) に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口 (1 6) と、前記構造体 (1 4) 内に形成され、前記ガス導入口 (1 6) に連通する酸素濃度調整室 (1 8) と、前記構造体 (1 4) 内に形成され、前記酸素濃度調整室 (1 8) に連通する測定室 (2 0) とを有するセンサ素子 (1 2 B) と、

前記酸素濃度調整室 (1 8) 内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段 (1 0 0) と、 20

前記センサ素子 (1 2 B) の温度を制御する温度制御手段 (1 0 2) と、

前記測定室 (2 0) 内の特定成分の濃度を測定する特定成分測定手段 (1 0 4) と、を有するガスセンサであって、

前記構造体 (1 4) のうち、前記ガス導入口 (1 6) と前記酸素濃度調整室 (1 8) との間に設けられ、前記ガス導入口 (1 6) に連通する予備調整室 (2 1) と、

前記予備調整室 (2 1) 内の酸素濃度を制御する予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) と、

前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の駆動及び停止を制御する駆動制御手段 (1 0 8) と、

前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の駆動時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の停止時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力との差、及び前記各々のセンサ出力の一方に基づいて、NO 濃度と NO₂ 濃度を取得する目的成分取得手段 (1 1 0) とを有することを特徴とする排ガス浄化システム。 30

【請求項 8】

請求項 7 記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記目的成分取得手段 (1 1 0) は、

予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の停止時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力の差とで特定されるポイント毎にそれぞれ NO 濃度及び NO₂ 濃度の関係が登録された第 2 マップ (1 1 2 B) を使用し、 40

実使用中の前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の停止時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段 (1 0 4) からのセンサ出力の差を、前記第 2 マップ (1 1 2 B) と比較して、NO 及び NO₂ の各濃度を求めることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項 9】

請求項 7 記載の排ガス浄化システムにおいて、

前記目的成分取得手段 (1 1 0) は、

予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段 (1 0 6) の駆動時と停止時におけ 50

る前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差とNO₂濃度の関係に基づいて、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力の差に対応するNO₂濃度を求め、

前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時のセンサ出力から得られるNOとNO₂の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から予め前記センサ出力の差より求めた前記NO₂濃度を差引く演算によってNO濃度を求めることを特徴とする排ガス浄化システム。

【請求項10】

燃焼装置(202)と選択還元触媒(206)との間に設置された尿素水注入インジェクタ(210)と、

前記選択還元触媒(206)の下流側に設置され、前記選択還元触媒(206)から出力される排気ガス中のNO濃度とNH₃濃度を検出する第1ガスセンサ(10A)と、

前記尿素水注入インジェクタ(210)の開度を制御する開度制御手段(216)とを有する排ガス浄化システム(200)を使用して排気ガスの浄化を行う排ガス浄化方法において、

前記第1ガスセンサ(10A)は、

少なくとも酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体(14)と、該構造体(14)に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口(16)と、前記構造体(14)内に形成され、前記ガス導入口(16)に連通する酸素濃度調整室(18)と、前記構造体(14)内に形成され、前記酸素濃度調整室(18)に連通する測定室(20)とを有するセンサ素子(12A)と、

前記酸素濃度調整室(18)内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段(100)と、

前記センサ素子(12A)の温度を制御する温度制御手段(102)と、

前記測定室(20)内の特定成分の濃度を測定する特定成分測定手段(104)と、を有するガスセンサであって、

前記構造体(14)のうち、前記ガス導入口(16)と前記酸素濃度調整室(18)との間に設けられ、前記ガス導入口(16)に連通する予備調整室(21)と、

前記予備調整室(21)内の酸素濃度を制御する予備酸素濃度制御手段(106)と、

前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動及び停止を制御する駆動制御手段(108)と、

前記予備酸素濃度制御手段(106)の駆動時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段(106)の停止時における前記特定成分測定手段(104)からのセンサ出力との差、及び前記各々のセンサ出力の一方に基づいて、NO濃度とNH₃濃度を取得する目的成分取得手段(110)とを有し、

前記NO濃度が予め設定された第1閾値(Th1)になった段階で前記開度を時間の経過と共に開く方向に制御するステップと、

前記NH₃濃度が予め設定された第2閾値(Th2)になった段階で前記開度を時間の経過と共に閉じる方向に制御するステップとを有することを特徴とする排ガス浄化方法。

【請求項11】

請求項10記載の排ガス浄化方法において、

予め設定された開度でのNO濃度とNH₃濃度の比(NO/NH₃)と、予め設定された規定値とを比較し、前記比が前記規定値を超えた場合に前記選択還元触媒(206)が劣化していると判別するステップを有することを特徴とする排ガス浄化方法。

【請求項12】

請求項10又は11記載の排ガス浄化方法において、

前記排ガス浄化システム(200)は、

前記燃焼装置(202)と前記尿素水注入インジェクタ(210)との間に設置された酸化触媒(204)と、

前記酸化触媒(204)と前記尿素水注入インジェクタ(210)との間に設置され、前記酸化触媒(204)から出力される排気ガス中のNO濃度とNO₂濃度を検出する第2ガスセンサ(10B)とを有し、

前記NO濃度と前記NO₂濃度の比(NO/NO₂)と、予め設定された第2規定値とを比較し、前記比が前記第2規定値を超えた場合に前記酸化触媒(204)が劣化していると判別するステップを有することを特徴とする排ガス浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被測定ガス中の複数目的成分の各濃度を測定することが可能なガスセンサを用いた排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来から、直列2室構造を持ったNO_xセンサ(直列2室型NO_xセンサ)、及びそれを用いたNO_x測定方法(例えば特開2015-200643号公報参照)や、酸化物半導体電極を用いた混成電位型、あるいは抵抗変化型のNO₂センサ、あるいはNH₃センサが知られている(例えば特開2013-068632号公報及び特開2009-243942号公報参照)。

【0003】

また、酸化物半導体電極の混成電位を用いてNH₃濃度を測定する方法が知られている。この方法は、NO_x濃度を別のセンサで測定し、NO、NO₂が存在しない場合は酸化物半導体電極の混成電位をそのまま使用し、NO、NO₂が存在する場合は酸化物半導体電極の混成電位に補正を加える方法である(例えば特表2009-511859号公報参照)。

20

【発明の概要】

【0004】

近年、各国のCO₂排出量規制が強化される傾向にあり、ディーゼル車の普及率が増えつつある。希薄燃焼を用いるディーゼルエンジンは、CO₂排出量が少ない代わりに過剰な酸素を含む排気ガス中のNO_x浄化が困難である欠点を持つ。そのため、CO₂排出量規制の強化と同様にNO_x排出量の規制も強化されつつある。現在は、CO₂排出量、すなわち、燃料消費量を損なわずにNO_x浄化が行える選択還元型触媒システム(以下、SCRシステムと記す)がNO_x浄化の主流を占めている。SCRシステムは、注入した尿素を排気ガスと反応させてアンモニアを生成し、アンモニアとNO_xを反応させてN₂とO₂に分解する。このSCRシステムにおいて、NO_x浄化効率を100%に近づけるためには、尿素の注入量を増やす必要があるが、尿素注入量を増やすと未反応のアンモニアが大気に排出されるおそれがある。このため、NO_xとアンモニアを区別できるセンサが求められている。

30

【0005】

さらには、米国において、酸化触媒(以下、DOC触媒と記す)、ディーゼルパーティキュレートフィルタ(以下、DPFと記す)、選択還元型触媒(以下、SCR触媒と記す)の個別故障診断の義務付けに対する準備が進められている。DPF、SCR触媒の故障診断は既存のPMセンサ、NO_xセンサで可能であるが、DOC触媒に対しては有効な故障診断手段が見つかっていない。現在は、200以下の低温時のDOC触媒下流に漏れ出す炭化水素(以下、HCと記す)量を測定する方法や、DOC触媒下流に排出されるNOとNO₂の比率から故障を判断する方法等が推奨されている。特に、NOとNO₂の比率におけるNO₂の減少は、HC流出量の増大よりも早期に起こるため、より安全な故障診断方法として期待されている。このためNOとNO₂を区別できるセンサが求められている。

40

【0006】

上述した特開2015-200643号公報記載のNO_xセンサ及びNO_x測定方法は、NO、NO₂、NH₃をNOに変換し、変換後のNOを分解して発生したO₂の量、もしくは濃度を測定する。そのため、NO、NO₂、NH₃の総量は測定できても各々を区

50

別することができなかった。

【0007】

特開2013-068632号公報及び特開2009-243942号公報記載の酸化物半導体電極は、NO、NO₂の選択性に優れている反面、NOとNO₂に対する感度の出力特性が正負逆であるため、NOとNO₂が共存する雰囲気下では正しくNO、もしくはNO₂濃度を測定することができなかった。

【0008】

特表2009-511859号公報記載のセンサは、酸化物半導体電極の排気ガス中における不安定さ、及び基板との密着強度の弱さから、長期間にわたり精度良くNH₃濃度を測定することが困難であった。

【0009】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、排気ガスのような未燃成分、酸素の存在下に共存する複数成分(例えばNO、NO₂、NH₃)の濃度を長期間にわたり精度よく測定することができるガスセンサを使用することで、長期間にわたり精度よくNOx浄化とNH₃排出量の抑制を行うことができる排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法を提供することを目的とする。

【0010】

[1] 第1の本発明に係る排ガス浄化システムは、燃焼装置と選択還元触媒(SCR触媒と記す)との間に設置された尿素水注入インジェクタと、前記SCR触媒の下流側に設置され、前記SCR触媒から出力される排気ガス中のNO濃度とNH₃濃度を検出する第1ガスセンサと、前記尿素水注入インジェクタの開度を制御する開度制御手段とを有し、前記開度制御手段は、前記NO濃度が予め設定された第1閾値になった段階で前記開度を時間の経過と共に開く方向に制御し、前記NH₃濃度が予め設定された第2閾値になった段階で前記開度を時間の経過と共に閉じる方向に制御することを特徴とする。

【0011】

[2] 第1の本発明において、前記第1閾値は、NO濃度とNH₃濃度との当量点でのNO濃度よりも高い濃度に設定され、前記第2閾値は、前記当量点でのNH₃濃度よりも高い濃度に設定されていることが好ましい。

【0012】

[3] 第1の本発明において、さらに、前記SCR触媒の劣化を検知するSCR劣化検知手段を有し、前記SCR劣化検知手段は、予め設定された開度でのNO濃度とNH₃濃度の比(NO/NH₃)と、予め設定された規定値とを比較し、前記比が前記規定値を超えた場合に前記SCR触媒が劣化していると判別する。

【0013】

[4] 第1の本発明において、前記第1ガスセンサは、少なくとも酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体と、該構造体に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口と、前記構造体内に形成され、前記ガス導入口に連通する酸素濃度調整室と、前記構造体内に形成され、前記酸素濃度調整室に連通する測定室とを有するセンサ素子と、前記酸素濃度調整室内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段と、前記センサ素子の温度を制御する温度制御手段と、前記測定室内の特定成分の濃度を測定する特定成分測定手段と、を有するガスセンサであって、前記構造体のうち、前記ガス導入口と前記酸素濃度調整室との間に設けられ、前記ガス導入口に連通する予備調整室と、前記予備調整室内の酸素濃度を制御する予備酸素濃度制御手段と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動及び停止を制御する駆動制御手段と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力との差、及び前記各々のセンサ出力の一方に基づいて、NO濃度とNH₃濃度を取得する目的成分取得手段とを有してもよい。

【0014】

[5] この場合、前記目的成分取得手段は、第1マップを使用してもよい。第1マップは、予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測

10

20

30

40

50

定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差とで特定されるポイント毎にそれぞれNO濃度及びNH₃濃度の関係が登録されている。前記目的成分取得手段は、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差を、前記第1マップと比較して、NO及びNH₃の各濃度を求めてもよい。

【0015】

[6] あるいは、前記目的成分取得手段は、以下のようにして、NO濃度を求めてもよい。すなわち、前記目的成分取得手段は、予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差とNH₃濃度の関係に基づいて、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差に対応するNH₃濃度を求める。そして、前記目的成分取得手段は、前記予備酸素濃度制御手段の停止時のセンサ出力から得られるNOとNH₃の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から予め前記センサ出力の差より求めた前記NH₃濃度を差引く演算によってNO濃度を求めてもよい。

10

【0016】

[7] 第1の本発明において、前記燃焼装置と前記尿素水注入インジェクタとの間に設置された酸化触媒(DOC触媒と記す)と、前記DOC触媒と前記尿素水注入インジェクタとの間に設置され、前記DOC触媒から出力される排気ガス中のNO濃度とNO₂濃度を検出する第2ガスセンサと、前記DOC触媒の劣化を検知する酸化触媒劣化検知手段とを有し、前記酸化触媒劣化検知手段は、前記NO濃度と前記NO₂濃度の比(NO/NO₂)と、予め設定された第2規定値とを比較し、前記比が前記第2規定値を超えた場合に前記DOC触媒が劣化していると判別してもよい。

