

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7088073号

(P7088073)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 N 27/416(2006.01)

G 0 1 N 27/416 3 3 1

請求項の数 10 (全20頁)

(21)出願番号	特願2019-27504(P2019-27504)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成31年2月19日(2019.2.19)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-134297(P2020-134297 A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43)公開日	令和2年8月31日(2020.8.31)	(74)代理人	100140486
審査請求日	令和3年7月16日(2021.7.16)		弁理士 鎌田 徹
		(74)代理人	100170058
			弁理士 津田 拓真
		(72)発明者	清水 翔己
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	加山 竜三
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			会社デンソー内
		(72)発明者	村山 勇樹
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガスセンサ制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検出ガスが導入される測定ガス室(61)に配置される第1電極(55)と、基準ガスが導入される基準ガス室(62)に配置される第2電極(58)とを有し、前記第1電極及び前記第2電極の間に電圧が印加されることにより、被検出ガス中の酸素を電圧の印加により除去する第1セル(41)と、

前記測定ガス室に配置される第3電極(56)と、前記基準ガス室に配置される第4電極(58)とを有し、前記第3電極及び前記第4電極の間に電圧が印加され、前記第1セルにより酸素が除去された後の前記被検出ガス中の特定のガス成分の濃度に応じた電流が前記第3電極及び前記第4電極の間に流れる第2セル(42)と、

被検出ガス中の酸素を除去するために前記第1セルの前記第1電極及び前記第2電極に第1電圧を印加する通常制御と、酸化した前記第3電極を還元するために前記第1電圧よりも高い第2電圧を前記第1セルの前記第1電極及び前記第2電極に印加する還元制御とを選択的に実行する制御部(310)と、を備え、

前記制御部は、前記還元制御の実行が必要であるか否かを判定するとともに、前記還元制御の実行が必要でないと判定した場合には、前記還元制御の実行を禁止する

ガスセンサ制御装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記第1セルの酸素除去機能が発現していることに基づいて、前記還元制御の実行が必要でないと判定する

請求項 1 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 3】

前記第 1 セル及び前記第 2 セルが設けられるセンサ素子の温度を示す素子温度パラメータを検出する温度検出部 (3 1 1) を更に備え、

前記制御部は、前記素子温度パラメータが所定値以上であって、且つ前記通常制御が実行されていることに基づいて、前記第 1 セルの酸素除去機能が発現していると判定する

請求項 2 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 4】

前記温度検出部は、

前記素子温度パラメータとして、前記第 1 セルの温度を用いるとともに、

前記第 1 セルの前記第 1 電極及び前記第 2 電極に交流電圧を印加した際の前記第 1 セルのアドミタンス又はインピーダンスに基づいて前記第 1 セルの温度を検出する

請求項 3 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 5】

前記測定ガス室に設けられる第 5 電極 (5 7) と、前記基準ガス室に設けられる第 6 電極 (5 8) とを有し、前記第 5 電極及び前記第 6 電極の間に電圧が印加されることにより、前記第 1 セルにより酸素が除去された排ガスに含まれる残留酸素の濃度に応じた電流が前記第 5 電極及び前記第 6 電極の間に流れる第 3 セル (4 3) と、

前記第 1 セル、前記第 2 セル、及び前記第 3 セルが設けられるセンサ素子の温度を示す素子温度パラメータを検出する温度検出部 (3 1 1) と、を更に備え、

前記制御部は、前記素子温度パラメータが所定値以上であって、且つ前記第 3 セルを流れる電流が所定値以下であることに基づいて、前記第 1 セルの酸素除去機能が発現していると判定する

請求項 2 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 6】

前記温度検出部は、

前記素子温度パラメータとして、前記第 3 セルの温度を用いるとともに、

前記第 3 セルの前記第 5 電極及び前記第 6 電極に交流電圧を印加した際の前記第 3 セルのアドミタンス又はインピーダンスに基づいて前記第 3 セルの温度を検出する

