

(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2017-155716

(P2017-155716A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
FO2D	41/04	(2006.01)	FO2D	41/04	355	3G091	
FO1N	3/00	(2006.01)	FO1N	3/00	F	3G301	
FO2D	45/00	(2006.01)	FO2D	45/00	310G	3G384	

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2016-42072 (P2016-42072)
 (22) 出願日 平成28年3月4日 (2016.3.4)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100153729
 弁理士 森本 有一
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100147555
 弁理士 伊藤 公一
 (74) 代理人 100130133
 弁理士 曾根 太樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

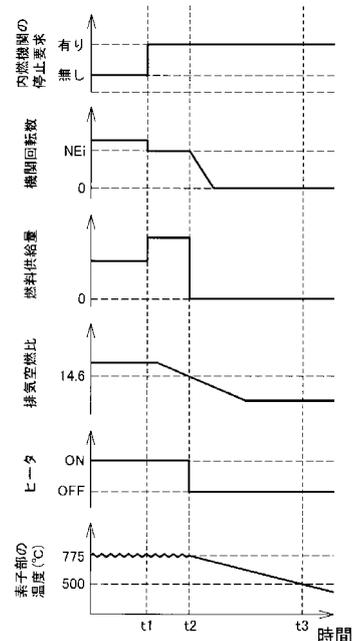
(57) 【要約】

【課題】 ポンプセルからのAuの蒸散によるセンサセルの出力低下を抑制することができる内燃機関の制御装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関1の制御装置は、内燃機関の停止要求に応じて該内燃機関を停止させる内燃機関停止部と、ヒータ55を制御するヒータ制御部と、ポンプセル52の出力に基づいて排気ガスの空燃比を推定する空燃比推定部と、空燃比推定部によって推定された空燃比に基づいて排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御部とを備える。空燃比制御部は、内燃機関の停止が要求されたときに、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には、排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御し、内燃機関停止部は、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに内燃機関を停止させ、ヒータ制御部は、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときにヒータをオフにする。

【選択図】 図6

図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の排気通路には、該排気通路を流れる排気ガス中の窒素酸化物濃度を検出する窒素酸化物センサが配置されており、

前記窒素酸化物センサは、

前記排気ガスが被測ガスとして導入される被測ガス室と、

酸化物イオン伝導性を有するセンサ用固体電解質層と、前記被測ガスに曝されるように前記センサ用固体電解質層の一方の側面上に配置された第一電極と、基準ガスに曝されるように前記センサ用固体電解質層の他方の側面上に配置された第二電極とを有するセンサセルと、

10

酸化物イオン伝導性を有するポンプ用固体電解質層と、前記被測ガスに曝されるように前記ポンプ用固体電解質層の一方の側面上に配置され且つ白金 - 金合金から構成された第三電極と、前記基準ガスに曝されるように前記ポンプ用固体電解質層の他方の側面上に配置された第四電極とを有すると共に、前記被測ガスの流れ方向において前記センサセルよりも上流側に配置されたポンプセルと、

前記センサセル及び前記ポンプセルを加熱するヒータと、を備え、

当該制御装置は、

前記内燃機関の停止要求に応じて該内燃機関を停止させる内燃機関停止部と、

前記ヒータを制御するヒータ制御部と、

20

前記ポンプセルの出力に基づいて、前記被測ガス室に導入される導入排気ガスの空燃比を推定する空燃比推定部と、

前記空燃比推定部によって推定された空燃比に基づいて前記導入排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御部と、を備え、

前記空燃比制御部は、前記内燃機関の停止が要求されたときに、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には、前記導入排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御し、前記内燃機関停止部は、前記内燃機関の停止が要求された後、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに前記内燃機関を停止させ、前記ヒータ制御部は、前記内燃機関の停止が要求された後、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに前記ヒータを

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関の排気通路を流れる排気ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）濃度を検出するために、内燃機関の排気通路に窒素酸化物（ NO_x ）センサを配置することが知られている。

40

【0003】

特許文献 1 に記載されるように、 NO_x センサは、排気ガスが被測ガスとして導入される被測ガス室と、被測ガス中の酸素を排出するポンプセルと、被測ガス中の NO_x 濃度を検出するセンサセルとを備えている。ポンプセルの陰極は、酸素分解機能を有し且つ NO_x 分解機能を有しない白金 - 金合金（Pt - Au 合金）から構成される。一方、センサセルの陰極は、 NO_x 分解機能を有する白金 - ロジウム合金（Pt - Rh 合金）から構成される。

【0004】

また、 NO_x センサは、センサセル及びポンプセルを加熱するヒータも備えている。ヒータは、 NO_x センサによる NO_x 濃度の検出精度を確保すべく、センサセル及びポンプ

50

セルの温度を活性温度以上に加熱する。しかしながら、ポンプセルの温度が過剰に高くなると、ポンプセルの陰極から金 (Au) が蒸散する。蒸散した Au は、センサセルの陰極に付着し、センサセルの出力を恒久的に低下させる。このため、NO_x センサによって排気ガス中の NO_x 濃度を検出する間、ポンプセルの温度は所定の制御温度 (例えば 750 ~ 800) に制御される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平10-038845号公報

【特許文献2】特開平01-257739号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、内燃機関の停止が要求されると、内燃機関を停止させると共に NO_x センサのヒータをオフにする。この結果、ポンプセルの温度は制御温度から徐々に低下する。本願の発明者は、内燃機関の停止後にポンプセルの温度が低下する際にも、ポンプセルからの Au の蒸散によってセンサセルの出力が低下することを見出した。

【0007】

そこで、本発明の目的は、ポンプセルからの Au の蒸散によるセンサセルの出力低下を抑制することができる内燃機関の制御装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、第1の発明では、内燃機関の制御装置であって、前記内燃機関の排気通路には、該排気通路を流れる排気ガス中の窒素酸化物濃度を検出する窒素酸化物センサが配置されており、前記窒素酸化物センサは、前記排気ガスが被測ガスとして導入される被測ガス室と、酸化物イオン伝導性を有するセンサ用固体電解質層と、前記被測ガスに曝されるように前記センサ用固体電解質層の一方の側面上に配置された第一電極と、基準ガスに曝されるように前記センサ用固体電解質層の他方の側面上に配置された第二電極とを有するセンサセルと、酸化物イオン伝導性を有するポンプ用固体電解質層と、前記被測ガスに曝されるように前記ポンプ用固体電解質層の一方の側面上に配置され且つ白金-金合金から構成された第三電極と、前記基準ガスに曝されるように前記ポンプ用固体電解質層の他方の側面上に配置された第四電極とを有すると共に、前記被測ガスの流れ方向において前記センサセルよりも上流側に配置されたポンプセルと、前記センサセル及び前記ポンプセルを加熱するヒータと、を備え、当該制御装置は、前記内燃機関の停止要求に応じて該内燃機関を停止させる内燃機関停止部と、前記ヒータを制御するヒータ制御部と、前記ポンプセルの出力に基づいて、前記被測ガス室に導入される導入排気ガスの空燃比を推定する空燃比推定部と、前記空燃比推定部によって推定された空燃比に基づいて前記導入排気ガスの空燃比を制御する空燃比制御部と、を備え、前記空燃比制御部は、前記内燃機関の停止が要求されたときに、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には、前記導入排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御し、前記内燃機関停止部は、前記内燃機関の停止が要求された後、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに前記内燃機関を停止させ、前記ヒータ制御部は、前記内燃機関の停止が要求された後、前記空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに前記ヒータをオフにする、内燃機関の制御装置が提供される。