20

【0017】

[8] この場合、前記第2ガスセンサは、少なくとも酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体と、該構造体に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口と、前記構造体内に形成され、前記ガス導入口に連通する酸素濃度調整室と、前記構造体内に形成され、前記酸素濃度調整室に連通する測定室とを有するセンサ素子と、前記酸素濃度調整室内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段と、前記センサ素子の温度を制御する温度制御手段と、前記測定室内の特定成分の濃度を測定する特定成分測定手段と、を有するガスセンサであって、前記構造体のうち、前記ガス導入口と前記酸素濃度調整室との間に設けられ、前記ガス導入口に連通する予備調整室と、前記予備調整室内の酸素濃度を制御する予備酸素濃度制御手段と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動及び停止を制御する駆動制御手段と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力との差、及び前記各々のセンサ出力の一方に基づいて、NO濃度とNO₂濃度を取得する目的成分取得手段とを有してもよい。

30

【0018】

[9] さらに、前記目的成分取得手段は、第2マップを使用してもよい。第2マップは、予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差とで特定されるポイント毎にそれぞれNO濃度及びNO₂濃度の関係が登録されている。前記目的成分取得手段は、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段の停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力と、前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差を、前記第2マップと比較して、NO及びNO₂の各濃度を求めてもよい。

40

【0019】

[10] あるいは、前記目的成分取得手段は、以下のようにして、NO濃度を求めてもよい。すなわち、前記目的成分取得手段は、予め実験的に測定した、前記予備酸素濃度制

50

御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差と NO_2 濃度の関係に基づいて、実使用中の前記予備酸素濃度制御手段の駆動時と停止時における前記特定成分測定手段からのセンサ出力の差に対応する NO_2 濃度を求める。そして、前記目的成分取得手段は、前記予備酸素濃度制御手段の停止時のセンサ出力から得られる NO と NO_2 の濃度の全てを NO に換算した総 NO 濃度から予め前記センサ出力の差より求めた前記 NO_2 濃度を差引く演算によって NO 濃度を求めてもよい。

【0020】

【11】第2の本発明に係る排ガス浄化方法は、燃焼装置とSCR触媒との間に設置された尿素水注入インジェクタと、前記SCR触媒の下流側に設置され、前記SCR触媒から出力される排気ガス中の NO 濃度と NH_3 濃度を検出する第1ガスセンサと、前記尿素水注入インジェクタの開度を制御する開度制御手段とを有する排ガス浄化システムを使用して排気ガスの浄化を行う排ガス浄化方法において、前記 NO 濃度が予め設定された第1閾値になった段階で前記開度を時間の経過と共に開く方向に制御するステップと、前記 NH_3 濃度が予め設定された第2閾値になった段階で前記開度を時間の経過と共に閉じる方向に制御するステップとを有することを特徴とする。

10

【0021】

【12】第2の本発明において、予め設定された開度での NO 濃度と NH_3 濃度の比(NO/NH_3)と、予め設定された規定値とを比較し、前記比が前記規定値を超えた場合に前記SCR触媒が劣化していると判別するステップを有してもよい。

【0022】

20

【13】第2の本発明において、前記排ガス浄化システムは、前記燃焼装置と前記尿素水注入インジェクタとの間に設置されたDOC触媒と、前記DOC触媒と前記尿素水注入インジェクタとの間に設置され、前記DOC触媒から出力される排気ガス中の NO 濃度と NO_2 濃度を検出する第2ガスセンサとを有し、前記 NO 濃度と前記 NO_2 濃度の比(NO/NO_2)と、予め設定された第2規定値とを比較し、前記比が前記第2規定値を超えた場合に前記DOC触媒が劣化していると判別するステップを有してもよい。

【0023】

本発明に係る排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法によれば、排気ガスのような未燃成分、酸素の存在下に共存する複数成分(例えば NO 、 NO_2 、 NH_3)の濃度を長期間にわたり精度よく測定することができるガスセンサを使用するようにしたので、長期間にわたり精度よく NO_x 浄化と NH_3 排出量の抑制を行うことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、本実施の形態に係る排ガス浄化システムで使用される第1ガスセンサ及び第2ガスセンサの一構造例を示す断面図である。

【図2】図2は、第1ガスセンサを模式的に示す構成図である。

【図3】図3は、第1ガスセンサにおいて、予備ポンプセルをOFFにした場合の予備調整室内、酸素濃度調整室内及び測定室内の反応を模式的に示す説明図である。

【図4】図4は、第1ガスセンサにおいて、予備ポンプセルをONにした場合の予備調整室内、酸素濃度調整室内及び測定室内の反応を模式的に示す説明図である。

40

【図5】図5は、第1ガスセンサで使用される第1マップをグラフ化して示す図である。

【図6】図6は、第1ガスセンサで使用される第1マップをテーブルの形式で示す説明図である。

【図7】図7は、第1ガスセンサによる NO 及び NH_3 の測定処理の一例を示すフローチャートである。

【図8】図8は、第2ガスセンサを模式的に示す構成図である。

【図9】図9は、第2ガスセンサにおいて、予備ポンプセルをOFFにした場合の予備調整室内、酸素濃度調整室内及び測定室内の反応を模式的に示す説明図である。

【図10】図10は、第2ガスセンサにおいて、予備ポンプセルをONにした場合の予備調整室内、酸素濃度調整室内及び測定室内の反応を模式的に示す説明図である。

50

【図 1 1】図 1 1 は、第 2 ガスセンサで使用される第 2 マップをグラフ化して示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、第 2 ガスセンサで使用される第 2 マップをテーブルの形式で示す説明図である。

【図 1 3】図 1 3 は、第 2 ガスセンサによる NO 及び NO₂ の測定処理の一例を示すフローチャートである。

【図 1 4】図 1 4 は、本実施の形態に係る排ガス浄化システムを示す構成図である。

【図 1 5】図 1 5 は、尿素水注入量の変化に対する SCR 効率 (%)、NH₃ の排出量 (ppm) 及び従来のガスセンサにて測定された NO 濃度 (ppm) を示すグラフである。

【図 1 6】図 1 6 は、尿素水注入量の変化に対する SCR 効率 (%)、NH₃ の排出量 (ppm) 及び第 1 ガスセンサのセンサ出力 (NO 出力 (μA)) を示すグラフである。

【図 1 7】図 1 7 A は、尿素水注入量と第 1 ガスセンサのセンサ出力との関係を示すグラフであり、図 1 7 B は、NO についてのセンサ出力 (NO 出力) と、NH₃ についてのセンサ出力 (NH₃ 出力) とに分離したグラフを示す。

【図 1 8】図 1 8 A は、時間の経過に伴う NO 出力の変化を示すグラフであり、図 1 8 B は時間の経過に伴う NH₃ 出力の変化を示すグラフであり、図 1 8 C は、時間の経過に伴う尿素インジェクタ開度の変化を示すグラフである。

【図 1 9】図 1 9 は、本実施の形態に係る排ガス浄化システムの処理動作の一例を示すフローチャートである。

【図 2 0】図 2 0 は、第 1 ガスセンサ及び第 2 ガスセンサの変形例の一構造例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明に係る排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法の実施の形態例を図 1 ~ 図 2 0 を参照しながら説明する。なお、本明細書において、数値範囲を示す「~」は、その前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む意味として使用される。

【0026】

まず、本実施の形態に係る排ガス浄化システム 2 0 0 (図 1 4 参照) に使用される第 1 ガスセンサ 1 0 A 及び第 2 ガスセンサ 1 0 B について、図 1 ~ 図 1 3 を参照しながら説明する。

【0027】

第 1 ガスセンサ 1 0 A は、図 1 及び図 2 に示すように、第 1 センサ素子 1 2 A を有する。第 1 センサ素子 1 2 A は、酸素イオン伝導性の固体電解質からなる構造体 1 4 と、該構造体 1 4 に形成され、被測定ガスが導入されるガス導入口 1 6 と、構造体 1 4 内に形成され、ガス導入口 1 6 に連通する酸素濃度調整室 1 8 と、構造体 1 4 内に形成され、酸素濃度調整室 1 8 に連通する測定室 2 0 とを有する。

【0028】

酸素濃度調整室 1 8 は、ガス導入口 1 6 に連通する主調整室 1 8 a と、主調整室 1 8 a に連通する副調整室 1 8 b とを有する。測定室 2 0 は副調整室 1 8 b に連通している。

【0029】

さらに、この第 1 ガスセンサ 1 0 A は、構造体 1 4 のうち、ガス導入口 1 6 と主調整室 1 8 a との間に設けられ、ガス導入口 1 6 に連通する予備調整室 2 1 を有する。

【0030】

具体的には、第 1 センサ素子 1 2 A の構造体 1 4 は、第 1 基板層 2 2 a と、第 2 基板層 2 2 b と、第 3 基板層 2 2 c と、第 1 固体電解質層 2 4 と、スペーサ層 2 6 と、第 2 固体電解質層 2 8 との 6 つの層が、図面視で下側からこの順に積層されて構成されている。各層は、それぞれジルコニア (ZrO₂) 等の酸素イオン伝導性固体電解質層にて構成されている。

【0031】

第 1 センサ素子 1 2 A の先端部側であって、第 2 固体電解質層 2 8 の下面と第 1 固体電

10

20

30

40

50

解質層 2 4 の上面との間には、ガス導入口 1 6 と、第 1 拡散律速部 3 0 と、予備調整室 2 1 と、第 2 拡散律速部 3 2 と、酸素濃度調整室 1 8 と、第 3 拡散律速部 3 4 と、測定室 2 0 とが備わっている。また、酸素濃度調整室 1 8 を構成する主調整室 1 8 a と、副調整室 1 8 b との間に第 4 拡散律速部 3 6 が備わっている。

【 0 0 3 2 】

これらガス導入口 1 6 と、第 1 拡散律速部 3 0 と、予備調整室 2 1 と、第 2 拡散律速部 3 2 と、主調整室 1 8 a と、第 4 拡散律速部 3 6 と、副調整室 1 8 b、第 3 拡散律速部 3 4 と、測定室 2 0 とは、この順に連通する態様にて隣接形成されてなる。ガス導入口 1 6 から測定室 2 0 に至る部位を、ガス流通部とも称する。

10

【 0 0 3 3 】

ガス導入口 1 6 と、予備調整室 2 1 と、主調整室 1 8 a と、副調整室 1 8 b と、測定室 2 0 は、スペーサ層 2 6 をくり抜いた態様にて設けられた内部空間である。予備調整室 2 1 と、主調整室 1 8 a と、副調整室 1 8 b と、測定室 2 0 とはいずれも、各上部が第 2 固体電解質層 2 8 の下面で、各下部が第 1 固体電解質層 2 4 の上面で、各側部がスペーサ層 2 6 の側面で区画されている。

【 0 0 3 4 】

第 1 拡散律速部 3 0、第 3 拡散律速部 3 4 及び第 4 拡散律速部 3 6 は、いずれも 2 本の横長の（図面に垂直な方向に開口が長手方向を有する）スリットとして設けられている。第 2 拡散律速部 3 2 は、1 本の横長の（図面に垂直な方向に開口が長手方向を有する）スリットとして設けられている。

20

【 0 0 3 5 】

また、第 3 基板層 2 2 c の上面と、スペーサ層 2 6 の下面との間であって、ガス流通部よりも先端側から遠い位置には、基準ガス導入空間 3 8 が設けられてなる。基準ガス導入空間 3 8 は、上部をスペーサ層 2 6 の下面で、下部を第 3 基板層 2 2 c の上面で、側部を第 1 固体電解質層 2 4 の側面で区画された内部空間である。基準ガス導入空間 3 8 には、基準ガスとして、例えば酸素や大気が導入される。

【 0 0 3 6 】

ガス導入口 1 6 は、外部空間に対して開口してなる部位であり、該ガス導入口 1 6 を通じて外部空間から第 1 センサ素子 1 2 A 内に被測定ガスが取り込まれる。

30

【 0 0 3 7 】

第 1 拡散律速部 3 0 は、ガス導入口 1 6 から予備調整室 2 1 に導入される被測定ガスに、所定の拡散抵抗を付与する部位である。予備調整室 2 1 については後述する。

【 0 0 3 8 】

第 2 拡散律速部 3 2 は、予備調整室 2 1 から主調整室 1 8 a に導入される被測定ガスに、所定の拡散抵抗を付与する部位である。

【 0 0 3 9 】

主調整室 1 8 a は、ガス導入口 1 6 から導入された被測定ガス中の酸素分圧を調整するための空間として設けられる。酸素分圧は、主ポンプセル 4 0 が作動することによって調整される。

40

【 0 0 4 0 】

主ポンプセル 4 0 は、主内側ポンプ電極 4 2 と、外側ポンプ電極 4 4 と、これらの電極に挟まれた酸素イオン伝導性の固体電解質とを含んで構成される電気化学的ポンプセル（主電気化学的ポンピングセル）である。主内側ポンプ電極 4 2 は、主調整室 1 8 a を区画する第 1 固体電解質層 2 4 の上面、第 2 固体電解質層 2 8 の下面、及び、スペーサ層 2 6 の側面のそれぞれのほぼ全面に設けられている。外側ポンプ電極 4 4 は、第 2 固体電解質層 2 8 の上面の主内側ポンプ電極 4 2 と対応する領域に外部空間に露出する態様にて設けられている。主内側ポンプ電極 4 2 と外側ポンプ電極 4 4 は、被測定ガス中の NO_x 成分に対する還元能力を弱めた材料で構成される。例えば平面視矩形形状の多孔質サーメット電

50

極（例えば、0.1wt%～30.0wt%のAuを含むPt等の貴金属とZrO₂とのサーメット電極）として形成される。

【0041】

主ポンプセル40は、第1センサ素子12Aの外部に備わる第1可変電源46により第1ポンプ電圧V_{p1}を印加して、外側ポンプ電極44と主内側ポンプ電極42との間に第1ポンプ電流I_{p1}を流すことにより、主調整室18a内の酸素を外部空間に汲み出し、あるいは、外部空間の酸素を主調整室18a内に汲み入れることが可能となっている。