請求項 5 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記制御部の電源電圧が所定電圧未満になってから前記所定電圧以上になるまでの時間が所定時間以下であり、且つ前記通常制御が実行されていることに基づいて、前記第 1 セルの酸素除去機能が発現していると判定する

請求項 2 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 8】

車両のエンジンの運転状態を検出する運転状態検出部 (3 1 2) を更に備え、

前記制御部は、前記エンジンの運転状態に基づいて前記還元制御の実行が必要であるか否かを判定する

請求項 1 に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 9】

前記第 1 セルの前記第 1 電極、及び前記第 2 セルの前記第 3 電極は、同一の前記測定ガス室に配置されている

請求項 1 ~ 4 , 7 , 8 のいずれか一項に記載のガスセンサ制御装置。

【請求項 10】

前記第 1 セルの前記第 1 電極、前記第 2 セルの前記第 3 電極、及び前記第 3 セルの前記第 5 電極は、同一の前記測定ガス室に配置されている

請求項 5 又は 6 に記載のガスセンサ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本開示は、ガスセンサ制御装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

車両には、排ガス中の窒素酸化物（ NO_x ）の濃度を検出するためのガスセンサが搭載されているものがある。このようなガスセンサとしては、下記の特許文献 1 に記載のガスセンサがある。特許文献 1 に記載のガスセンサには、排ガスが導入される測定ガス室と、大気が導入される基準ガス室とが形成されている。このガスセンサは、ポンプセルと、センサセルとを備えている。ポンプセルは、測定ガス室に配置されるポンプ電極と、基準ガス室に配置される共通電極と、それらの電極間に設けられる固体電解質体とにより構成されている。ポンプセルは、測定ガス室に導入される排ガス中の酸素を除去する。センサセルは、測定ガス室に配置されるセンサ電極と、基準ガス室に配置される共通電極と、それらの電極間に設けられる固体電解質体とにより構成されている。センサセルの電極間には、ポンプセルにより酸素が除去された排ガス中の NO_x 濃度に応じたセンサ電流が流れる。ガスセンサの S C U（Sensor Control Unit）は、センサセルの電極間を流れるセンサ電流に基づいて排ガス中の NO_x 濃度を検出する。

10

【 0 0 0 3 】

ところで、このようなガスセンサでは、白金及びロジウムを含む材料によりセンサ電極が形成されている場合、特にガスセンサが使用されていない状況においてセンサ電極が酸化することが知られている。酸化によりセンサ電極に酸素が吸蔵されると、ガスセンサが始動した後、センサ電極に吸蔵されている酸素が除去されるまでの期間、センサセルにより検出される NO_x 濃度にばらつきが生じるおそれがある。

20

【 0 0 0 4 】

そこで、特許文献 1 に記載のガスセンサでは、センサセルにより排ガス中の NO_x 濃度を検出する前の始動時において、S C U が、通常よりも高い除去用電圧をポンプセルの電極間に印加する還元制御を実行する。このポンプセルへの除去用電圧の印加により、測定ガス室に存在する水が分解されて、還元ガスとしての水素が発生する。この水素がセンサセルのセンサ電極に付着することにより、センサ電極に吸蔵された酸素を迅速に除去することができるため、センサセルの始動後に安定した NO_x 濃度を検出できるようになるまでに要する時間を短縮することが可能となる。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 文献 】 特開 2 0 1 6 - 7 0 9 2 2 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に記載のガスセンサのように、ガスセンサの始動時に上記の還元制御を行う場合、次のような課題が生じるおそれがある。例えばアイドリングストップ後のエンジンの再始動時には、意図せずとも車両のバッテリーからガスセンサに供給される電源電圧が一時的に低下し、その数ミリ秒後にガスセンサの電源電圧が復帰する場合がある。このようなガスセンサの電源電圧の低下により、S C U がリセット後に再始動する可能性がある。特許文献 1 に記載のガスセンサでは、このような S C U の再始動時にも還元制御が実行される。しかしながら、このような状況では、センサ電極が酸化していないため、還元制御を通じてポンプセルにより生成される水素により、排ガス中の NO_x をセンサセルにおいて適切に検出することができなくなる。具体的には、還元制御が開始された後、測定ガス室の水素が無くなるまでの期間は、排ガス中の NO_x をセンサセルにより検出することができない。このように、アイドリングストップ後のエンジンの再始動時に還元制御が実行されることにより、ガスセンサの活性時間が延びる可能性がある。