30

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、ポンプセルからの Au の蒸散によるセンサセルの出力低下を抑制することができる内燃機関の制御装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の第一実施形態に係る内燃機関の制御装置が用いられる内燃機関を概略的に示す図である。

【 図 2 】 図 2 は、NO_xセンサの拡大断面図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 2 の A - A 線に沿ったNO_xセンサの断面図である。

【 図 4 】 図 4 は、PtO₂、Au、Pt及びPt - Au合金の飽和蒸気圧と温度との関係を示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、ポンプセルの温度が中間温度領域にあるときの排気ガスの空気過剰率とAuの蒸散量との関係を示す図である。

【 図 6 】 図 6 は、内燃機関の停止が要求されるときの素子部の温度等の概略的なタイムチャートである。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の第一実施形態における内燃機関停止処理の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の第二実施形態における内燃機関停止処理の制御ルーチンを示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同様な構成要素には同一の参照番号を付す。

【 0 0 1 2 】

< 第一実施形態 >

以下、図 1 ~ 図 7 を参照して、本発明の第一実施形態について説明する。

【 0 0 1 3 】

< 内燃機関全体の説明 >

図 1 は、本発明の第一実施形態に係る内燃機関の制御装置が用いられる内燃機関 1 を概略的に示す図である。図 1 に示される内燃機関 1 は、圧縮自着火式内燃機関（ディーゼルエンジン）である。内燃機関 1 は例えば車両に搭載される。

【 0 0 1 4 】

図 1 を参照すると、内燃機関 1 は、機関本体 100 と、各気筒の燃焼室 2 と、燃焼室 2 内に燃料を噴射する電子制御式燃料噴射弁 3 と、吸気マニホールド 4 と、排気マニホールド 5 とを備える。吸気マニホールド 4 は吸気管 6 を介してターボチャージャ（過給機）7 のコンプレッサ 7 a の出口に連結される。コンプレッサ 7 a の入口は吸気管 6 を介してエアクリーナ 8 に連結される。吸気管 6 内にはステップモータにより駆動されるスロットル弁 9 が配置される。さらに、吸気管 6 周りには吸気管 6 内を流れる吸入空気を冷却するための冷却装置 13 が配置される。図 1 に示した内燃機関 1 では機関冷却水が冷却装置 13 内に導かれ、機関冷却水によって吸入空気が冷却される。吸気マニホールド 4 及び吸気管 6 は、空気を燃焼室 2 に導く吸気通路を形成する。

【 0 0 1 5 】

一方、排気マニホールド 5 は排気管 27 を介してターボチャージャ 7 のタービン 7 b の入口に連結される。タービン 7 b の出口は、排気管 27 を介して、排気浄化触媒 28 を内蔵したケーシング 29 に連結される。排気マニホールド 5 及び排気管 27 は、燃焼室 2 における混合気の燃焼によって生じた排気ガスを排出する排気通路を形成する。排気浄化触媒 28 は、例えば、排気ガス中のNO_xを還元浄化する選択還元型NO_x低減触媒（SCR触媒）又はNO_x吸蔵還元触媒である。また、排気通路には、排気ガス中の粒子状物質（PM）を低減するために、酸化触媒、ディーゼルパティキュレートフィルタ（DPF）等が配置されてもよい。

【 0 0 1 6 】

排気マニホールド 5 と吸気マニホールド 4 とは排気ガス再循環（以下、「EGR」という）通路 14 を介して互いに連結される。EGR通路 14 内には電子制御式EGR制御弁 15 が配置される。また、EGR通路 14 周りにはEGR通路 14 内を流れるEGRガスを冷

10

20

30

40

50

却するための EGR 冷却装置 20 が配置される。図 1 に示した実施形態では機関冷却水が EGR 冷却装置 20 内に導かれ、機関冷却水によって EGR ガスが冷却される。

【0017】

燃料は電子制御式の吐出量可変な燃料ポンプ 19 によって燃料タンク 33 から燃料配管 34 を介してコモンレール 18 内に供給される。コモンレール 18 内に供給された燃料は各燃料供給管 17 を介して各燃料噴射弁 3 に供給される。

【0018】

内燃機関 1 の各種制御は電子制御ユニット (ECU) 80 によって実行される。ECU 80 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 81 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 82、RAM (ランダムアクセスメモリ) 83、CPU (マイクロプロセッサ) 84、入力ポート 85 及び出力ポート 86 を備える。負荷センサ 101 及びエアフロメータ 102 の出力が、対応する AD 変換器 87 を介して入力ポート 85 に入力される。一方、出力ポート 86 は、対応する駆動回路 88 を介して、燃料噴射弁 3、スロットル弁駆動用ステップモータ、EGR 制御弁 15 及び燃料ポンプ 19 に接続されている。

10

【0019】

負荷センサ 101 は、アクセルペダル 120 の踏み込み量に比例した出力電圧を発生させる。したがって、負荷センサ 101 は機関負荷を検出する。エアフロメータ 102 は、吸気通路においてエアクリーナ 8 とコンプレッサ 7a との間に配置され、吸気管 6 内を流れる空気流量を検出する。さらに、入力ポート 85 には、クランクシャフトが例えば 15° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 108 が接続され、クランク角センサ 108 によって機関回転数が検出される。

20

【0020】

なお、内燃機関 1 は、燃焼室に点火プラグが配置された火花点火式内燃機関であってもよい。また、気筒配列、吸排気系の構成及び過給機の有無のような内燃機関 1 の具体的な構成は、図 1 に示した構成と異なってもよい。

【0021】

<NOx センサの説明>

内燃機関 1 の排気通路には、さらに、窒素酸化物 (NOx) センサ 10 が配置されている。NOx センサ 10 は、内燃機関 1 の排気通路を流れる排気ガス中の窒素酸化物 (NOx) 濃度を検出する。NOx センサ 10 は、所定の電圧を印加したときにセンサ内に流れる限界電流を検出することによって排気ガス中の NOx 濃度を算出する限界電流式 NOx センサである。本実施形態では、NOx センサ 10 は排気通路において排気浄化触媒 28 の排気流れ方向上流側に配置されている。なお、NOx センサ 10 は、排気通路の他の位置、例えば排気浄化触媒 28 の排気流れ方向下流側に配置されてもよい。

30

【0022】

以下、図 2 及び図 3 を参照して、NOx センサ 10 の構成について説明する。図 2 は、NOx センサ 10 の拡大断面図である。図 2 では、NOx センサ 10 の一部が断面図で示されている。NOx センサ 10 は、先端部 10a が排気管 27 に挿入された状態で排気管 27 に固定される。NOx センサ 10 は、その内部に、板状の形状を有する素子部 10b を備えている。

40

【0023】

図 3 は、図 2 の A-A 線に沿った NOx センサ 10 の断面図である。図 3 に示されるように、NOx センサ 10 の素子部 10b は、被測ガス室 30、第一基準ガス室 31、第二基準ガス室 32、センサセル 51、ポンプセル 52 及びモニタセル 53 を備えている。NOx センサ 10 が内燃機関 1 の排気通路に配置されたとき、被測ガス室 30 には、排気通路を流れる排気ガスが被測ガスとして導入される。第一基準ガス室 31 及び第二基準ガス室 32 には基準ガスが導入される。基準ガスは例えば大気である。