【0042】

また、第1センサ素子12Aは、電気化学的センサセルである第1酸素分圧検出センサセル50を有する。この第1酸素分圧検出センサセル50は、主内側ポンプ電極42と、第3基板層22cの上面と第1固体電解質層24とに挟まれる基準電極48と、これらの電極に挟まれた酸素イオン伝導性固体電解質とによって構成されている。基準電極48は、外側ポンプ電極44等と同様の多孔質サーメットからなる平面視ほぼ矩形状の電極である。また、基準電極48の周囲には、多孔質アルミナからなり、且つ、基準ガス導入空間38につながる基準ガス導入層52が設けられている。すなわち、基準電極48の表面に基準ガス導入空間38の基準ガスが基準ガス導入層52を介して導入されるようになっている。第1酸素分圧検出センサセル50は、主調整室18a内の雰囲気と基準ガス導入空間38の基準ガスとの間の酸素濃度差に起因して主内側ポンプ電極42と基準電極48との間に第1起電力V₁が発生する。

【0043】

第1酸素分圧検出センサセル50において生じる第1起電力V₁は、主調整室18aに存在する雰囲気中の酸素分圧に応じて変化する。第1センサ素子12Aは、上記第1起電力V₁によって、主ポンプセル40の第1可変電源46をフィードバック制御する。これにより、第1可変電源46が主ポンプセル40に印加する第1ポンプ電圧V_{p1}を、主調整室18aの雰囲気中の酸素分圧に応じて制御することができる。

【0044】

第4拡散律速部36は、主調整室18aでの主ポンプセル40の動作により酸素濃度（酸素分圧）が制御された被測定ガスに所定の拡散抵抗を付与して、該被測定ガスを副調整室18bに導く部位である。

【0045】

副調整室18bは、予め主調整室18aにおいて酸素濃度（酸素分圧）が調整された後、第4拡散律速部36を通じて導入された被測定ガスに対して、さらに補助ポンプセル54による酸素分圧の調整を行うための空間として設けられている。これにより、副調整室18b内の酸素濃度を高精度に一定に保つことができるため、この第1ガスセンサ10Aは、精度の高いNO_x濃度測定が可能となる。

【0046】

補助ポンプセル54は、電気化学的ポンプセルであり、副調整室18bに面する第2固体電解質層28の下面の略全体に設けられた補助ポンプ電極56と、外側ポンプ電極44と、第2固体電解質層28とによって構成される。

【0047】

なお、補助ポンプ電極56についても、主内側ポンプ電極42と同様に、被測定ガス中のNO_x成分に対する還元能力を弱めた材料を用いて形成される。

【0048】

補助ポンプセル54は、補助ポンプ電極56と外側ポンプ電極44との間に所望の第2電圧V_{p2}を印加することにより、副調整室18b内の雰囲気中の酸素を外部空間に汲み出し、あるいは、外部空間から副調整室18b内に汲み入れることが可能となっている。

【0049】

また、副調整室18b内における雰囲気中の酸素分圧を制御するために、補助ポンプ電極56と、基準電極48と、第2固体電解質層28と、スペーサ層26と、第1固体電解

10

20

30

40

50

質層 2 4 とによって電気化学的なセンサセル、すなわち、補助ポンプ制御用の第 2 酸素分圧検出センサセル 5 8 が構成されている。

【 0 0 5 0 】

なお、この第 2 酸素分圧検出センサセル 5 8 にて検出される第 2 起電力 V_2 に基づいて電圧制御される第 2 可変電源 6 0 にて、補助ポンプセル 5 4 がポンピングを行う。これにより、副調整室 1 8 b 内の雰囲気中の酸素分圧は、 NO_x の測定に実質的に影響がない低い分圧にまで制御されるようになっている。

【 0 0 5 1 】

また、これと共に、補助ポンプセル 5 4 の第 2 ポンプ電流 I_{p2} が、第 2 酸素分圧検出センサセル 5 8 の第 2 起電力 V_2 の制御に用いられるようになっている。具体的には、第 2 ポンプ電流 I_{p2} は、制御信号として第 2 酸素分圧検出センサセル 5 8 に入力され、その第 2 起電力 V_2 が制御されることにより、第 4 拡散律速部 3 6 を通じて副調整室 1 8 b 内に導入される被測定ガス中の酸素分圧の勾配が常に一定となるように制御されている。第 1 ガスセンサ 1 0 A を NO_x センサとして使用する際は、主ポンプセル 4 0 と補助ポンプセル 5 4 との働きによって、副調整室 1 8 b 内での酸素濃度は各条件の所定の値に精度良く保たれる。

【 0 0 5 2 】

第 3 拡散律速部 3 4 は、副調整室 1 8 b で補助ポンプセル 5 4 の動作により酸素濃度（酸素分圧）が制御された被測定ガスに所定の拡散抵抗を付与して、該被測定ガスを測定室 2 0 に導く部位である。

【 0 0 5 3 】

NO_x 濃度の測定は、主として、測定室 2 0 内に設けられた測定用ポンプセル 6 1 の動作により行われる。測定用ポンプセル 6 1 は、測定電極 6 2 と、外側ポンプ電極 4 4 と、第 2 固体電解質層 2 8 と、スペーサ層 2 6 と、第 1 固体電解質層 2 4 とによって構成された電気化学的ポンプセルである。測定電極 6 2 は、測定室 2 0 内の例えば第 1 固体電解質層 2 4 の上面に直に設けられ、被測定ガス中の NO_x 成分に対する還元能力を、主内側ポンプ電極 4 2 よりも高めた材料にて構成された多孔質サーメット電極である。測定電極 6 2 は、測定電極 6 2 上の雰囲気中に存在する NO_x を還元する NO_x 還元触媒としても機能する。

【 0 0 5 4 】

測定用ポンプセル 6 1 は、測定電極 6 2 の周囲（測定室 2 0 内）の雰囲気中における窒素酸化物の分解によって生じた酸素を汲み出して、その発生量を測定ポンプ電流 I_{p3} 、すなわち、センサ出力として検出することができる。

【 0 0 5 5 】

また、測定電極 6 2 の周囲（測定室 2 0 内）の酸素分圧を検出するために、第 1 固体電解質層 2 4 と、測定電極 6 2 と、基準電極 4 8 とによって電気化学的なセンサセル、すなわち、測定用ポンプ制御用の第 3 酸素分圧検出センサセル 6 6 が構成されている。第 3 酸素分圧検出センサセル 6 6 にて検出された第 3 起電力 V_3 に基づいて第 3 可変電源 6 8 が制御される。

【 0 0 5 6 】

副調整室 1 8 b 内に導かれた被測定ガスは、酸素分圧が制御された状況下で第 3 拡散律速部 3 4 を通じて測定室 2 0 内の測定電極 6 2 に到達する。測定電極 6 2 の周囲の被測定ガス中の窒素酸化物は還元されて酸素を発生する。そして、この発生した酸素は測定用ポンプセル 6 1 によってポンピングされる。その際、第 3 酸素分圧検出センサセル 6 6 にて検出された第 3 起電力 V_3 が一定となるように第 3 可変電源 6 8 の第 3 電圧 V_{p3} が制御される。測定電極 6 2 の周囲において発生する酸素の量は、被測定ガス中の窒素酸化物の濃度に比例する。従って、測定用ポンプセル 6 1 の測定ポンプ電流 I_{p3} を用いて被測定ガス中の窒素酸化物濃度を算出することができる。すなわち、測定用ポンプセル 6 1 は、測定室 2 0 内の特定成分（ NO ）の濃度を測定する特定成分測定手段を構成する。

【0057】

また、この第1ガスセンサ10Aは、電気化学的なセンサセル70を有する。このセンサセル70は、第2固体電解質層28と、スペーサ層26と、第1固体電解質層24と、第3基板層22cと、外側ポンプ電極44と、基準電極48とを有する。このセンサセル70によって得られる起電力 V_{ref} によりセンサ外部の被測定ガス中の酸素分圧を検出可能となっている。

【0058】

さらに、第1センサ素子12Aにおいては、第2基板層22bと第3基板層22cとに上下から挟まれた態様にて、ヒータ72が形成されている。ヒータ72は、第1基板層22aの下面に設けられた図示しないヒータ電極を通して外部から給電されることにより発熱する。ヒータ72が発熱することによって、第1センサ素子12Aを構成する固体電解質の酸素イオン伝導性が高められる。ヒータ72は、予備調整室21と酸素濃度調整室18の全域に渡って埋設されており、第1センサ素子12Aの所定の場所を所定の温度に加熱、保温することができるようになっている。なお、ヒータ72の上下面には、第2基板層22b及び第3基板層22cとの電氣的絶縁性を得る目的で、アルミナ等からなるヒータ絶縁層74が形成されている（以下、ヒータ72、ヒータ電極、ヒータ絶縁層74をまとめてヒータ部とも称する）。

10

【0059】

そして、予備調整室21は、後述する駆動制御手段108（図2参照）によって駆動し、駆動中は、ガス導入口16から導入された被測定ガス中の酸素分圧を調整するための空間として機能する。酸素分圧は、予備ポンプセル80が作動することによって調整される。

20

【0060】

予備ポンプセル80は、予備調整室21に面する第2固体電解質層28の下面の略全体に設けられた予備ポンプ電極82と、外側ポンプ電極44と、第2固体電解質層28とによって構成される、予備的な電気化学的ポンプセルである。

【0061】

なお、予備ポンプ電極82についても、主内側ポンプ電極42と同様に、被測定ガス中の NO_x 成分に対する還元能力を弱めた材料を用いて形成される。

30

【0062】

予備ポンプセル80は、予備ポンプ電極82と外側ポンプ電極44との間に所望の予備電圧 V_{p0} を印加することにより、予備調整室21内の雰囲気中の酸素を外部空間に汲み出し、あるいは、外部空間から予備調整室21内に汲み入れることが可能となっている。

【0063】

また、この第1ガスセンサ10Aは、予備調整室21内における雰囲気中の酸素分圧を制御するために、予備ポンプ制御用の予備酸素分圧検出センサセル84を有する。このセンサセル84は、予備ポンプ電極82と、基準電極48と、第2固体電解質層28と、スペーサ層26と、第1固体電解質層24とを有する。

【0064】

なお、この予備酸素分圧検出センサセル84にて検出される予備起電力 V_0 に基づいて電圧制御される予備可変電源86にて、予備ポンプセル80がポンピングを行う。これにより、予備調整室21内の雰囲気中の酸素分圧は、 NO_x の測定に実質的に影響がない低い分圧にまで制御されるようになっている。

40

【0065】

また、これと共に、その予備ポンプ電流 I_{p0} が、予備酸素分圧検出センサセル84の起電力の制御に用いられるようになっている。具体的には、予備ポンプ電流 I_{p0} は、制御信号として予備酸素分圧検出センサセル84に入力され、その予備起電力 V_0 が制御されることにより、第1拡散律速部30から予備調整室21内に導入される被測定ガス中の酸素分圧の勾配が常に一定となるように制御されている。

50

【 0 0 6 6 】

なお、予備調整室 2 1 は、緩衝空間としても機能する。すなわち、外部空間における被測定ガスの圧力変動（被測定ガスが自動車の排気ガスの場合であれば排気圧の脈動）によって生じる被測定ガスの濃度変動を、打ち消すことが可能である。

【 0 0 6 7 】

さらに、第 1 ガスセンサ 1 0 A は、図 2 に模式的に示すように、酸素濃度調整室 1 8 内の酸素濃度を制御する酸素濃度制御手段 1 0 0 と、第 1 センサ素子 1 2 A の温度を制御する温度制御手段 1 0 2 と、測定室 2 0 内の特定成分（NO）の濃度を測定する特定成分測定手段 1 0 4 と、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 と、駆動制御手段 1 0 8 と、目的成分取得手段 1 1 0 とを有する。

10

【 0 0 6 8 】

なお、酸素濃度制御手段 1 0 0、温度制御手段 1 0 2、特定成分測定手段 1 0 4、予備酸素濃度制御手段 1 0 6、駆動制御手段 1 0 8 及び目的成分取得手段 1 1 0 は、例えば 1 つ又は複数の CPU（中央処理ユニット）と記憶装置等を有する 1 以上の電子回路にて構成される。電子回路は、例えば記憶装置に記憶されているプログラムを CPU が実行することにより、所定の機能が実現されるソフトウェア機能部でもある。もちろん、複数の電子回路を機能に合わせて接続した FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の集積回路で構成してもよい。

【 0 0 6 9 】

従来は、NO、NH₃の目的成分に対して、酸素濃度調整室 1 8 内で全てを NO に変換した後、測定室 2 0 に導入し、これら 2 成分の総量を測定していた。つまり、2 つの目的成分毎の濃度、すなわち、NO 及び NH₃ の各濃度を測定することができなかった。

20

【 0 0 7 0 】

これに対して、第 1 ガスセンサ 1 0 A は、上述した酸素濃度調整室 1 8、酸素濃度制御手段 1 0 0 及び温度制御手段 1 0 2 及び特定成分測定手段 1 0 4 に加えて、予備調整室 2 1、予備酸素濃度制御手段 1 0 6、駆動制御手段 1 0 8 及び目的成分取得手段 1 1 0 を具備することで、NO 及び NH₃ の各濃度を取得することができるようにしたものである。