40

【 0 0 0 7 】

50

本開示は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、還元制御の実行による、活性時間の遅延を防止ことが可能なガスセンサ制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するガスセンサは、第1セル(41)と、第2セル(42)と、制御部(310)と、を備える。第1セルは、被検出ガスが導入される測定ガス室(61)に配置される第1電極(55)と、基準ガスが導入される基準ガス室(62)に配置される第2電極(58)とを有し、第1電極及び第2電極の間に電圧が印加されることにより、被検出ガス中の酸素を電圧の印加により除去する。第2セルは、測定ガス室に配置される第3電極(56)と、基準ガス室に配置される第4電極(58)とを有し、第3電極及び第4電極の間に電圧が印加され、第1セルにより酸素が除去された後の被検出ガス中の特定のガス成分の濃度に応じた電流が第3電極及び第4電極の間に流れる。制御部は、被検出ガス中の酸素を除去するために第1セルの第1電極及び第2電極に第1電圧を印加する通常制御と、酸化した第3電極を還元するために第1電圧よりも高い第2電圧を第1セルの第1電極及び第2電極に印加する還元制御とを選択的に実行する。制御部は、還元制御の実行が必要であるか否かを判定するとともに、還元制御の実行が必要でないと判定した場合には、還元制御の実行を禁止する。

10

【0009】

この構成によれば、還元制御の実行が必要でない状況では還元制御の実行が禁止されるため、不要な還元制御の実行を回避することができる。これにより、不要な還元制御の実行に起因するガスセンサの活性時間の遅延が抑制されるため、ガスセンサの活性時間を短縮することができる。

20

【0010】

なお、上記手段、特許請求の範囲に記載の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、還元制御の実行による、活性時間の遅延を防止することが可能なガスセンサ制御装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0012】

【図1】図1は、車両の排気浄化システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】図2は、第1実施形態のガスセンサの概略構成を示すブロック図である。

【図3】図3は、図2のIII-III線に沿った断面構造を示す断面図である。

【図4】図4は、第1実施形態のポンプセルのアドミタンスと温度との関係を示すグラフである。

【図5】図5は、第1実施形態のSCUの電源電圧の推移を示すタイムチャートである。

【図6】図6は、第1実施形態のSCUにより実行される処理の手順を示すフローチャートである。

【図7】図7(A)~(D)は、第1実施形態のSCUの電源電圧、ヒータの通電量、ポンプセルのアドミタンス、及びNOx濃度検出値のそれぞれの推移を示すタイミングチャートである。

40

【図8】図8は、第1実施形態の変形例のポンプセルのインピーダンスと温度との関係を示すグラフである。

【図9】図9は、第2実施形態のSCUにより実行される処理の手順を示すフローチャートである。

【図10】図10は、第3実施形態のSCUにより実行される処理の手順を示すフローチャートである。

【図11】図11は、第4実施形態のSCUにより実行される処理の手順を示すフローチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【0013】**

以下、ガスセンサの実施形態について図面を参照しながら説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては可能な限り同一の符号を付して、重複する説明は省略する。

<第1実施形態>

はじめに、第1実施形態のガスセンサが搭載される車両の排気浄化システムの概要について説明する。

【0014】

図1に示されるように、本実施形態の車両の排気浄化システム1は、ディーゼルエンジンであるエンジン10の排ガスを浄化するシステムである。エンジン10には排気通路を形成する排気管11が接続されており、その排気管11には、エンジン10側から順に酸化触媒コンバータ12と選択還元触媒コンバータ(以下、「SCR触媒コンバータ」と称する)13とが設けられている。酸化触媒コンバータ12は、ディーゼル酸化触媒14と、DPF(Diesel Particulate Filter)15とを有している。SCR触媒コンバータ13は、選択還元型の触媒としてSCR触媒16を有している。また、排気管11において酸化触媒コンバータ12とSCR触媒コンバータ13との間には、還元剤としての尿素水(尿素水溶液)を排気管11内に添加供給するための尿素水添加弁17が設けられている。