【0024】

素子部 10b は、複数の層を積層して構成されている。具体的には、素子部 10b は、

50

第一固体電解質層 1 1、第二固体電解質層 1 2、拡散律速層 1 6、第一不透過層 2 1、第二不透過層 2 2、第三不透過層 2 3、第四不透過層 2 4 及び第五不透過層 2 5 を備える。第一固体電解質層 1 1 及び第二固体電解質層 1 2 は、酸化物イオン伝導性を有する薄板体である。第一固体電解質層 1 1 及び第二固体電解質層 1 2 は、例えば、 ZrO_2 (ジルコニア)、 HfO_2 、 ThO_2 、 Bi_2O_3 等に CaO 、 MgO 、 Y_2O_3 、 Yb_2O_3 等を安定剤として添加した焼結体により形成されている。また、拡散律速層 1 6 は、ガス透過性を有する薄板体である。拡散律速層 1 6 は、例えば、アルミナ、マグネシア、けい石質、スピネル、ムライト等の耐熱性無機物質の多孔質焼結体により形成されている。不透過層 2 1 ~ 2 5 は、ガス不透過性の薄板体であり、例えばアルミナを含む層として形成されている。

10

【0025】

素子部 1 0 b の各層は、図 3 の下方から、第一不透過層 2 1、第二不透過層 2 2、第三不透過層 2 3、第二固体電解質層 1 2、拡散律速層 1 6 及び第四不透過層 2 4、第一固体電解質層 1 1、第五不透過層 2 5 の順に積層されている。被測ガス室 3 0 は、第一固体電解質層 1 1、第二固体電解質層 1 2、拡散律速層 1 6 及び第四不透過層 2 4 によって区画形成されている。排気ガスは拡散律速層 1 6 を通って被測ガス室 3 0 内に導入される。拡散律速層 1 6 は被測ガスの拡散律速を行う。なお、被測ガス室 3 0 は、固体電解質層 (本実施形態では第一固体電解質層 1 1 及び第二固体電解質層 1 2) に隣接し且つ被測ガスが導入されるように構成されていれば、如何なる態様で構成されてもよい。

20

【0026】

第一基準ガス室 3 1 は第一固体電解質層 1 1 及び第五不透過層 2 5 によって区画形成されている。第二基準ガス室 3 2 は、第二固体電解質層 1 2、第二不透過層 2 2 及び第三不透過層 2 3 によって区画形成されている。なお、第一基準ガス室 3 1 は、固体電解質層 (本実施形態では第一固体電解質層 1 1) に隣接し且つ基準ガスが流入するように構成されていれば、如何なる態様で構成されてもよい。また、第二基準ガス室 3 2 は、固体電解質層 (本実施形態では第二固体電解質層 1 2) に隣接し且つ基準ガスが流入するように構成されていれば、如何なる態様で構成されてもよい。

【0027】

センサセル 5 1 は、センサ用固体電解質層、第一電極 4 1 及び第二電極 4 2 を有する電気化学セルである。本実施形態では、第一固体電解質層 1 1 がセンサ用固体電解質層として機能する。第一電極 4 1 は、被測ガス室 3 0 内の被測ガスに曝されるように第一固体電解質層 1 1 の被測ガス室 3 0 側の表面上に配置されている。一方、第二電極 4 2 は、第一基準ガス室 3 1 内の基準ガスに曝されるように第一固体電解質層 1 1 の第一基準ガス室 3 1 側の表面上に配置されている。第一電極 4 1 と第二電極 4 2 とは、第一固体電解質層 1 1 を挟んで互いに対向するように配置されている。

30

【0028】

本実施形態では、第一電極 4 1 は、 NO_x 分解機能を有する白金 - ロジウム合金 (Pt - Rh 合金) から構成されている。例えば、第一電極 4 1 は、Pt - Rh 合金を主成分として含む多孔質サーメット電極である。しかしながら、第一電極 4 1 を構成する材料は、必ずしも上記材料に限定されるものではなく、第一電極 4 1 と第二電極 4 2 との間

40

【0029】

に所定の電圧を印加したときに、被測ガス中の NO_x を還元分解することができれば、いかなる材料であってもよい。

また、本実施形態では、第二電極 4 2 は白金 (Pt) から構成されている。例えば、第二電極 4 2 は、Pt を主成分として含む多孔質サーメット電極である。しかしながら、第二電極 4 2 を構成する材料は、必ずしも上記材料に限定されるものではなく、第一電極 4 1 と第二電極 4 2 との間

【0030】

に所定の電圧を印加したときに、第一電極 4 1 と第二電極 4 2 との間で酸化物イオンを移動させることができれば、いかなる材料であってもよい。

ポンプセル 5 2 は、ポンプ用固体電解質層、第三電極 4 3 及び第四電極 4 4 を有する電

50

気化学セルである。本実施形態では、第二固体電解質層 1 2 がポンプ用固体電解質層として機能する。第三電極 4 3 は、被測ガス室 3 0 内の被測ガスに曝されるように第二固体電解質層 1 2 の被測ガス室 3 0 側の表面上に配置されている。一方、第四電極 4 4 は、第二基準ガス室 3 2 内の基準ガスに曝されるように第二固体電解質層 1 2 の第二基準ガス室 3 2 側の表面上に配置されている。第三電極 4 3 と第四電極 4 4 とは、第二固体電解質層 1 2 を挟んで互いに対向するように配置されている。

【0031】

本実施形態では、第三電極 4 3 は、酸素分解機能を有し且つ NO_x 分解機能を有しない白金 - 金合金 (Pt - Au 合金) から構成されている。例えば、第三電極 4 3 は、Pt - Au 合金を主成分として含む多孔質サーメット電極である。

10

【0032】

また、本実施形態では、第四電極 4 4 は白金 (Pt) から構成されている。例えば、第四電極 4 4 は、Pt を主成分として含む多孔質サーメット電極である。しかしながら、第四電極 4 4 を構成する材料は、必ずしも上記材料に限定されるものではなく、第三電極 4 3 と第四電極 4 4 との間に所定の電圧を印加したときに、第三電極 4 3 と第四電極 4 4 との間で酸化物イオンを移動させることができれば、いかなる材料であってもよい。

【0033】

モニタセル 5 3 は、モニタ用固体電解質層、第五電極 4 5 及び第六電極 4 6 を有する電気化学セルである。本実施形態では、第一固体電解質層 1 1 がモニタ用固体電解質層として機能する。したがって、本実施形態では、センサ用固体電解質層及びモニタ用固体電解質層は共通の固体電解質層である。第五電極 4 5 は、被測ガス室 3 0 内の被測ガスに曝されるように第一固体電解質層 1 1 の被測ガス室 3 0 側の表面上に配置されている。一方、第六電極 4 6 は、第一基準ガス室 3 1 内の基準ガスに曝されるように第一固体電解質層 1 1 の第一基準ガス室 3 1 側の表面上に配置されている。第五電極 4 5 と第六電極 4 6 とは、第一固体電解質層 1 1 を挟んで互いに対向するように配置されている。