【 0 0 7 1 】

酸素濃度制御手段 1 0 0 は、予め設定された酸素濃度の条件と、第 1 酸素分圧検出センサセル 5 0（図 1 参照）において生じる第 1 起電力 V 1 とに基づいて、第 1 可変電源 4 6 をフィードバック制御することにより、酸素濃度調整室 1 8 内の酸素濃度を、上記条件に従った濃度に調整する。

30

【 0 0 7 2 】

温度制御手段 1 0 2 は、予め設定されたセンサ温度の条件と、第 1 センサ素子 1 2 A の温度を計測する温度センサ（図示せず）からの計測値とに基づいて、ヒータ 7 2 をフィードバック制御することにより、第 1 センサ素子 1 2 A の温度を、上記条件に従った温度に調整する。

【 0 0 7 3 】

第 1 ガスセンサ 1 0 A は、これら酸素濃度制御手段 1 0 0 又は温度制御手段 1 0 2、あるいは酸素濃度制御手段 1 0 0 及び温度制御手段 1 0 2 によって、酸素濃度調整室 1 8 内の NO を分解させることなく、NH₃ を全て NO に変換するように制御する。

40

【 0 0 7 4 】

予備酸素濃度制御手段 1 0 6 は、予め設定された酸素濃度の条件と、予備酸素分圧検出センサセル 8 4（図 1 参照）において生じる予備起電力 V 0 とに基づいて、予備可変電源 8 6 をフィードバック制御することにより、予備調整室 2 1 内の酸素濃度を、条件に従った濃度に調整する。

【 0 0 7 5 】

この予備酸素濃度制御手段 1 0 6 によって、予備調整室 2 1 内の NO を分解させることなく、NH₃ が全て NO に変換される。

50

【 0 0 7 6 】

駆動制御手段 1 0 8 は、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の駆動及び停止を制御する。これによって、予備ポンプセル 8 0 が ON / OFF 制御される。予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の駆動中は、予備ポンプセル 8 0 が ON となることから、上述したように、予備調整室 2 1 内の NH_3 は全て NO に変換され、第 2 拡散律速部 3 2 を介して酸素濃度調整室 1 8 に流入する。予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の停止中は、予備ポンプセル 8 0 が OFF になることから、予備調整室 2 1 内の NH_3 は NO に変換されることなく、第 2 拡散律速部 3 2 を介して酸素濃度調整室 1 8 に流入する。

【 0 0 7 7 】

目的成分取得手段 1 1 0 は、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の駆動時における特定成分測定手段 1 0 4 からのセンサ出力と、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の停止時における特定成分測定手段 1 0 4 からのセンサ出力との差に基づいて、NO 及び NH_3 の各濃度を取得する。

10

【 0 0 7 8 】

ここで、第 1 ガスセンサ 1 0 A の処理動作について、図 3 及び図 4 も参照しながら説明する。

【 0 0 7 9 】

先ず、駆動制御手段 1 0 8 によって予備酸素濃度制御手段 1 0 6 が停止している期間では、図 3 に示すように、ガス導入口 1 6 を通じて導入した NH_3 は、酸素濃度調整室 1 8 まで到達する。酸素濃度調整室 1 8 では、酸素濃度制御手段 1 0 0 によって、 NH_3 を全て NO に変換するように制御されていることから、予備調整室 2 1 から酸素濃度調整室 1 8 に流入した NH_3 は酸素濃度調整室 1 8 内で NH_3 NO の酸化反応が起こり、酸素濃度調整室 1 8 内の全ての NH_3 が NO に変換される。従って、ガス導入口 1 6 を通じて導入された NH_3 は、第 1 拡散律速部 3 0 及び第 2 拡散律速部 3 2 を NH_3 の拡散係数 $2.2 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ の速度で通過し、酸素濃度調整室 1 8 内で NO に変換された後は、第 3 拡散律速部 3 4 を NO の拡散係数 $1.8 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ の速度で通過して、隣接する測定室 2 0 内に移動する。

20

【 0 0 8 0 】

一方、駆動制御手段 1 0 8 によって予備酸素濃度制御手段 1 0 6 が駆動している期間では、図 4 に示すように、予備調整室 2 1 内で NH_3 NO の酸化反応が起こり、ガス導入口 1 6 を通じて導入された全ての NH_3 が NO に変換される。従って、 NH_3 は第 1 拡散律速部 3 0 を NH_3 の拡散係数 $2.2 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ で通過するが、予備調整室 2 1 より奥にある第 2 拡散律速部 3 2 以降は NO の拡散係数 $1.8 \text{ cm}^2 / \text{sec}$ の速度で測定室 2 0 に移動する。

30

【 0 0 8 1 】

すなわち、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 が停止状態から駆動状態に切り替わることで、 NH_3 の酸化反応が起こる場所が酸素濃度調整室 1 8 から予備調整室 2 1 に移動する。

【 0 0 8 2 】

NH_3 の酸化反応が起こる場所が酸素濃度調整室 1 8 から予備調整室 2 1 に移動することは、被測定ガス中の NH_3 が第 2 拡散律速部 3 2 を通過する際の状態が NH_3 から NO に変わることと等しい。そして、NO、 NH_3 は各々異なる拡散係数を持つため、第 2 拡散律速部 3 2 を NO で通過するか、 NH_3 で通過するかの違いは、測定室 2 0 に流れ込む NO 量の違いに相当するため、測定用ポンプセル 6 1 に流れる測定ポンプ電流 I_{p3} を変化させる。

40

【 0 0 8 3 】

この場合、予備ポンプセル 8 0 の ON 時の測定ポンプ電流 I_{p3on} と、予備ポンプセル 8 0 の OFF 時の測定ポンプ電流 I_{p3off} の変化量 I_{p3} は、被測定ガス中の NH_3 の濃度によって一義的に決まる。そのため、予備ポンプセル 8 0 の ON 時又は OFF 時の測定ポンプ電流 I_{p3on} 又は I_{p3off} と、上述した測定ポンプ電流 I_{p3} の変化量 I_{p3} とから NO と NH_3 の各濃度を算出することができる。

50

【0084】

従って、目的成分取得手段110では、予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} と、該測定ポンプ電流 I_{p3on} と予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} との変化量 I_{p3} と、第1マップ112A（図2参照）とに基づいてNO及びNH₃の各濃度を取得する。

【0085】

第1マップ112Aは、グラフ化して示すと、図5に示すように、横軸に、被測定ガス中のNH₃濃度（ppm）が設定され、縦軸に、予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} と予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} との差、すなわち、変化量 I_{p3} が設定されたグラフとなる。図5では、代表的に、予備ポンプセル80のOFF時における測定ポンプ電流値のNO濃度換算値が例えば100ppm系、50ppm系、25ppm系、0ppm系であるポイントをプロットしたグラフを示す。分かり易くテーブルの形式で示すと、図6に示すような内容となる。これらの濃度は、実験あるいはシミュレーションにて求めている。

10

【0086】

図6からわかるように、第1マップ112Aを使用することで、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} （すなわち、従来の直列2室型NOxセンサと同様の測定ポンプ電流値）に基づいて、100ppm系、50ppm系、25ppm系、0ppm系のいずれかを割り出し、変化量 I_{p3} に基づいてNOとNH₃の各濃度を同定する。

20

【0087】

すなわち、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} と、変化量 I_{p3} とから第1マップ112A上のポイントを特定することで、NO濃度とNH₃濃度を同定することができる。例えば従来の直列2室型NOxセンサと同様の測定ポンプ電流 I_{p3off} が2.137μAであった場合、上記直列2室型NOxセンサでは、NOとNH₃の合計濃度が概ね100ppmであることしかわからなかった。しかし、第1ガスセンサ10Aにおいては、変化量 I_{p3} を組み合わせることで、ポイントp1では、NO濃度が100ppm、NH₃濃度が0ppm、ポイントp2では、NO濃度が80ppm、NH₃濃度が17.6ppm、ポイントp3では、NO濃度が60ppm、NH₃濃度が35.2ppmのようにNO濃度とNH₃濃度を個別に特定することができる。第1マップ112A上に該当するポイントが存在しない場合は、最も近いポイントを特定し、例えば既知の近似計算にてNO濃度とNH₃濃度を求めればよい。

30

【0088】

また、以下の手法にてNO濃度とNH₃濃度を求めてもよい。すなわち、上述した図5に示すように、予め実験あるいはシミュレーションにて、変化量 I_{p3} とNH₃濃度との関係を求めておき、予備ポンプセル80のON時とOFF時の変化量 I_{p3} からNH₃濃度を求める。そして、予備ポンプセル80のOFF時におけるセンサ出力から得られるNO濃度、すなわち、NOとNH₃の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から、上述して求めたNH₃濃度を差し引いてNO濃度を求めてもよい。

【0089】

ここで、第1ガスセンサ10AによるNO及びNH₃の測定処理について図7のフローチャートを参照しながら説明する。

40

【0090】

まず、図7のステップS1において、第1ガスセンサ10Aは、ガス導入口16を通じて予備調整室21内にNO及びNH₃が混在する被測定ガスを導入する。

【0091】

ステップS2において、駆動制御手段108は、予備酸素濃度制御手段106を駆動する。これにより、予備ポンプセル80がONとなる。

【0092】

ステップS3において、特定成分測定手段104は、予備ポンプセル80のON時にお

50

けるNO濃度を測定する。すなわち、測定ポンプ電流 I_{p3on} を得る。この測定ポンプ電流 I_{p3on} は目的成分取得手段110に入力される。

【0093】

ステップS4において、駆動制御手段108は、予備酸素濃度制御手段106の駆動を停止する。これにより、予備ポンプセル80がOFFとなる。

【0094】

ステップS5において、特定成分測定手段104は、予備ポンプセル80のOFF時におけるNO濃度を測定する。すなわち、測定ポンプ電流 I_{p3off} を得る。この測定ポンプ電流 I_{p3off} は目的成分取得手段110に入力される。

【0095】

ステップS6において、目的成分取得手段110は、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} と、該測定ポンプ電流 I_{p3off} と予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} との変化量 I_{p3} と、第1マップ112Aとに基づいてNO濃度及びNH₃濃度を取得する。

【0096】

すなわち、目的成分取得手段110は、測定ポンプ電流 I_{p3off} と、変化量 I_{p3} とから第1マップ112A上のポイントを特定する。そして、第1マップ112Aから、特定したポイントに対応するNO濃度及びNH₃濃度を読み出して、今回、測定したNO濃度及びNH₃濃度とする。第1マップ112A上に該当するポイントが存在しない場合は、上述したように、最も近いポイントを特定し、例えば既知の近似計算にてNO濃度とNH₃濃度を求める。

【0097】

あるいは、図5に示す変化量 I_{p3} とNH₃濃度との関係に基づいて、予備ポンプセル80のON時とOFF時の変化量 I_{p3} からNH₃濃度を求める。そして、予備ポンプセル80のOFF時におけるセンサ出力から得られるNO濃度、すなわち、NOとNH₃の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から、上述して求めたNH₃濃度を差し引いてNO濃度を求めてもよい。

【0098】

ステップS7において、第1ガスセンサ10Aは、NO及びNH₃の測定処理の終了要求（電源断、メンテナンス等）があるか否かを判別する。終了要求がなければ、ステップS1以降の処理を繰り返す。そして、ステップS7において、終了要求があった段階で、第1ガスセンサ10AでのNO及びNH₃の測定処理を終了する。

【0099】

このように、第1ガスセンサ10Aは、予め実験的に測定した、予備酸素濃度制御手段106の停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力（ I_{p3off} ）と、予備酸素濃度制御手段106の駆動時と停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力の差（ I_{p3} ）とで特定されるポイント毎にそれぞれNO濃度及びNH₃濃度の関係が登録された第1マップ112Aを使用するようにしている。あるいは、図5に示すように、予め実験的に求めた変化量 I_{p3} とNH₃濃度との関係を使用するようにしている。もちろん、第1マップ112Aで兼用してもよい。

【0100】

そして、実使用中の予備酸素濃度制御手段106の停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力（ I_{p3off} ）と、予備酸素濃度制御手段106の駆動時と停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力の差（ I_{p3} ）を、第1マップ112Aと比較して、NO及びNH₃の各濃度を求めるようにしている。

【0101】

これにより、排気ガスのような未燃成分、酸素の存在下に共存する複数目的成分（例えばNO、NH₃）の雰囲気下においても、複数目的成分の各濃度を長期間にわたり精度よく測定することができる。

【0102】

10

20

30

40

50

しかも、第1ガスセンサ10Aは、従来では実現できなかったNOとNH₃の各濃度を測定する処理を、ハードウェアとしての各種測定装置等を別途付加することなく、第1ガスセンサ10Aの制御系のソフトウェアを変更するだけで、容易に実現することができる。その結果、NOx浄化システムの制御並びに故障検知に対する精度を高めることができる。特に、SCRシステム下流の排気ガス中のNO及びNH₃とを区別することが可能となり、SCRシステムの尿素注入量の精密制御、及び劣化検知に寄与する。

【0103】

次に、第2の実施の形態に係るガスセンサ（以下、第2ガスセンサ10Bと記す）について図8～図13を参照しながら説明する。

【0104】

この第2ガスセンサ10Bは、図8に示すように、上述した第1ガスセンサ10Aの第1センサ素子12Aと同様の構成を有する第2センサ素子12Bを具備するが、第2目的成分がNO₂である点で異なる。