【0015】

酸化触媒コンバータ12において、ディーゼル酸化触媒14は、主としてセラミック製の担体と、酸化アルミニウム、二酸化セリウム及び二酸化ジルコニウムを成分とする酸化物混合物、並びに白金、パラジウム、ロジウムといった貴金属触媒で構成されている。ディーゼル酸化触媒14は、排ガスに含まれる炭化水素、一酸化炭素、窒素酸化物などを酸化させ浄化する。また、ディーゼル酸化触媒14は、触媒反応の際に発生する熱により排ガス温度を上昇させる。

【0016】

DPF15は、ハニカム構造体により形成され、多孔質セラミックに白金やパラジウムなどの白金族触媒が担持されることで構成されている。DPF15は、排ガス中に含まれる粒子状物質をハニカム構造体の隔壁に堆積させることで捕集する。堆積した粒子状物質は、燃焼によって酸化され浄化される。この燃焼には、ディーゼル酸化触媒14における温度上昇や、添加剤による粒子状物質の燃焼温度低下が利用される。

【0017】

SCR触媒コンバータ13は、酸化触媒コンバータ12の後処理装置としてNO_xを窒素と水に還元する装置であって、SCR触媒16としては、例えばゼオライト又はアルミナなどの基材表面にPtなどの貴金属を担持した触媒が用いられる。SCR触媒16は、触媒温度が活性温度域にある場合に、還元剤としての尿素が添加されることによりNO_xを還元浄化する。

【0018】

排気管11において、酸化触媒コンバータ12の上流側、酸化触媒コンバータ12とSCR触媒コンバータ13との間であって尿素水添加弁17の上流側、及びSCR触媒コンバータ13の下流側には、ガスセンサ21~23がそれぞれ設けられている。ガスセンサ21~23は、それぞれの検出位置において排ガス中のNO_x濃度を検出する。なお、エンジン排気系におけるガスセンサの位置及び個数は任意でよい。本実施形態では、被検出ガスが被検出ガスに相当し、排ガス中のNO_xが特定のガス成分に相当する。

【0019】

ガスセンサ21~23には、それぞれSCU(Sensor Control Unit)31~33が接続されており、ガスセンサ21~23の検出信号は、センサごとにSCU31~33に適宜出力される。SCU31~33は、CPUや各種メモリを有するマイクロコンピュータとその周辺回路とを具備する電子制御装置であり、ガスセンサ21~23の検出信号(限界電流信号)に基づいて、排ガス中の酸素濃度や特定ガス成分の濃度としてのNO_x濃度等

10

20

30

40

50

を算出する。

【 0 0 2 0 】

S C U 3 1 ~ 3 3 は、C A N バス等の通信線 3 4 に接続され、その通信線 3 4 を介して各種 E C U (例えばエンジン E C U 3 5) に接続されている。つまり、S C U 3 1 ~ 3 3 とエンジン E C U 3 5 とは通信線 3 4 を用いて相互に情報の授受が可能となっている。S C U 3 1 ~ 3 3 からエンジン E C U 3 5 に対しては、例えば排ガス中の酸素濃度や N O x 濃度の情報が送信される。エンジン E C U 3 5 は、C P U や各種メモリを有するマイクロコンピュータとその周辺回路とを具備する電子制御装置であり、エンジン 1 0 や排気系の各種装置を制御する。エンジン E C U 3 5 は、例えばアクセル開度やエンジン回転速度に基づいて燃料噴射制御等を実施する。また、エンジン E C U 3 5 は、エンジン 1 0 を一時的に停止させる、いわゆるアイドリングストップ制御を実行する。