20

【0034】

本実施形態では、第五電極 4 5 は、酸素分解機能を有し且つ NO_x 分解機能を有しない白金 - 金合金 (Pt - Au 合金) から構成されている。例えば、第五電極 4 5 は、Pt - Au 合金を主成分として含む多孔質サーメット電極である。

【0035】

また、本実施形態では、第六電極 4 6 は白金 (Pt) から構成されている。例えば、第六電極 4 6 は、Pt を主成分として含む多孔質サーメット電極である。しかしながら、第六電極 4 6 を構成する材料は、必ずしも上記材料に限定されるものではなく、第五電極 4 5 と第六電極 4 6 との間に所定の電圧を印加したときに、第五電極 4 5 と第六電極 4 6 との間で酸化物イオンを移動させることができれば、いかなる材料であってもよい。

30

【0036】

図 3 に示されるように、ポンプセル 5 2 は、被測ガスの流れ方向において、センサセル 5 1 よりも上流側に配置されている。モニタセル 5 3 は、被測ガスの流れ方向において、ポンプセル 5 2 とセンサセル 5 1 との間に配置されている。また、ポンプセル 5 2 の第三電極 4 3 及び第四電極 4 4 は、センサセルの第一電極 4 1 及び第二電極 4 2 並びにモニタセル 5 3 の第五電極 4 5 及び第六電極 4 6 よりも大きな表面積を有する。

40

【0037】

素子部 1 0 b はヒータ 5 5 を更に備える。本実施形態では、ヒータ 5 5 は、図 3 に示されるように、第一不透過層 2 1 と第二不透過層 2 2 との間に配置される。ヒータ 5 5 は、例えば、白金 (Pt) とセラミックス (例えば、アルミナ等) とを含むサーメットの薄板体であり、通電によって発熱する発熱体である。ヒータ 5 5 は、素子部 1 0 b、特にセンサセル 5 1、ポンプセル 5 2 及びモニタセル 5 3 を加熱する。

【0038】

なお、素子部 1 0 b の具体的な構成は、図 3 に示した構成とは異なってもよい。例えば、センサ用固体電解質層、ポンプ用固体電解質層及びモニタ用固体電解質層はそれぞ

50

れ共通の固体電解質層であっても別個の固体電解質層であってもよい。

【0039】

<NO_x濃度の検出原理>

以下、NO_xセンサ10を用いて排気ガス中のNO_x濃度を検出する原理について説明する。上述したように、内燃機関1の排気通路を流れる排気ガスは拡散律速層16を通過して被測ガス室30内に被測ガスとして導入される。被測ガス室30内に導入された被測ガスは最初にポンプセル52に到達する。

【0040】

被測ガス(排気ガス)はNO_x(NO及びNO₂)だけでなく酸素も含んでいる。センサセル51の第一電極41は酸素も分解するため、被測ガス中の酸素濃度が変動すると、センサセル51の出力も変動し、NO_x濃度の検出精度が低下する。このため、センサセル51に到達する被測ガス中の酸素濃度を一定にすべく、ポンプセル52によって被測ガス中の酸素を第二基準ガス室32に排出する。

10

【0041】

ポンプセル52の第三電極43及び第四電極44には、第二回路70が接続されている。第二回路70は第二電源71及び第二電流計72を備える。第二電源71は、第三電極43と第四電極44との間に、第四電極44の電位が第三電極43の電位よりも高くなるように電圧を印加する。ECU80の出力ポート86は、対応する駆動回路88を介して第二電源71に接続されている。したがって、ECU80は、第二電源71を制御して、ポンプセル52に印加される電圧を制御することができる。また、第二電流計72は、ポンプセル52に流れる電流をポンプセル52の出力として検出する。第二電流計72の出力は、対応するAD変換器87を介してECU80の入力ポート85に入力される。したがって、ECU80は、第二電流計72によって検出されたポンプセル52の出力を第二電流計72から取得することができる。

20

【0042】

ポンプセル52には、第二電源71によって所定の電圧が印加される。この結果、被測ガス中の酸素は第三電極43において還元分解されて酸化物イオンとなる。この酸化物イオンは、ポンプ用固体電解質層(本実施形態では第二固体電解質層12)を介して第三電極(陰極)43から第四電極(陽極)44に移動し、第二基準ガス室32に排出される。したがって、ポンプセル52は被測ガス中の酸素を第二基準ガス室32に排出することができる。また、ポンプセル52には、被測ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる。このため、第二電流計72によってポンプセル52の出力を検出することによって被測ガス中の酸素濃度を検出することもできる。

30

【0043】

また、上述したようにポンプセル52によって被測ガス中の酸素濃度が十分に低減されると、 $2NO_2 \rightarrow 2NO + O_2$ という反応が生じ、排気ガス中のNO₂がNOに還元される。したがって、被測ガスがセンサセル51に到達する前に被測ガス中のNO_xがNOに単ガス化される。

【0044】

ポンプセル52を通過した被測ガスは次にモニタセル53に到達する。モニタセル53は、被測ガス中の酸素を分解することで、被測ガス中の残留酸素濃度を検出する。モニタセル53の第五電極45及び第六電極46には、第三回路90が接続されている。第三回路90は第三電源91及び第三電流計92を備える。第三電源91は、第五電極45と第六電極46との間に、第六電極46の電位が第五電極45の電位よりも高くなるように電圧を印加する。ECU80の出力ポート86は、対応する駆動回路88を介して第三電源91に接続されている。したがって、ECU80は、第三電源91を制御して、モニタセル53に印加される電圧を制御することができる。また、第三電流計92は、モニタセル53に流れる電流をモニタセル53の出力として検出する。第三電流計92の出力は、対応するAD変換器87を介してECU80の入力ポート85に入力される。したがって、ECU80は、第三電流計92によって検出されたモニタセル53の出力を第三電流計9

40

50

2 から取得することができる。

【 0 0 4 5 】

モニタセル 5 3 には、第三電源 9 1 によって所定の電圧が印加される。この結果、モニタセル 5 3 には、被測ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる。このため、第三電流計 9 2 によってモニタセル 5 3 の出力を検出することによって、被測ガス中の残留酸素濃度を検出することができる。ECU 8 0 は、残留酸素濃度が所定の低濃度になるように、モニタセル 5 3 の出力に基づいて、ポンプセル 5 2 への印加電圧をフィードバック制御する。この結果、センサセル 5 1 に到達する被測ガス中の酸素濃度が一定の値に制御される。

【 0 0 4 6 】

モニタセル 5 3 を通過した被測ガスは次にセンサセル 5 1 に到達する。センサセル 5 1 は、被測ガス中の NO を分解することで、被測ガス中の NOx 濃度を検出する。センサセル 5 1 の第一電極 4 1 及び第二電極 4 2 には、第一回路 6 0 が接続されている。第一回路 6 0 は第一電源 6 1 及び第一電流計 6 2 を備える。第一電源 6 1 は、第一電極 4 1 と第二電極 4 2 との間に、第二電極 4 2 の電位が第一電極 4 1 の電位よりも高くなるように電圧を印加する。ECU 8 0 の出力ポート 8 6 は、対応する駆動回路 8 8 を介して第一電源 6 1 に接続されている。したがって、ECU 8 0 は、第一電源 6 1 を制御して、センサセル 5 1 に印加される電圧を制御することができる。また、第一電流計 6 2 は、センサセル 5 1 に流れる電流をセンサセル 5 1 の出力として検出する。第一電流計 6 2 の出力は、対応する AD 変換器 8 7 を介して ECU 8 0 の入力ポート 8 5 に入力される。したがって、ECU 8 0 は、第一電流計 6 2 によって検出されたセンサセル 5 1 の出力を第一電流計 6 2 から取得することができる。