【0105】

従って、第2ガスセンサ10Bは、これら酸素濃度制御手段100又は温度制御手段102、あるいは酸素濃度制御手段100及び温度制御手段102によって、酸素濃度調整室18内のNOを分解させることなく、NO₂を全てNOに変換するように制御する。

【0106】

予備酸素濃度制御手段106は、予め設定された酸素濃度の条件と、予備酸素分圧検出センサセル84（図1参照）において生じる予備起電力V0とに基づいて、予備可変電源86をフィードバック制御することにより、予備調整室21内の酸素濃度を、条件に従った濃度に調整する。

【0107】

この予備酸素濃度制御手段106によって、予備調整室21内のNOを分解させることなく、NO₂が全てNOに変換される。

【0108】

駆動制御手段108は、予備酸素濃度制御手段106の駆動及び停止を制御する。これによって、予備ポンプセル80がON/OFF制御される。予備酸素濃度制御手段106の駆動中は、予備ポンプセル80がONとなることから、上述したように、予備調整室21内のNO₂は全てNOに変換され、第2拡散律速部32を介して酸素濃度調整室18に流入する。予備酸素濃度制御手段106の停止中は、予備ポンプセル80がOFFになることから、予備調整室21内のNO₂はNOに変換されることなく、第2拡散律速部32を介して酸素濃度調整室18に流入する。

【0109】

目的成分取得手段110は、予備酸素濃度制御手段106の駆動時における特定成分測定手段104からのセンサ出力と、予備酸素濃度制御手段106の停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力との差に基づいて、NO及びNO₂の各濃度を取得する。

【0110】

ここで、第2ガスセンサ10Bの処理動作について、図9及び図10も参照しながら説明する。

【0111】

まず、駆動制御手段108によって予備酸素濃度制御手段106が停止している期間では、図9に示すように、ガス導入口16を通じて導入したNO₂は、酸素濃度調整室18まで到達する。酸素濃度調整室18では、酸素濃度制御手段100によって、NO₂を全てNOに変換するように制御されていることから、予備調整室21から酸素濃度調整室18に流入したNO₂は酸素濃度調整室18内でNO₂ NOの分解反応が起こり、酸素濃度調整室18内の全てのNO₂がNOに変換される。

【0112】

一方、駆動制御手段108によって予備酸素濃度制御手段106が駆動している期間で

10

20

30

40

50

は、図10に示すように、予備調整室21内で NO_2 、 NO の分解反応が起こり、ガス導入口16を通じて導入された全ての NO_2 が NO に変換される。

【0113】

すなわち、予備酸素濃度制御手段106が停止状態から駆動状態に切り替わることで、 NO_2 の分解反応が起こる場所が酸素濃度調整室18から予備調整室21に移動することとなる。

【0114】

NO_2 の分解反応が起こる場所が酸素濃度調整室18から予備調整室21に移動することは、被測定ガス中の NO_2 が第2拡散律速部32を通過する際の状態が NO_2 から NO に変わることと等しい。そして、 NO 、 NO_2 は各々異なる拡散係数を持つため、第2拡散律速部32を NO で通過するか、 NO_2 で通過するかの違いは、測定室20に流れ込む NO 量の違いに相当するため、測定用ポンプセル61に流れる測定ポンプ電流 I_{p3} を変化させる。

【0115】

この場合、予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} と、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} の変化量 I_{p3} は、被測定ガス中の NO_2 の濃度によって一義的に決まる。そのため、予備ポンプセル80のON時又はOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3on} 又は I_{p3off} と、上述した測定ポンプ電流 I_{p3} の変化量 I_{p3} とから NO と NO_2 の各濃度を算出することができる。

【0116】

従って、目的成分取得手段110では、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} と、該測定ポンプ電流 I_{p3off} と予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} との変化量 I_{p3} と、第2マップ112B(図8参照)とに基づいて NO 及び NO_2 の各濃度を取得する。

【0117】

第2マップ112Bは、グラフ化して示すと、図11に示すように、横軸に、被測定ガス中の NO_2 濃度(ppm)が設定され、縦軸に、予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on} と予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} との差、すなわち、変化量 I_{p3} が設定されたグラフとなる。図11では、代表的に、予備ポンプセル80のOFF時における測定ポンプ電流値の NO 濃度換算値が例えば500ppm系、250ppm系、100ppm系であるポイントをプロットしたグラフを示す。分かり易くテーブルの形式で示すと、図12に示すような内容となる。これらの濃度は、実験あるいはシミュレーションにて求めている。

【0118】

図12からわかるように、第2マップ112Bを使用することで、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} (すなわち、従来の直列2室型 NO_x センサと同様の測定ポンプ電流値)に基づいて、500ppm系、250ppm系、100ppm系のいずれかを割り出し、変化量 I_{p3} に基づいて NO と NO_2 の各濃度を同定する。

【0119】

すなわち、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off} と、変化量 I_{p3} とから第2マップ112B上のポイントを特定することで、 NO 濃度と NO_2 濃度を同定することができる。例えば従来の直列2室型 NO_x センサと同様の測定ポンプ電流 I_{p3off} が10.67 μA であった場合、上記直列2室型 NO_x センサでは、 NO と NO_2 の合計濃度が概ね500ppmであることしかわからなかったが、第2ガスセンサ10Bにおいては、変化量 I_{p3} を組み合わせることでポイントp101では、 NO 濃度が500ppm、 NO_2 濃度が0ppm、ポイントp102では、 NO 濃度が400ppm、 NO_2 濃度が116ppm、ポイントp103では、 NO 濃度が300ppm、 NO_2 濃度が233ppmのように NO と NO_2 濃度を個別に特定することができる。第2マップ112B上に該当するポイントが存在しない場合は、最も近いポイントを特定し、例えば既知の近似計算にて NO 濃度と NO_2 濃度を求めればよい。

【0120】

また、以下の手法にてNO濃度とNO₂濃度を求めてもよい。すなわち、上述した図11に示すように、予め実験あるいはシミュレーションにて、変化量 I_{p3}とNO₂濃度との関係性を求めておき、予備ポンプセル80のON時とOFF時の変化量 I_{p3}からNO₂濃度を求める。そして、予備ポンプセル80のOFF時におけるセンサ出力から得られるNO濃度、すなわち、NOとNO₂の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から、上述して求めたNO₂濃度を差し引いてNO濃度を求めてもよい。

【0121】

ここで、第2ガスセンサ10BによるNO及びNO₂の測定処理について図13のフローチャートを参照しながら説明する。

10

【0122】

まず、図13のステップS101において、第2ガスセンサ10Bは、ガス導入口16を通じて予備調整室21内にNO及びNO₂が混在する被測定ガスを導入する。

【0123】

ステップS102において、駆動制御手段108は、予備酸素濃度制御手段106を駆動する。これにより、予備ポンプセル80がONとなる。

【0124】

ステップS103において、特定成分測定手段104は、予備ポンプセル80のON時におけるNO濃度を測定する。すなわち、測定ポンプ電流 I_{p3on}を得る。この測定ポンプ電流 I_{p3on}は目的成分取得手段110に入力される。

20

【0125】

ステップS104において、駆動制御手段108は、予備酸素濃度制御手段106の駆動を停止する。これにより、予備ポンプセル80がOFFとなる。

【0126】

ステップS105において、特定成分測定手段104は、予備ポンプセル80のOFF時におけるNO濃度を測定する。すなわち、測定ポンプ電流 I_{p3off}を得る。この測定ポンプ電流 I_{p3off}は目的成分取得手段110に入力される。

【0127】

ステップS106において、目的成分取得手段110は、予備ポンプセル80のOFF時の測定ポンプ電流 I_{p3off}と、該測定ポンプ電流 I_{p3off}と予備ポンプセル80のON時の測定ポンプ電流 I_{p3on}との変化量 I_{p3}と、第2マップ112Bとに基づいてNO濃度及びNO₂濃度を取得する。

30

【0128】

すなわち、目的成分取得手段110は、測定ポンプ電流 I_{p3off}と、変化量 I_{p3}とから第2マップ112B上のポイントを特定する。そして、第2マップ112Bから、特定したポイントに対応するNO濃度及びNO₂濃度を読み出して、今回、測定したNO濃度及びNO₂濃度とする。第2マップ112B上に該当するポイントが存在しない場合は、上述したように、最も近いポイントを特定し、例えば既知の近似計算にてNO濃度とNO₂濃度を求める。

【0129】

あるいは、図11に示す変化量 I_{p3}とNO₂濃度との関係性に基づいて、予備ポンプセル80のON時とOFF時の変化量 I_{p3}からNO₂濃度を求める。そして、予備ポンプセル80のOFF時におけるセンサ出力から得られるNO濃度、すなわち、NOとNO₂の濃度の全てをNOに換算した総NO濃度から、上述して求めたNO₂濃度を差し引いてNO濃度を求めてもよい。

40

【0130】

ステップS107において、第2ガスセンサ10Bは、NO及びNO₂の測定処理の終了要求（電源断、メンテナンス等）があるか否かを判別する。終了要求がなければ、ステップS101以降の処理を繰り返す。そして、ステップS107において、終了要求があった段階で、第2ガスセンサ10BでのNO及びNO₂の測定処理を終了する。

50

【0131】

このように、第2ガスセンサ10Bは、予め実験的に測定した、予備酸素濃度制御手段106の停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力(Ip3off)と、予備酸素濃度制御手段106の駆動時と停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力の差(Ip3)とで特定されるポイント毎にそれぞれNO濃度及びNO₂濃度の関係が登録された第2マップ112Bを使用するようにしている。あるいは、図11に示すように、予め実験的に求めた変化量Ip3とNO₂濃度との関係を使用するようにしている。もちろん、第2マップ112Bで兼用してもよい。

【0132】

そして、実使用中の予備酸素濃度制御手段106の停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力(Ip3off)と、予備酸素濃度制御手段106の駆動時と停止時における特定成分測定手段104からのセンサ出力の差(Ip3)を、第2マップ112Bと比較して、NO及びNO₂の各濃度を求めるようにしている。

【0133】

これにより、排気ガスのような未燃成分、酸素の存在下に共存する複数目的成分(例えばNO、NO₂)の雰囲気下においても、複数目的成分の各濃度を長期間にわたり精度よく測定することができる。

【0134】

しかも、第2ガスセンサ10Bは、従来では実現できなかったNOとNO₂の各濃度を測定する処理を、ハードウェアとしての各種測定装置等を別途付加することなく、第2ガスセンサ10Bの制御系のソフトウェアを変更するだけで、容易に実現することができる。その結果、NOx浄化システムの制御並びに故障検知に対する精度を高めることができる。特に、DOC(Diesel Oxidation Catalyst)触媒下流の排気ガス中のNOとNO₂とを区別することが可能となり、DOC触媒の劣化検知に寄与する。

【0135】

本発明の要旨は、下記(a)~(c)であり、NH₃やNO₂がNOに変化する反応はセンサ出力の変動が得られる範囲から任意に選ぶことができる。

(a) NH₃やNO₂がNOに変化する反応を、所定の拡散抵抗を持った拡散律速部の前後で意図的に発生させる。

(b) (a)によって、NOとNH₃又はNOとNO₂の拡散係数の違いによって生ずるセンサ出力の変動からNH₃もしくはNO₂の濃度を求める。

(c) さらに、センサ出力自身によって得られるNOとNH₃の合計濃度、もしくはNOとNO₂の合計濃度と前記変動によって得られるNH₃もしくはNO₂の濃度を比較してNO濃度を得る。

【0136】

次に、第1ガスセンサ10A及び第2ガスセンサ10Bを有する本実施の形態に係る排ガス浄化システム200について図14~図19を参照しながら説明する。

【0137】

この排ガス浄化システム200は、図14に示すように、ディーゼルエンジン等の燃烧装置202の排ガスを浄化するシステムである。排ガス浄化システム200は、燃烧装置202からのヒドロカーボンや酸化炭素を還元するDOC触媒204と、DOC触媒204の下流側に設置されたSCR触媒206と、尿素タンク208に貯留された尿素水を、SCR触媒206にその上流側から注入する尿素水注入インジェクタ210とを有する。注入は噴霧による注入も含む。燃烧装置202は、例えばECU212(電子制御装置)による所定の燃烧制御に基づいて負荷(クランク軸等)にエネルギーを付与する。

【0138】

そして、第1ガスセンサ10Aの第1センサ素子12AはSCR触媒206の下流側に設置され、第2ガスセンサ10Bの第2センサ素子12BはDOC触媒204とSCR触媒206との間、より詳細には、DOC触媒204と尿素水注入インジェクタ210との

10

20

30

40

50

間に設置される。

【0139】

第1ガスセンサ10Aを駆動制御する第1制御回路214Aは、第1センサ素子12AとECU212との間に接続され、第2ガスセンサ10Bを駆動制御する第2制御回路214Bは、第2センサ素子12BとECU212との間に接続されている。

【0140】

第1制御回路214Aは、第1ガスセンサ10Aに特化した上述した酸素濃度制御手段100、温度制御手段102、特定成分測定手段104、予備酸素濃度制御手段106、駆動制御手段108、目的成分取得手段110等を有する。

【0141】

同様に、第2制御回路214Bも、第2ガスセンサ10Bに特化した上述した酸素濃度制御手段100、温度制御手段102、特定成分測定手段104、予備酸素濃度制御手段106、駆動制御手段108、目的成分取得手段110等を有する。