10

【 0 0 2 1 】

また、エンジン E C U 3 5 は、各ガスセンサ 2 1 ~ 2 3 により検出される N O x 濃度に基づいて、尿素水添加弁 1 7 による尿素水添加の制御を実施する。その尿素水添加の制御を略述すると、エンジン E C U 3 5 は、S C R 触媒コンバータ 1 3 の上流側のガスセンサ 2 1 , 2 2 により検出される N O x 濃度に基づいて尿素水添加量を算出するとともに、S C R 触媒コンバータ 1 3 の下流側のガスセンサ 2 3 により検出される N O x 濃度が極力小さい値となるように尿素水添加量をフィードバック補正する。そして、その尿素水添加量に基づいて、尿素水添加弁 1 7 の駆動を制御する。

【 0 0 2 2 】

次に、ガスセンサ 2 1 ~ 2 3 の構成について説明する。なお、各ガスセンサ 2 1 ~ 2 3 はいずれも同じ構造を有するとともに、S C U 3 1 ~ 3 3 もいずれも同じ構造を有しているため、ここでは、ガスセンサ 2 1 及び S C U 3 1 の構成について代表して説明する。

図 2 及び図 3 は、ガスセンサ 2 1 を構成するセンサ素子 4 0 の内部構造を示す図である。なお、図の左右方向がセンサ素子 4 0 の長手方向であり、図の左側が素子先端側である。センサ素子 4 0 は、ポンプセル 4 1、センサセル 4 2、及びモニタセル 4 3 からなる、いわゆる 3 セル構造を有している。なお、モニタセル 4 3 は、ポンプセル 4 1 同様、ガス中の酸素排出の機能を具備しており、補助ポンプセル又は第 2 ポンプセルと称される場合もある。

20

【 0 0 2 3 】

センサ素子 4 0 は、ポンプセル 4 1 と、センサセル 4 2 と、モニタセル 4 3 と、第 1 本体部 5 1 と、第 2 本体部 5 2 と、固体電解質体 5 3 と、拡散抵抗体 5 4 と、ヒータ 5 9 とを備えている。

30

第 1 本体部 5 1 及び第 2 本体部 5 2 は、所定の隙間を有して固体電解質体 5 3 を厚さ方向に挟むように配置されている。第 1 本体部 5 1 と固体電解質体 5 3 との間に形成される隙間は、測定ガス室 6 1 を形成している。第 1 本体部 5 1 の一側面は開放されており、その開放された一側面に拡散抵抗体 5 4 が配置されている。測定ガス室 6 1 には、排気管 1 1 を流れる排ガスが拡散抵抗体 5 4 を通じて導入される。拡散抵抗体 5 4 は、アルミナ等の多孔質部材や、細孔を有する部材からなる。拡散抵抗体 5 4 は、測定ガス室 6 1 内に導入される排ガスを制限するために設けられている。第 2 本体部 5 2 と固体電解質体 5 3 との間に形成される他方の隙間は、基準ガス室 6 2 を形成している。基準ガス室 6 2 には、基準酸素濃度ガスとしての大気が導入されている。

40

【 0 0 2 4 】

ポンプセル 4 1 は、センサセル 4 2 及びモニタセル 4 3 よりも拡散抵抗体 5 4 に近い位置に配置されている。ポンプセル 4 1 は、拡散抵抗体 5 4 から導入される排ガス中の酸素を除去する。本実施形態では、ポンプセル 4 1 が第 1 セルに相当する。

ポンプセル 4 1 は、固体電解質体 5 3 と、固体電解質体 5 3 の測定ガス室 6 1 側の表面に配置されるポンプ電極 5 5 と、固体電解質体 5 3 の基準ガス室 6 2 側の表面に配置される共通電極 5 8 とにより構成されている。ポンプ電極 5 5 は、N O x を分解し難い N O x 不活性電極、例えば P t - A u (白金 - 金) 合金により形成される電極からなる。共通電極

50

５８は、センサセル４２及びポンプセル４１に対応する領域まで延びるように配置されている。ポンプ電極５５と共通電極５８との間には、ポンプ電圧 V_p が印加されている。本実施形態では、ポンプセル４１が第１セルに相当し、ポンプ電極５５が第１電極に相当し、共通電極５８が第２電極に相当する。