【 0 0 4 7 】

センサセル 5 1 には、第一電源 6 1 によって所定の電圧が印加される。この結果、被測ガス中の NO は第一電極 4 1 において還元分解されて酸化物イオンが発生する。この酸化物イオンは、センサ用固体電解質層（本実施形態では第一固体電解質層 1 1）を介して第一電極（陰極）4 1 から第二電極（陽極）4 2 に移動し、第一基準ガス室 3 1 に排出される。センサセル 5 1 に被測ガスが到達する前に被測ガス中の NO₂ が NO に単ガス化されているため、センサセル 5 1 には、NO の分解によって排気ガス中の NOx（NO 及び NO₂）濃度に応じた電流が流れる。このため、第一電流計 6 2 によって検出されたセンサセル 5 1 の出力を検出することによって排気ガス中の NOx 濃度を検出することができる。

【 0 0 4 8 】

なお、ポンプセル 5 2 によって被測ガス中のほとんどの酸素を除去できる場合又はポンプセル 5 2 によって被測ガス中の酸素濃度をほぼ一定の低濃度にできる場合には、モニタセル 5 3 によって被測ガス中の残留酸素濃度を検出する必要はない。このため、このような場合には、NOx センサ 1 0 は、モニタセル 5 3 を備えることなく、ポンプセル 5 2 及びセンサセル 5 1 によって排気ガス中の NOx 濃度を検出してもよい。

【 0 0 4 9 】

< NOx センサの問題点 >

NOx センサ 1 0 では、NOx 濃度の検出精度を確保するために、各電気化学セルの温度を活性温度以上にする必要がある。また、ポンプセル 5 2 の温度が過剰に高くなると、ポンプセル 5 2 の第三電極 4 3 から金（Au）が蒸散する。蒸散した Au は、センサセル 5 1 の第一電極 4 1 に付着し、センサセル 5 1 の出力を恒久的に低下させる。このため、NOx 濃度の検出時に、NOx センサ 1 0 の素子部 1 0 b の温度はヒータ 5 5 によって所定の制御温度（例えば 7 5 0 ~ 8 0 0）に制御される。この結果、NOx センサ 1 0 による NOx 濃度の検出精度を確保することができる。

【 0 0 5 0 】

ところで、内燃機関 1 の停止が要求されると、内燃機関 1 を停止させると共に NOx センサ 1 0 のヒータ 5 5 をオフにする。この結果、ポンプセル 5 2 の温度は制御温度から徐々に低下する。本願の発明者は、内燃機関 1 の停止後にポンプセル 5 2 の温度が低下する

10

20

30

40

50

際にも、ポンプセル 5 2 からの Au の蒸散によってセンサセル 5 1 の出力が低下することを見出した。この現象は、以下に説明するようなメカニズムに基づくものと考えられている。

【 0 0 5 1 】

図 4 は、二酸化白金 (Pt O₂)、金 (Au)、白金 (Pt) 及び白金 - 金 (Pt - Au) 合金の飽和蒸気圧と温度との関係を示す図である。ポンプセル 5 2 の温度が制御温度領域 T 3 (7 5 0 ~ 8 0 0) に制御されているときには、ポンプセル 5 2 の酸素排出能力が高いため、第三電極 4 3 において Pt - Au 合金中の Pt はほとんど酸化されない。また、図 4 に示されるように Pt - Au の飽和蒸気圧が比較的低いため、Pt - Au 合金中の Pt 及び Au は制御温度領域 T 3 において第三電極 4 3 から蒸散しない。

10

【 0 0 5 2 】

内燃機関 1 の停止後には排気ガス中の NO_x 濃度を検出する必要がないため、通常、内燃機関 1 の停止が要求されると、内燃機関 1 を停止させると共に NO_x センサ 1 0 のヒータ 5 5 をオフにする。ヒータ 5 5 がオフにされると、ポンプセル 5 2 の温度が制御温度領域 T 3 よりも低くなり、ポンプセル 5 2 の酸素排出能力が低下する。このとき、排気ガスの空燃比が理論空燃比 (1 4 . 6) よりもリーンであると、ポンプセル 5 2 の第三電極 4 3 がリーン雰囲気となる。この結果、ポンプセル 5 2 の第三電極 4 3 において、Pt - Au 合金中の Pt が酸化され、Pt O₂ が生成される。

【 0 0 5 3 】

図 4 に示されるように、Pt O₂ の飽和蒸気圧は Pt - Au 合金及び Pt の飽和蒸気圧よりもはるかに高い。このため、ポンプセル 5 2 の温度が制御温度領域 T 3 よりも低い場合であっても、第三電極 4 3 において生成された Pt O₂ が第三電極 4 3 から蒸散する。この結果、Pt - Au 合金中の Pt が蒸散されるため、第三電極 4 3 において Au が単体の状態で存在することになる。図 4 に示されるように、Au の飽和蒸気圧は、Pt O₂ の飽和蒸気圧よりも低い Pt - Au 合金の飽和蒸気圧よりも高い。このため、ポンプセル 5 2 の温度が制御温度領域 T 3 よりも低い中間温度領域 T 2 (5 0 0 ~ 7 5 0) にあるとき、第三電極 4 3 から Au が蒸散する。なお、ポンプセル 5 2 の温度が中間温度領域 T 2 (5 0 0 ~ 7 5 0) よりも低い低温度領域 T 1 (5 0 0 未満) にあるときには、Au の飽和蒸気圧がかなり低くなるため、Au の蒸散はほとんど発生しない。

20

【 0 0 5 4 】

したがって、内燃機関 1 の停止後にポンプセル 5 2 の温度が中間温度領域 T 2 を通過するときに、排気ガスの空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には、第三電極 4 3 から Au が蒸散する。図 5 は、ポンプセル 5 2 の温度が中間温度領域 T 2 にあるときの排気ガスの空気過剰率 と Au の蒸散量との関係を示す図である。

30

【 0 0 5 5 】

ポンプセル 5 2 の第三電極 4 3 から Au が蒸散すると、蒸散した Au がセンサセル 5 1 の第一電極 4 1 に付着し、センサセル 5 1 の出力が低下する。この結果、NO_x センサ 1 0 による NO_x 濃度の検出精度が低下する。したがって、NO_x センサ 1 0 による NO_x 濃度の検出精度を確保するためには、ポンプセル 5 2 からの Au の蒸散によるセンサセル 5 1 の出力低下を抑制する必要がある。

40

【 0 0 5 6 】

< 内燃機関の制御装置の説明 >

以下、内燃機関 1 を停止させるときに、ポンプセル 5 2 からの Au の蒸散によるセンサセル 5 1 の出力低下を抑制するための制御を実行する内燃機関 1 の制御装置の構成及び制御について説明する。