【0142】

また、ECU212内には、第1制御回路214AからのNO濃度及びNH₃濃度に基づいて尿素水注入インジェクタ210の開度を制御する開度制御手段216と、NO濃度及びNH₃濃度に基づいてSCR触媒206の劣化状態を検知するSCR劣化検知手段218と、第2制御回路214BからのNO濃度及びNO₂濃度に基づいてDOC触媒204の劣化状態を検知するDOC劣化検知手段220とを有する。

【0143】

なお、ECU212についても、例えば1つ又は複数のCPU（中央処理ユニット）と記憶装置等を有する1以上の電子回路にて構成される。上記開度制御手段216、SCR劣化検知手段218、DOC劣化検知手段220は、例えば記憶装置に記憶されているプログラムをCPUが実行することにより、所定の機能が実現されるソフトウェア機能部でもある。もちろん、複数の電子回路を機能に合わせて接続したFPGA等の集積回路で構成してもよい。

【0144】

先ず、比較のために、尿素水の注入量を増加させた場合における従来のガスセンサにて測定されたNO濃度の変化、NH₃の排出量の変化、SCR効率の変化を図15を参照しながら説明する。

【0145】

図15は左側の縦軸にSCR効率（SCR触媒206のNO_x浄化効率（％））、右側の縦軸にNH₃の排出量（ppm）及び従来のガスセンサにて測定されたNO濃度（ppm）を示し、横軸に尿素水注入量を示す。図15において、特性曲線LaがNO濃度を示し、特性曲線LbがSCR効率を示し、特性曲線LcがNH₃排出量を示す。

【0146】

図15からわかるように、尿素水注入量を増加させると、SCR効率は高くなるが、排出されるNH₃の量が増加する。そのため、ガスセンサによる目標検知範囲Zaとして、SCR効率の下限が90％で、且つ、NH₃排出量の上限が10ppmの範囲に設定することが好ましい。

【0147】

しかし、NH₃排出量の増加による干渉の影響によって、SCR効率が90％以上の領域では、ガスセンサの感度（尿素水注入量の増加幅に対するガスセンサの測定値の変化幅NO）が小さくなり、しかも、エラー成分Erも含まれるため、尿素水注入量の精密な制御ができないという問題があった。

【0148】

一方、尿素水の注入量を増加させた場合における第1ガスセンサ10Aのセンサ出力の変化、NH₃排出量の変化、SCR効率の変化を図16に示す。図16において、左側の縦軸にSCR効率（％）、右側の縦軸にNH₃排出量（ppm）及び第1ガスセンサ10Aのセンサ出力Ip3（μA）を示し、横軸に尿素水注入量を示す。図16において、特

10

20

30

40

50

性曲線 L d がセンサ出力を示し、特性曲線 L b が S C R 効率を示し、特性曲線 L c が N H₃ 排出量を示す。

【 0 1 4 9 】

第 1 ガスセンサ 1 0 A では、予備酸素濃度制御手段 1 0 6 の駆動及び停止、すなわち、予備ポンプセル 8 0 の O N 及び O F F に応じて特定成分測定手段 1 0 4 からのセンサ出力 I p 3 が変動する。このセンサ出力 I p 3 の変動 (I p 3) は、N H₃ の濃度が高くなるにつれて大きくなっている。従って、上述したように、予備ポンプセル 8 0 の O N 時の測定ポンプ電流 I p 3 o n と、該測定ポンプ電流 I p 3 o n と予備ポンプセル 8 0 の O F F 時の測定ポンプ電流 I p 3 o f f との変化量 I p 3 と、第 1 マップ 1 1 2 A とに基づいて N O 及び N H₃ の各濃度を取得することができる。

10

【 0 1 5 0 】

従来では、酸素濃度調整室 1 8 で、N O を分解させることなく、N H₃ を酸化反応させて N O に変換した際のセンサ出力のみで N O と N H₃ の濃度を測定していた。これに対し、第 1 ガスセンサ 1 0 A では、予備調整室 2 1 で、N O を分解させることなく、N H₃ を酸化反応させずにそのまま酸素濃度調整室 1 8 に導入させた際のセンサ出力 I p 3 o f f に加えて、変化量 I p 3 に基づいて、第 1 マップ 1 1 2 A から N O 濃度と N H₃ 濃度を取得している。変化量 I p 3 は、上記該センサ出力 I p 3 o f f と、予備調整室 2 1 で、N O を分解させることなく、N H₃ を酸化反応させた際のセンサ出力 I p 3 o n との変化量を示す。

【 0 1 5 1 】

20

そのため、第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力に対応する濃度は、N H₃ 濃度 (変化量 I p 3 に対応する濃度) と、N O 濃度 (第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力に対応する濃度 - 変化量 I p 3 に対応する濃度) とに分けることができる。

【 0 1 5 2 】

そのため、第 1 ガスセンサ 1 0 A による目標検知範囲 Z a として、上述のように、S C R 効率の下限が 9 0 % で、N H₃ 排出量の上限が 1 0 p p m の範囲に設定して、例えばセンサ出力 I p 3 o f f の変化幅が小さくなくても、正確に N O 濃度と N H₃ 濃度を取得することが可能となる。

【 0 1 5 3 】

その結果、N H₃ 濃度と N O 濃度がそれぞれ所定の個別の濃度以下になるように尿素水注入量を調整すれば、N O x 浄化システムを正確に制御することができる。

30

【 0 1 5 4 】

ここで、尿素水注入量と第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力との関係を図 1 7 A 及び図 1 7 B を参照しながら説明する。

【 0 1 5 5 】

図 1 7 A は、尿素水注入量の過不足と第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力との関係を示す。尿素水注入量が当量点よりも少ない領域では、尿素水注入によって生成された N H₃ の全てが N O x の分解に消費されるため、N H₃ の流出はほとんどない。そのため、第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力は、予備ポンプセル 8 0 の O N 時のセンサ出力と O F F 時のセンサ出力とが略同等となり、図 1 7 A の実線 L d 1 に示すように、尿素水注入量が増加するにつれて直線状に低下する。そして、当量点においてセンサ出力は最低となる。

40

【 0 1 5 6 】

一方、尿素水注入量が当量点を超えると、過剰な尿素が N H₃ として残存するため、残存する N H₃ 排出量が予備ポンプセル 8 0 の O N 時のセンサ出力と O F F 時のセンサ出力との変化量 I p 3 として検出される。すなわち、図 1 7 A の実線 L d 2 に示すように、第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力は矩形状を示す。そして、N H₃ の流出量の増加に伴い、変化量 I p 3 が大きくなる。

【 0 1 5 7 】

図 1 7 A に示す第 1 ガスセンサ 1 0 A のセンサ出力は、図 1 7 B に示すように、N O についてのセンサ出力 (N O 出力) と、N H₃ についてのセンサ出力 (N H₃ 出力) とに分

50

離することができる。この場合、NO出力は、尿素水注入量の不足領域において当量点に向かって直線的に減少してゆく。そして、NO出力は、尿素水流入量の当量点で最低値となり、尿素水注入量の過剰領域で最低値を維持する。

【0158】

NH₃出力は、NO出力とは反対に、尿素水注入量の不足領域及び当量点で最低値を示し、尿素水注入量の過剰領域では、過剰な尿素によって発生するNH₃の濃度に応じた出力を示す。

【0159】

このような尿素水注入量に対するNO出力及びNH₃出力の変化を利用して、尿素水注入インジェクタ210の開度（以下、尿素インジェクタ開度と記す）を制御することで、

10

【0160】

一例として、NO出力（NO濃度）及びNH₃出力（NH₃濃度）の変化を用いた尿素インジェクタ開度の制御について、図18A～図18Cを参照しながら説明する。図18Aは、時間の経過に伴うNO出力の変化を示すグラフであり、図18Bは、時間の経過に伴うNH₃出力の変化を示すグラフであり、図18Cは、時間の経過に伴う尿素インジェクタ開度の変化を示すグラフである。

【0161】

まず、NO出力（NO濃度）が第1閾値Th1に到達した時点t0から尿素インジェクタ開度を広げてゆく。第1閾値Th1は、NO出力とNH₃出力の各当量点でのNO出力

20

【0162】

尿素水注入量が当量点に達する時点t1までNO出力は減少し、当量点の通過後もNO出力は最低値を維持する。

【0163】

当量点を通過した時点t1からNH₃出力（NH₃濃度）が増加を始めるので、NH₃出力が第2閾値Th2に到達した時点t2で尿素インジェクタ開度を絞り始める。第2閾値Th2は、NO出力とNH₃出力の各当量点でのNH₃出力よりも高い値に設定される。例えば2～10ppmに対応するNH₃出力の値に設定される。

【0164】

30

尿素インジェクタ開度を絞り続けるとNH₃出力が減少を始め、当量点に到達した時点t3においてNH₃出力は最低値に達し、当量点の通過後も最低値を維持する。

【0165】

当量点を通過した時点t3からNO出力の増加が始まり、その後の時点t4において第1閾値Th1に達するので、時点t4で尿素インジェクタ開度を広げ始める。その後は、時点t0以降の制御動作と同じであるため、その説明を省略する。

【0166】

上述のように、第1ガスセンサ10Aは、SCR触媒206下流の排気ガス中のNO及びNH₃とを区別することが可能である。この場合、SCR触媒206の劣化検知には、NO/NH₃比率を測定することが効果的である。従って、図14に示すように、ECU212内のSCR劣化検知手段218において、第1制御回路214AからのNO濃度とNH₃濃度に基づいてNO/NH₃を演算することで、SCR触媒206の劣化検知を実施することができる。SCR触媒206の劣化の情報は、例えば表示装置222を通じて表示される。また、SCR触媒206下流の排気ガスにNO₂が存在していても、実験により求められた補正值、もしくは経験的な補正值により、実質的に問題のないSCR触媒システムの制御が可能である。

40

【0167】

同様に、第2ガスセンサ10Bは、DOC触媒204下流の排気ガス中のNOとNO₂とを区別することが可能である。この場合、DOC触媒204の初期の劣化（酸化能力の低下）では、HC等の未燃成分の排出量の増加よりも、NO/NO₂比率の変化（NO₂

50

が減少)が顕著である。従って、ECU 212内のDOC劣化検知手段220において、第2制御回路214BからのNO濃度とNO₂濃度に基づいてNO/NO₂を演算することで、DOC触媒204の劣化検知を実施することができる。DOC触媒204の劣化の情報は、例えば表示装置222を通じて表示される。

【0168】

ここで、本実施の形態に係る排ガス浄化システム200の処理動作について図19のフローチャートを参照しながら説明する。

【0169】

先ず、ステップS201において、開度制御手段216は、第1制御回路214AからのNO出力(NO濃度)が第1閾値Th1に達したか否かを判別する。第1閾値Th1に達していれば、ステップS202に進み、開度制御手段216は、尿素インジェクタ開度を時間の経過と共に開く方向に制御する。

10

【0170】

上記ステップS201において、NO出力(NO濃度)が第1閾値Th1に達していないと判別された場合は、ステップS203に進み、開度制御手段216は、第1制御回路214AからのNH₃出力(NH₃濃度)が第2閾値Th2に達したか否かを判別する。第2閾値Th2に達していれば、ステップS204に進み、開度制御手段216は、尿素インジェクタ開度を時間の経過と共に閉じる方向に制御する。

【0171】

上記ステップS202あるいはステップS204での処理が終了した段階、又はステップS203において、NH₃出力(NH₃濃度)が第2閾値Th2に達していないと判別された場合は、次のステップS205に進み、開度制御手段216は、尿素インジェクタ開度が所定の開度、例えば全開の3/4の開度(3/4開度という)に達したか否かを判別する。開度が3/4開度に達していれば、ステップS206に進み、SCR劣化検知手段218は、第1制御回路214AからのNO濃度とNH₃濃度に基づいてNO/NH₃を演算する。

20

【0172】

上記ステップS206での処理が終了した段階、又はステップS205において、尿素インジェクタ開度が3/4開度に達していないと判別された場合は、次のステップS207において、SCR劣化検知手段218は、演算結果に応じたSCR触媒206の劣化情報を表示装置222に表示する。例えば演算結果が1を超過していれば、SCR触媒206が劣化している旨のメッセージを表示し、演算結果が1以下であれば、SCR触媒206が劣化していない旨のメッセージを表示する。

30

【0173】

その後、ステップS208において、DOC劣化検知手段220は、第2制御回路214BからのNO濃度とNO₂濃度に基づいてNO/NO₂を演算する。その後、ステップS209において、DOC劣化検知手段220は、演算結果に応じたDOC触媒204の劣化情報を表示装置222に表示する。例えば演算結果が1を超過していれば、DOC触媒204が劣化している旨のメッセージを表示し、演算結果が1以下(ほとんどの場合は1)であれば、DOC触媒204が劣化していない旨のメッセージを表示する。

40

【0174】

その後、ステップS210において、排ガス浄化システム200に対する終了要求(電源断、メンテナンス要求等)があるか否かを判別する。終了要求がなければ、ステップS201に戻り、該ステップS201以降の処理を繰り返す。終了要求があれば、排ガス浄化システム200での処理を終了する。

【0175】

通常、従来の直列2室型NOxセンサと、酸化物半導体電極の抵抗変化、もしくは混成電位を利用したNH₃センサとをSCR触媒の下流側に取り付けて、各々の成分を別々に測定することでSCRシステムの制御、故障診断を行う方法が考えられる。

50

【0176】

しかしながら、各々のセンサの感度、及び応答速度の違い、加えて各々のセンサの経時劣化の違いから、長期にわたって精度よく尿素水注入量の制御、SCR触媒206の劣化検知を実施することができない。

【0177】

これは、DOC触媒204の劣化検知についても同様であり、DOC触媒204の下流側に、従来の直列2室型NO_xセンサと、酸化物半導体電極の抵抗変化、もしくは混成電位を利用したNO₂センサとを取り付けて、各々の成分を別々に測定することでDOC触媒204の劣化検知を行う方法が考えられる。

【0178】

本実施の形態に係る排ガス浄化システム200は、NH₃のような極めて不安定な成分においても、確実に拡散係数差を検出することができ、1本のセンサ素子でNOとNH₃の各濃度を検出できる第1ガスセンサ10Aを用いるようにしている。

【0179】

すなわち、1本の第1ガスセンサ10Aからの出力、すなわち、NO濃度とNH₃濃度に基づいて、尿素水注入量の制御とSCR触媒206の劣化検知を行うことで、従来のような、直列2室型NO_xセンサとその他のセンサとの組み合わせによる個体間の出力ばらつきの影響を受けない。さらには、センサ出力の経時変化の個体間のばらつきの影響も受けないため、長期間にわたり精度よくNO_x浄化とNH₃排出量の抑制を行うことができる。

【0180】

しかも、1本の第2ガスセンサ10Bからの出力、すなわち、NO濃度とNO₂濃度に基づいて、DOC触媒204の劣化検知を行うようにしたので、長期間にわたり精度よくDOC触媒204の劣化検知を行うことができる。

【0181】

なお、本発明に係る排ガス浄化システム及び排ガス浄化方法は、上述の実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0182】

上述の例では、副調整室18bに隣接して測定室20を設け、測定室20内に測定電極62を配置するようにしたが、その他、図20に示すように、副調整室18b内に測定電極62を配置し、測定電極62を被覆するように、第3拡散律速部34となるアルミナ(A₁O₃)等のセラミックス多孔体にて構成される膜を形成してもよい。この場合、測定電極62の周囲が測定室20として機能することになる。

【0183】

また、上述の例では予備調整室21内にて第2目的成分であるNH₃、もしくはNO₂が変換率100%でNOに変換される例を示したが、NH₃もしくはNO₂の変換率は100%である必要はなく、被測定ガス中のNH₃濃度もしくはNO₂濃度と再現性の良い相関が得られる範囲で変換率を任意に設定することができる。

【0184】

また、予備酸素濃度制御手段106の駆動は、予備調整室21内から酸素を汲み出す方向でも、汲み入れる方向でも良く、第2目的成分であるNH₃もしくはNO₂の存在によって、測定用ポンプセル61の出力である測定ポンプ電流I_{p3}が再現性良く変化すれば良い。

【0185】

さらには、予備酸素濃度制御手段106の駆動は、一定電圧の印加のON-OFFでも、予備調整室21内の酸素濃度に基づいた可変電圧のON-OFFでも良い。

【0186】

加えて、予備酸素濃度制御手段106の駆動時間、停止時間は、第1目的成分、第2目的成分の所望の検出精度に応じて任意に設定することができる。

10

20

30

40

50

なお、本発明の実施に当たっては、本発明の思想を損なわない範囲で自動車用部品としての信頼性向上のための諸手段が付加されても良い。

【 図 1 】

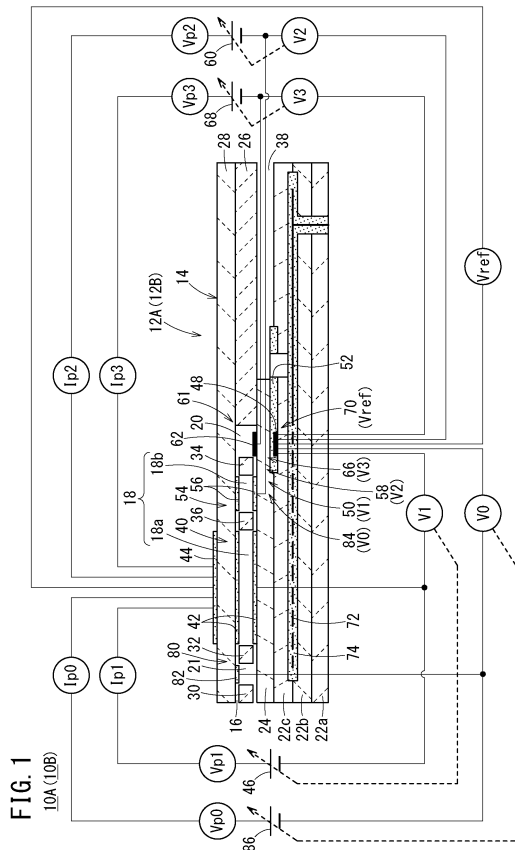


FIG. 1
10A (10B)

【 図 2 】

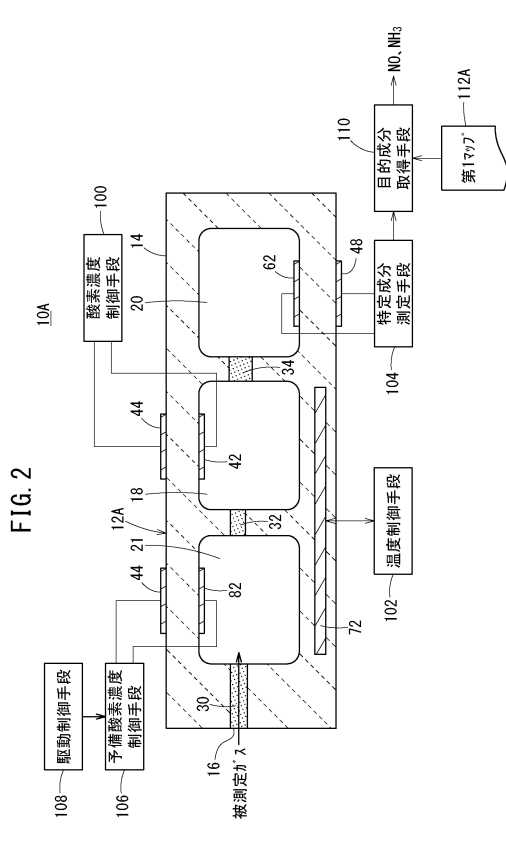


FIG. 2

108 駆動制御手段

106 予備酸素濃度
制御手段

100 酸素濃度
制御手段

102 温度制御手段

104 特定成分
測定手段

110 目的成分
取得手段

112A 第1277

NOx NH3

16 被測定ガス

30 測定ガス

14

18

20

21

22

32

34

42

44

48

62

72

82

【 図 3 】

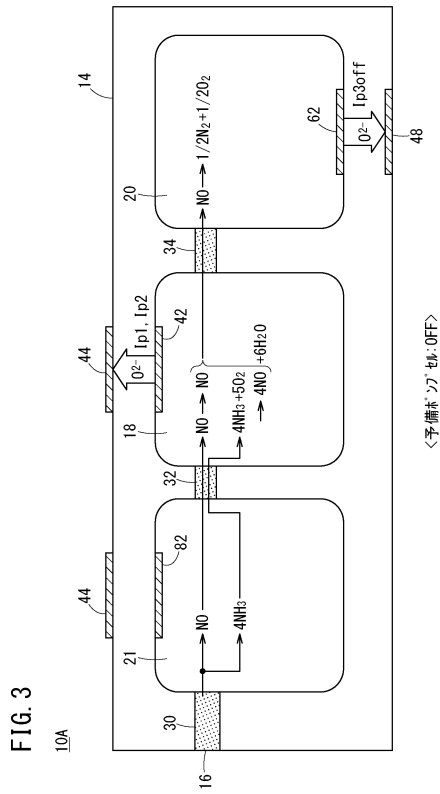


FIG. 3

【 図 4 】

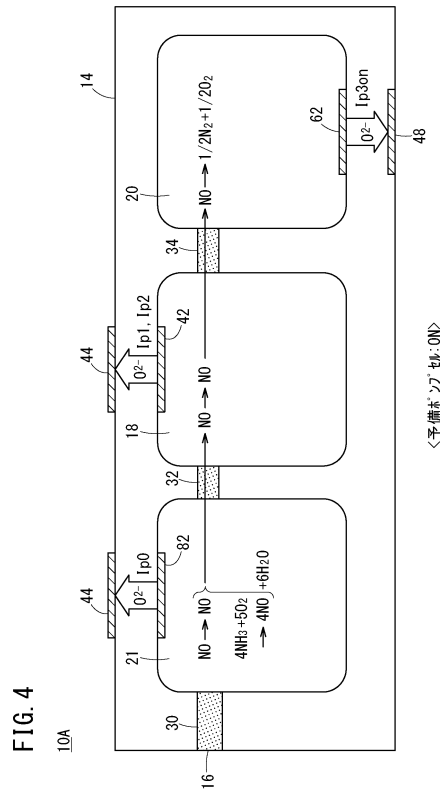


FIG. 4

【 図 5 】

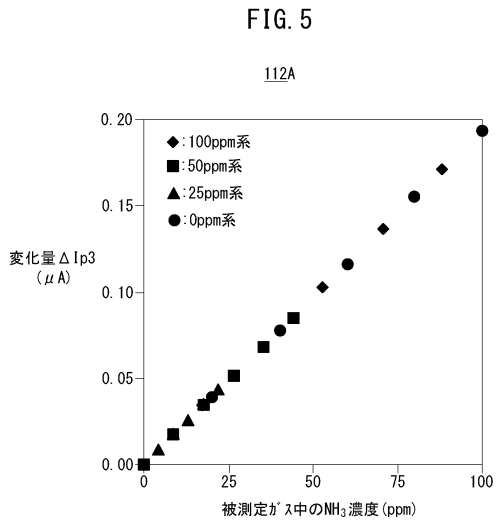


FIG. 5

【 図 6 】

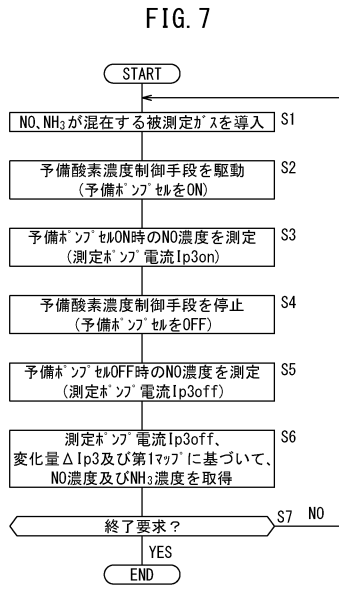
112A

FIG. 6

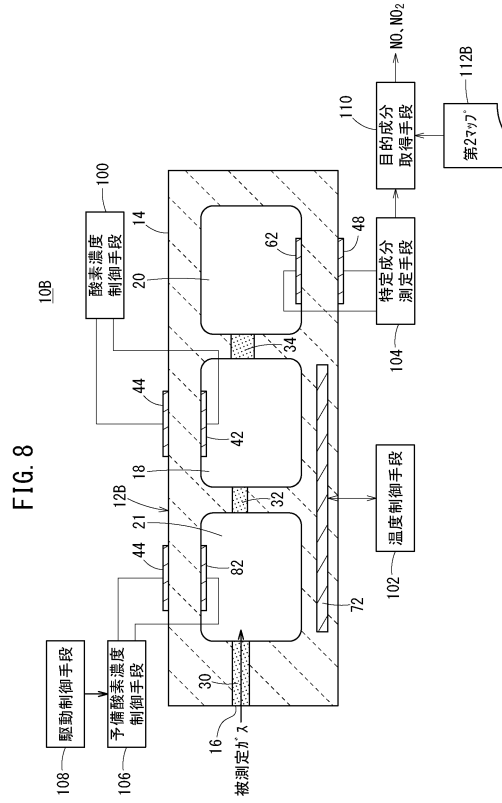
112A

	NO濃度 (ppm)	NH ₃ 濃度 (ppm)	Ip3off (μA)	Ip3on (μA)	Δ Ip3 (μA)	ポイント
100ppm系	100	0.0	2.137	2.137	0.000	p1
	80	17.6	2.137	2.103	0.034	p2
	60	35.2	2.137	2.069	0.068	p3
	40	52.8	2.137	2.035	0.102	p4
	20	70.4	2.137	2.000	0.137	p5
	0	88.0	2.137	1.966	0.171	p6
50ppm系	50	0.0	1.070	1.070	0.000	p7
	40	8.8	1.070	1.053	0.017	p8
	30	17.6	1.070	1.036	0.034	p9
	20	26.4	1.070	1.019	0.051	p10
	10	35.2	1.070	1.002	0.068	p11
	0	44.0	1.070	0.985	0.085	p12
25ppm系	25	0.0	0.537	0.537	0.000	p13
	20	4.4	0.537	0.528	0.009	p14
	15	8.8	0.537	0.519	0.017	p15
	10	13.2	0.537	0.511	0.026	p16
	5	17.6	0.537	0.502	0.034	p17
	0	22.0	0.537	0.494	0.043	p18
0ppm系	0	0.0	0.003	0.003	0.000	p19
	0	20.0	0.488	0.449	0.039	p20
	0	40.0	0.973	0.895	0.078	p21
	0	60.0	1.458	1.342	0.116	p22
	0	80.0	1.943	1.788	0.155	p23
	0	100.0	2.428	2.234	0.194	p24