【 0 0 5 7 】

本実施形態に係る内燃機関 1 の制御装置は、ヒータ制御部、内燃機関停止部、空燃比推定部及び空燃比制御部を備える。ヒータ制御部は、NO_x センサ 1 0 のヒータ 5 5 を制御することによって、素子部 1 0 b の温度、すなわちセンサセル 5 1、ポンプセル 5 2 及びモニタセル 5 3 の温度を制御する。ヒータ制御部は NO_x 濃度の検出時に素子部 1 0 b の

50

温度を制御温度（例えば 750 ～ 800 ）に制御する。

【 0058 】

内燃機関停止部は内燃機関 1 の停止要求に応じて内燃機関 1 を停止させる。内燃機関 1 の停止要求は、例えば、内燃機関 1 を搭載した車両のイグニッションスイッチがオフにされたときに発生する。また、内燃機関 1 を搭載した車両がハイブリッド車両である場合、車両の駆動源が内燃機関 1 から電気モータに切り替えられるときにも内燃機関 1 の停止要求が発生する。内燃機関停止部は、例えば、燃焼室 2 への燃料の供給を停止することによって内燃機関 1 を停止させる。

【 0059 】

上述したように、ポンプセル 52 には、被測ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる。このため、空燃比推定部は、ポンプセル 52 の出力に基づいて、被測ガス室 30 に導入される導入排気ガスの空燃比を推定する。なお、導入排気ガスの空燃比（排気空燃比）とは、その導入排気ガスが生成されるまでに供給された燃料の質量に対する空気の質量の比率（空気の質量 / 燃料の質量）を意味し、導入排気ガスの成分から推定される。なお、導入排気ガスが生成されるまでに供給された燃料には、燃焼室 2 に供給された燃料だけでなく、NOx センサ 10 よりも上流側の排気通路に供給された燃料も含まれる。

10

【 0060 】

空燃比制御部は、空燃比推定部によって推定された空燃比に基づいて、導入排気ガスの空燃比を制御する。具体的には、空燃比制御部は、内燃機関 1 の停止が要求されたときに、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比よりもリーンである場合には、導入排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御する。空燃比制御部は、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比よりもリーンであるときに、燃料噴射弁 3 から燃焼室 2 に供給される燃料の量を増加させることによって導入排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御することができる。なお、空燃比制御部は、NOx センサ 10 よりも上流側の排気通路に燃料を供給する排気燃料噴射弁（図示せず）が内燃機関 1 に設けられている場合、排気燃料噴射弁から排気通路に燃料を供給することによって導入排気ガスの空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御してもよい。

20

【 0061 】

内燃機関停止部は、内燃機関 1 の停止が要求された後、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときに内燃機関 1 を停止させる。ヒータ制御部は、内燃機関 1 の停止が要求された後、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であるときにヒータ 55 をオフにする。なお、本実施形態では、ECU 80 が、ヒータ制御部、内燃機関停止部、空燃比推定部及び空燃比制御部として機能する。

30

【 0062 】

< タイムチャートを用いた制御の説明 >

以下、図 6 のタイムチャートを参照して、内燃機関 1 を停止させるときの制御について具体的に説明する。図 6 は、内燃機関の停止が要求されるときの、内燃機関 1 の停止要求の有無、内燃機関 1 の機関回転数、燃焼室 2 への燃料供給量、導入排気ガスの空燃比（排気空燃比）、ヒータ 55 のオンオフ及び素子部 10b の温度の概略的なタイムチャートである。図示した例では、素子部 10b の温度はポンプセル 52 のインピーダンスに基づいて算出されている。

40

【 0063 】

図示した例では、時刻 t1 において内燃機関 1 の停止が要求されている。時刻 t1 以前には、排気空燃比は理論空燃比（14.6）よりもリーンな値に維持されている。このため、排気空燃比を理論空燃比よりもリッチにすべく、時刻 t1 において燃焼室 2 への燃料供給量が増加される。この結果、排気空燃比は、時刻 t1 の後、理論空燃比よりもリッチな空燃比に向かって徐々に低下する。また、時刻 t1 において、燃費の悪化を抑制すべく、内燃機関 1 の機関回転数が、低下せしめられ、アイドル回転数 NEi（例えば 600 rpm）に制御される。なお、時刻 t1 においてヒータ 55 はオンにされたままであり、素子部 10b の温度は制御温度（図示した例では 775 ）に制御されている。

50

【0064】

図示した例では、時刻 t_2 において排気空燃比が理論空燃比に達する。この結果、時刻 t_2 において、内燃機関 1 を停止させるべく、燃焼室 2 への燃料供給量がゼロにされる。この結果、内燃機関 1 の機関回転数がゼロまで低下し、内燃機関 1 が停止する。また、時刻 t_2 においてヒータ 55 がオフにされる。この結果、素子部 10b の温度は制御温度から徐々に低下する。

【0065】

図示した例では、時刻 t_3 において、素子部 10b の温度が、Au の蒸散がほとんど発生しない低温度領域（500 未満）に達する。上述した制御によれば、素子部 10b の温度が制御温度から低温度領域に低下するまでの間（時刻 t_2 ~ 時刻 t_3 ）、排気空燃比が理論空燃比以下に維持される。したがって、素子部 10b の温度の低下によってポンプセル 52 の酸素排出能力が低下したとしても、ポンプセル 52 の第三電極 43 において Pt - Au 合金中の Pt はほとんど酸化されない。この結果、ポンプセル 52 の第三電極 43 から Au が蒸散することが抑制され、ひいてはセンサセル 51 の出力低下が抑制される。

10

【0066】

図示した例では、排気空燃比が理論空燃比に達したときに内燃機関 1 を停止させ且つヒータ 55 をオフにしている。しかしながら、排気空燃比が理論空燃比よりもリッチな所定の空燃比に達したときに内燃機関 1 を停止させ且つヒータ 55 をオフにしてもよい。このことによって、Au の蒸散によるセンサセル 51 の出力低下をより確実に抑制することができる。また、内燃機関 1 を停止させるタイミング、すなわち燃焼室 2 への燃料供給量をゼロにするタイミングと、ヒータ 55 をオフにするタイミングは異なってもよい。

20

【0067】

< 内燃機関停止処理 >

以下、図 7 のフローチャートを参照して、内燃機関 1 を停止させるときの制御について詳細に説明する。図 7 は、本発明の第一実施形態における内燃機関停止処理の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは、ECU 80 によって所定の時間間隔で繰り返し実行される。

【0068】

最初に、ステップ S101 において、内燃機関停止部が、内燃機関 1 の停止要求が有るか否かを判定する。内燃機関 1 の停止要求が無いと判定された場合、本制御ルーチンは終了する。なお、内燃機関 1 の停止要求が発生した場合、内燃機関 1 の停止が要求されてから内燃機関 1 が停止せしめられ且つヒータ 55 がオフにされるまで、内燃機関 1 の停止要求が有ると判定される。一方、内燃機関 1 の停止要求が有ると判定された場合、本制御ルーチンはステップ S102 に進む。

30

【0069】

ステップ S102 では、空燃比推定部が、被測ガス室 30 に導入される導入排気ガスの空燃比（排気空燃比）が理論空燃比よりもリーンであるか否かを判定する。空燃比推定部はポンプセル 52 の出力に基づいて排気空燃比を推定する。ステップ S102 において排気空燃比が理論空燃比よりもリーンでないとして判定された場合、すなわち排気空燃比が理論空燃比以下であると判定された場合、本制御ルーチンはステップ S106 に進む。