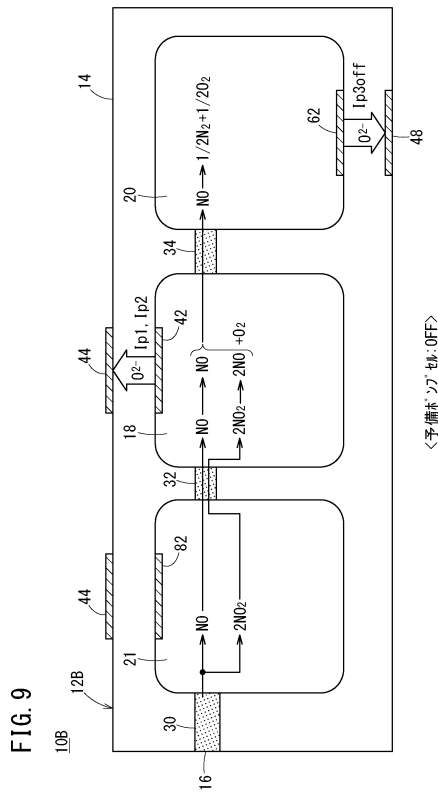
【図7】



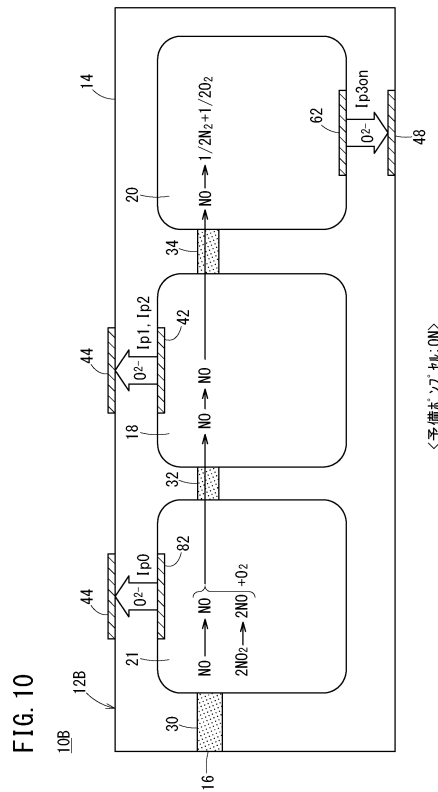
【図8】



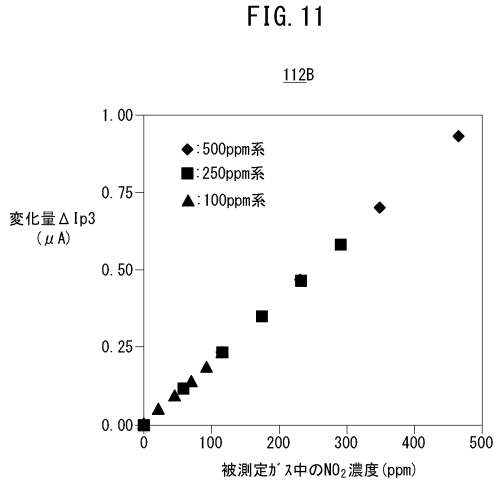
【図9】



【図10】



【図11】



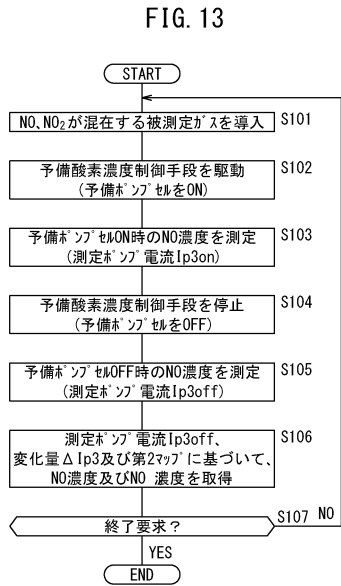
【図12】

FIG. 12

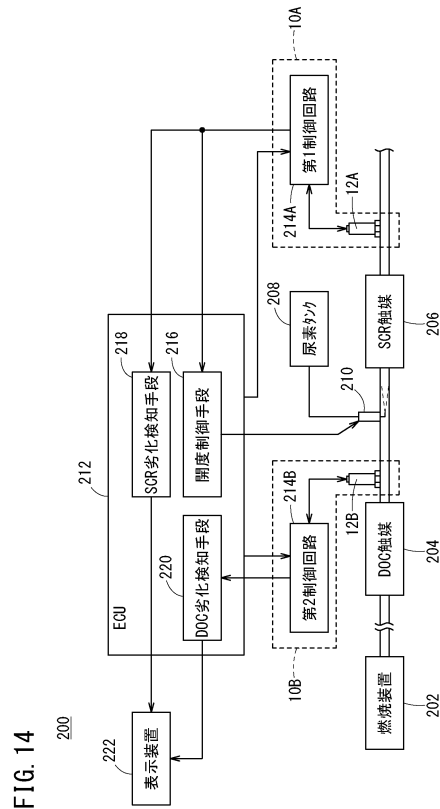
112B

	NO濃度 (ppm)	NO ₂ 濃度 (ppm)	Ip3on (μA)	Ip3off (μA)	ΔI_{p3} (μA)	ポイント
500ppm系	500	0.0	10.67	10.67	0.00	p101
	400	116.0	10.91	10.67	0.23	p102
	300	233.0	11.14	10.67	0.47	p103
	200	349.0	11.37	10.67	0.70	p104
	100	465.0	11.60	10.67	0.93	p105
	0	582.0	11.84	10.67	1.16	p106
250ppm系	250	0.0	5.34	5.34	0.00	p107
	200	58.0	5.45	5.34	0.12	p108
	150	116.0	5.57	5.34	0.23	p109
	100	175.0	5.69	5.34	0.35	p110
	50	233.0	5.80	5.34	0.47	p111
	0	291.0	5.92	5.34	0.58	p112
100ppm系	100	0.0	2.14	2.14	0.00	p113
	80	23.3	2.18	2.14	0.05	p114
	60	46.6	2.23	2.14	0.09	p115
	40	69.8	2.28	2.14	0.14	p116
	20	93.1	2.32	2.14	0.19	p117
	0	116.4	2.37	2.14	0.23	p118
0ppm系	0	0.0	0.00	0.00	0.00	-

【図13】



【図14】



【 図 15 】

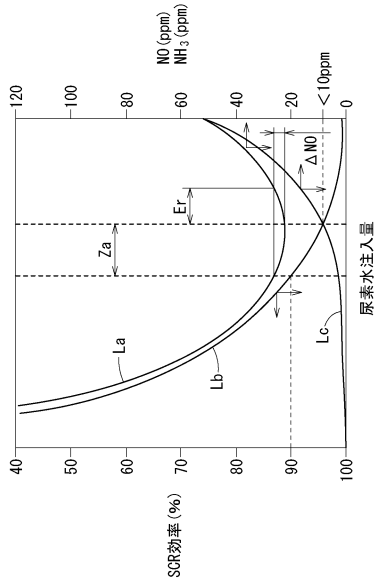


FIG. 15

【 図 16 】

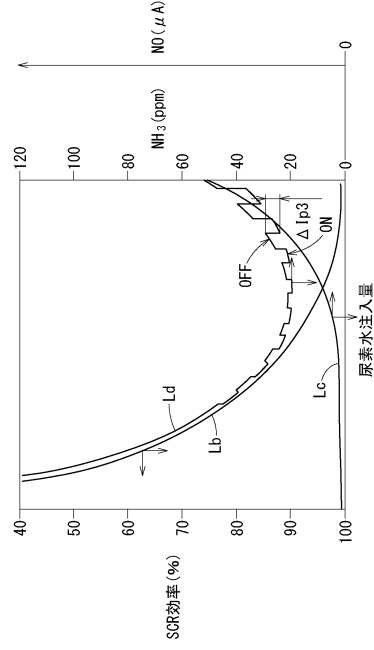


FIG. 16

【 図 17 】

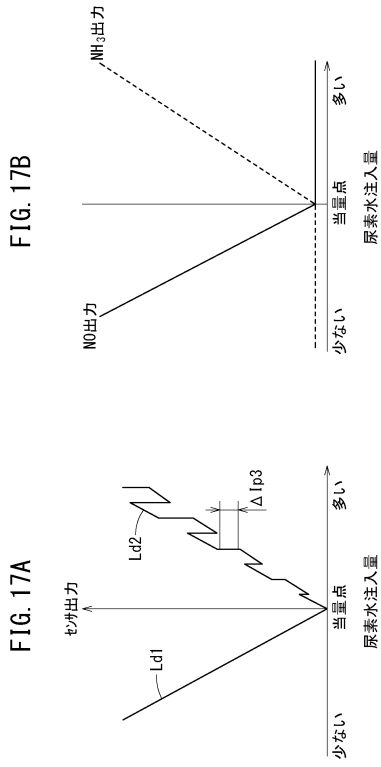


FIG. 17A

FIG. 17B

【 図 18 】

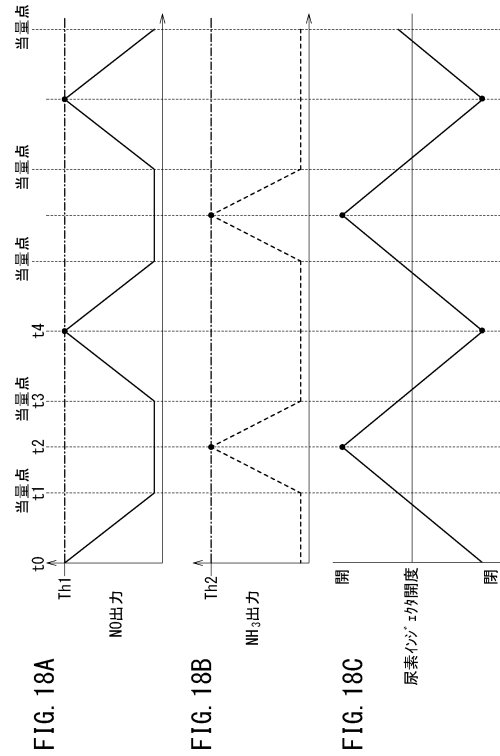


FIG. 18A

FIG. 18B

FIG. 18C

【 図 19 】

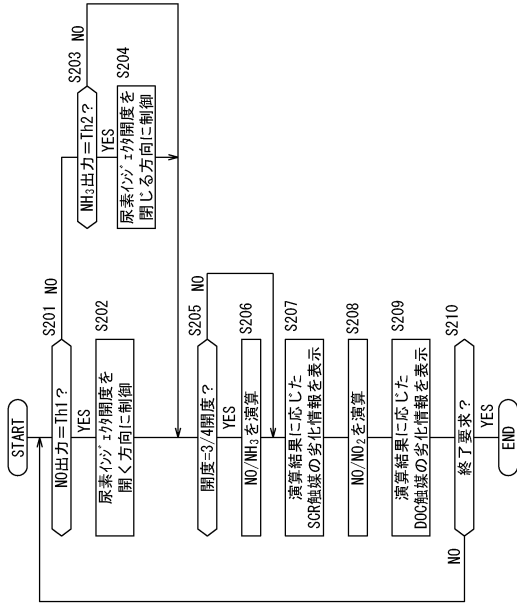


FIG. 19

【 図 20 】

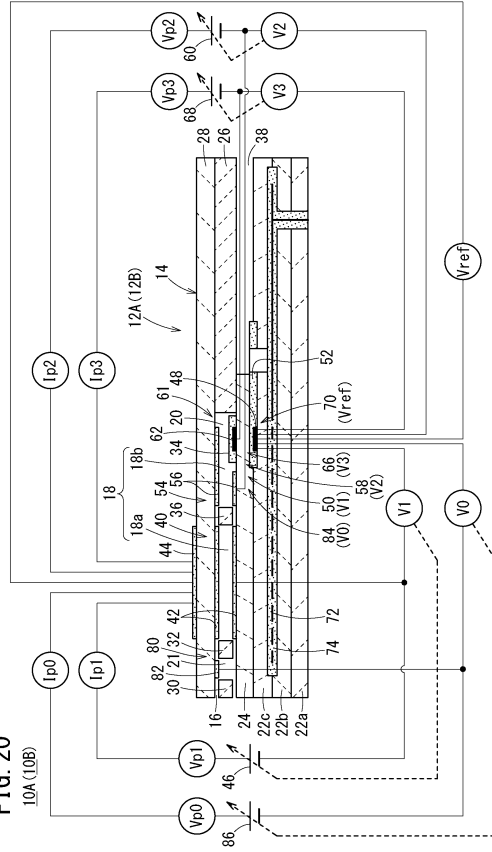


FIG. 20

フロントページの続き

(72)発明者 中垣 邦彦

ドイツ連邦共和国、クロンベルク・イム・タウンス ディー - 6 1 4 7 6 ・ヴェスターバッハシュ
トラッセ 32、エヌジーケー ヨーロッパ ゲーエムベーハー内

審査官 坂口 達紀

(56)参考文献 特開2009 - 156229 (JP, A)

特開2016 - 014597 (JP, A)

特開2015 - 034814 (JP, A)

特開2013 - 221931 (JP, A)

特開2013 - 253540 (JP, A)

特開2014 - 062541 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/08 - 3/38,

B01D 53/94,

G01N 27/416 - 27/49