40

【0070】

この場合、図 5 からわかるように、内燃機関 1 を停止させてヒータ 55 をオフにしたとしても、ポンプセル 52 の第三電極 43 から Au は蒸散しない。このため、ステップ S106 では、内燃機関停止部が内燃機関 1 を停止させる。内燃機関停止部は、例えば、燃焼室 2 への燃料供給を停止することによって内燃機関 1 を停止させる。次いで、ステップ S107 では、ヒータ制御部がヒータ 55 をオフにする。ステップ S107 の後、本制御ルーチンは終了する。

【0071】

一方、ステップ S102 において排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであると判定さ

50

れた場合、本制御ルーチンはステップS103に進む。ステップS103では、燃費の悪化を抑制すべく、内燃機関停止部が内燃機関1の機関回転数を低回転数に変更する。内燃機関停止部は例えば機関回転数をアイドル回転数(例えば600rpm)に変更する。内燃機関停止部は、燃焼室2に供給される空気量及び燃料量を制御することによって機関回転数を制御することができる。

【0072】

次いで、ステップS104において、空燃比制御部が排気空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御する。例えば、空燃比制御部は、燃料噴射弁3から燃焼室2に供給される燃料の量を増加させることによって排気空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御する。なお、空燃比制御部は、内燃機関1の排気通路に設けられた排気燃料噴射弁から燃料を供給することによって排気空燃比を理論空燃比よりもリッチに制御してもよい。

10

【0073】

次いで、ステップS105では、ステップS102と同様に、空燃比推定部が、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであるか否かを判定する。排気空燃比が理論空燃比よりもリーンであると判定された場合、本制御ルーチンは終了する。一方、排気空燃比が理論空燃比よりもリーンでないとは判定された場合、すなわち排気空燃比が理論空燃比以下であると判定された場合、本制御ルーチンはステップS106に進む。上述したように、ステップS106では内燃機関が停止せしめられ、ステップS107ではヒータ55がオフにされる。ステップS107の後、本制御ルーチンは終了する。

【0074】

20

<第二実施形態>

第二実施形態に係る内燃機関の制御装置は、以下に説明する点を除いて、基本的に第一実施形態に係る内燃機関の制御装置の構成及び制御と同様である。このため、以下、本発明の第二実施形態について、第一実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0075】

第二実施形態では、内燃機関1の制御装置は、NOxセンサ10の周囲温度を推定する周囲温度推定部を更に備える。周囲温度推定部は、例えば、排気管27に配置された排気温センサの出力に基づいてNOxセンサ10の周囲温度を推定する。本実施形態では、ECU80が周囲温度推定部として機能する。

【0076】

30

ヒータ制御部は、内燃機関1の停止後、空燃比推定部によって推定された空燃比が理論空燃比以下であり且つ周囲温度推定部によって推定された周囲温度が所定温度以下であるときにヒータ55をオフにする。所定温度は、素子部10bの制御温度(例えば750~800)未満の温度であり、例えば500である。上述した制御によって、素子部10bの温度が制御温度から低温度領域(500未満)に低下するまでの時間を短くすることができる。この結果、Auの蒸散によるセンサセル51の出力低下をより確実に抑制することができる。

【0077】

<内燃機関停止処理>

図8は、本発明の第二実施形態における内燃機関停止処理の制御ルーチンを示すフローチャートである。本制御ルーチンは、ECU80によって所定の時間間隔で繰り返し実行される。図8におけるステップS201~ステップS206は、図7におけるステップS101~ステップS106と同様であることから説明を省略する。

40

【0078】

本制御ルーチンは、ステップS206の後、ステップS207に進む。ステップS207では、周囲温度推定部が、NOxセンサ10の周囲温度が所定温度以下であるか否かを判定する。周囲温度推定部は、例えば、排気管27に配置された排気温センサの出力に基づいてNOxセンサ10の周囲温度を推定する。所定温度は例えば500である。

【0079】

ステップS207においてNOxセンサ10の周囲温度が所定温度よりも高いと判定さ

50

れた場合、本制御ルーチンは終了する。一方、ステップS207においてNOxセンサ10の周囲温度が所定温度以下であると判定された場合、本制御ルーチンはステップS208に進む。ステップS208では、ヒータ制御部がヒータ55をオフにする。ステップS208の後、本制御ルーチンは終了する。

【0080】

以上、本発明に係る好適な実施形態を説明したが、本発明はこれら実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載内で様々な修正及び変更を施すことができる。

【符号の説明】

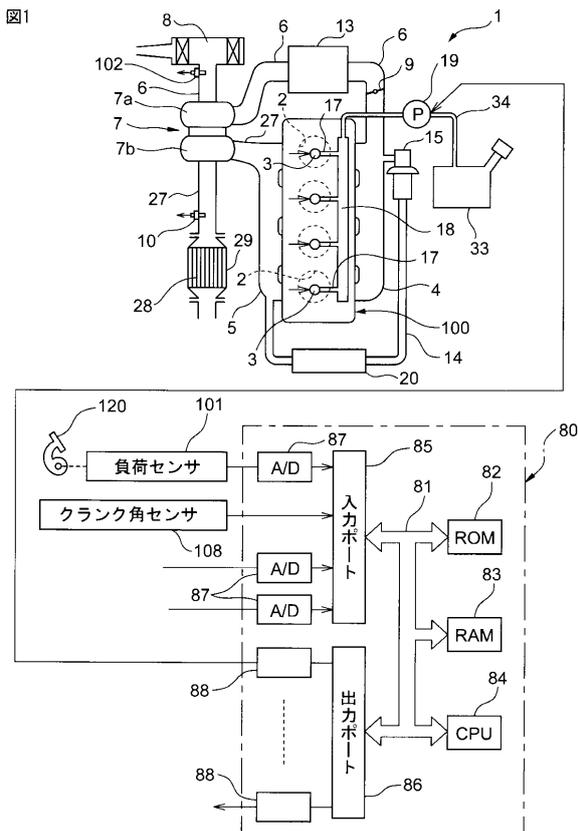
【0081】

- 1 内燃機関
- 10 NOxセンサ
- 10b 素子部
- 11 第一固体電解質層
- 12 第二固体電解質層
- 30 被測ガス室
- 41 第一電極
- 42 第二電極
- 43 第三電極
- 44 第四電極
- 51 センサセル
- 52 ポンプセル
- 55 ヒータ
- 80 電子制御ユニット(ECU)

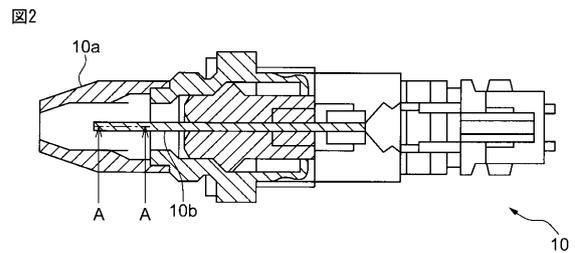
10

20

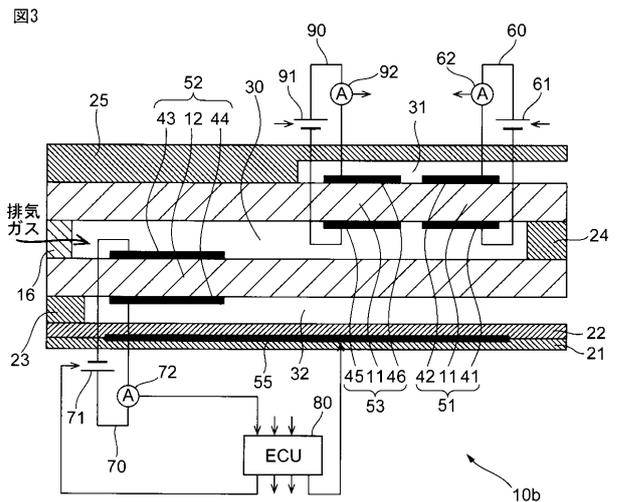
【図1】



【図2】

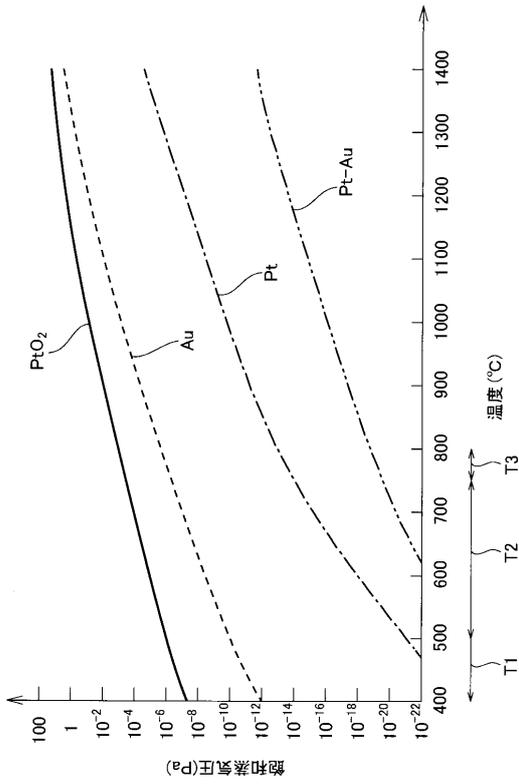


【図3】



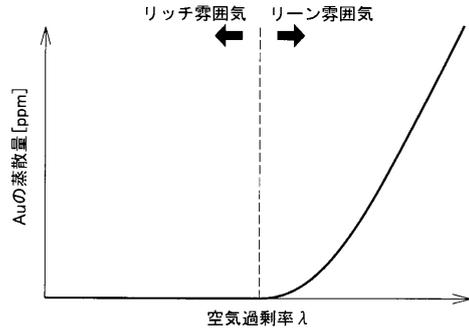
【 図 4 】

図4



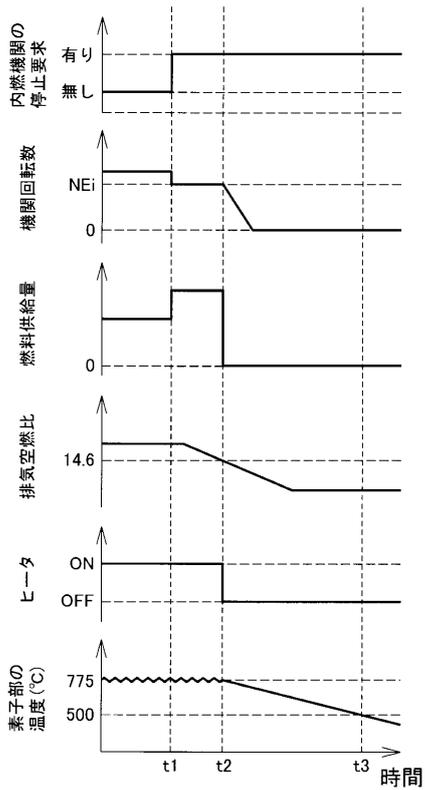
【 図 5 】

図5



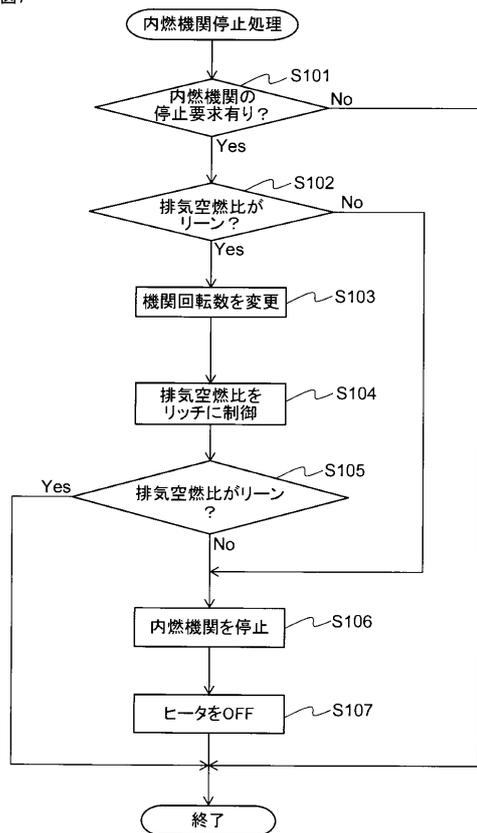
【 図 6 】

図6



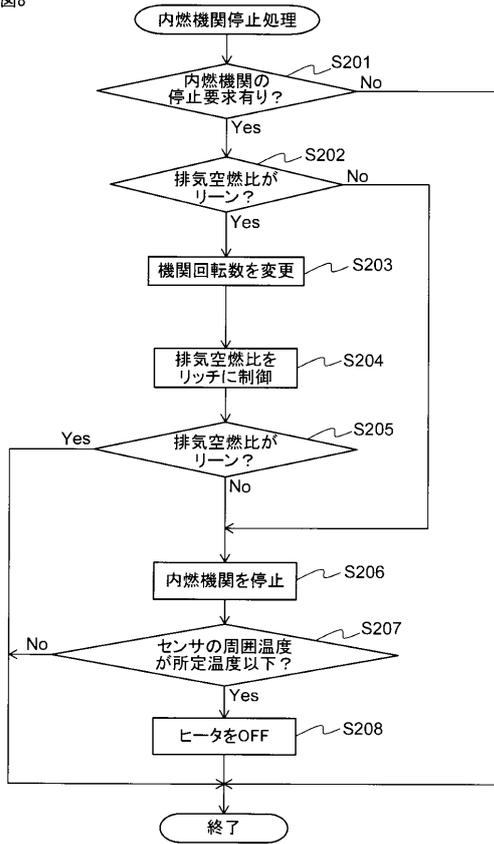
【 図 7 】

図7



【 図 8 】

図8



フロントページの続き

(72)発明者 小野 泰志

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

Fターム(参考) 3G091 AA10 AA11 AA17 AA18 AB05 AB06 BA14 BA26 CB02 DA02
EA01 EA05 EA07 EA33 FA12 FB10 FB12 HA36
3G301 HA01 HA02 HA11 HA13 JA16 JA25 KA07 KA28 LB11 MA01
NE13 PA01Z PD01Z PE01Z PE03Z PF03Z
3G384 AA01 AA03 BA08 BA27 BA58 CA05 CA23 DA46 EB05 FA01Z
FA06Z FA39Z FA56Z FA58Z