【００２５】

ポンプ電極５５には、拡散抵抗体５４を通じて測定ガス室６１に導入される排ガスが接触する。ポンプ電極５５に排ガス中の酸素が接触すると、ポンプ電極５５において酸素イオンが生成される。この酸素イオンは、固体電解質体５３内を共通電極５８に向かって流れ、共通電極５８において電荷を放出して酸素となる。この酸素は、基準ガス室６２から大気に放出される。この際の電荷の流れに応じてポンプ電極５５と共通電極５８との間にポンプ電流 I_p が流れる。したがって、ポンプ電流 I_p は、ポンプセル４１における酸素の除去量、換言すれば排ガス中の酸素濃度に応じた値を示す。

10

【００２６】

図３に示されるように、センサセル４２は、ポンプセル４１よりも拡散抵抗体５４から離間した位置に配置されている。センサセル４２は、ポンプセル４１を通過した排ガス中の NO_x 濃度及び残留酸素の濃度を検出する。本実施形態では、センサセル４２が第２セルに相当する。

【００２７】

図２に示されるように、センサセル４２は、固体電解質体５３と、固体電解質体５３の測定ガス室６１側の表面に配置されるセンサ電極５６と、共通電極５８とにより構成されている。センサ電極５６は、 NO_x を分解し易い NO_x 活性電極、例えばPt-Rh（白金-ロジウム）合金により形成される電極からなる。センサ電極５６と共通電極５８の間には、センサ電圧 V_s が印加されている。本実施形態では、センサセル４２が第２セルに相当し、センサ電極５６が第３電極に相当し、共通電極５８が第４電極に相当する。

20

【００２８】

センサ電極５６には、ポンプ電極５５を通過した排ガス、すなわち酸素が除去された排ガスが接触する。センサ電極５６に排ガス中の NO_x が接触することにより、センサ電極５６において NO_x が窒素及び酸素に分解される。また、ポンプ電極５５により除去することができなかった残留酸素が排ガス中に存在する場合、この残留酸素もセンサ電極５６に接触する。センサ電極において分解された酸素、及び排ガス中の残留酸素がセンサ電極５６に接触することにより、センサ電極５６において酸素イオンが生成される。この酸素イオンは、固体電解質体５３内を共通電極５８に向かって流れ、共通電極５８において電荷を放出して酸素となる。この酸素は、基準ガス室６２から大気に放出される。この際の電荷の流れに応じてセンサ電極５６と共通電極５８との間にセンサ電流 I_s が流れる。したがって、センサ電流 I_s は、排ガス中の NO_x 濃度及び残留酸素の濃度に応じた値を示す。

30

【００２９】

図３に示されるように、モニタセル４３は、センサセル４２と並ぶように配置されている。モニタセル４３は、ポンプセル４１を通過した排ガス中の残留酸素の濃度を検出する。図２に示されるように、モニタセル４３は、固体電解質体５３と、固体電解質体５３の測定ガス室６１側の表面に配置されるモニタ電極５７と、共通電極５８とにより構成されている。モニタ電極５７は、 NO_x を分解し難い NO_x 不活性電極、例えばPt-Au（白金-金）合金により形成される電極からなる。モニタ電極５７と共通電極５８の間には、モニタ電圧 V_m が印加されている。本実施形態では、モニタセル４３が第３セルに相当し、モニタ電極５７が第５電極に相当し、共通電極５８が第６電極に相当する。

40

【００３０】

モニタ電極５７には、ポンプ電極５５により酸素が除去された排ガスが接触する。排ガス中に残留酸素が存在する場合、残留酸素がモニタ電極５７に接触することにより、モニタ電極５７において酸素イオンが生成される。この酸素イオンは、固体電解質体５３内を共通電極５８に向かって流れ、共通電極５８において電荷を放出して酸素となる。この酸素は、基準ガス室６２から大気に放出される。この際の電荷の流れに応じてモニタ電極５７

50

と共通電極 5 8 との間にモニタ電流 I_m が流れる。したがって、モニタ電流 I_m は、排ガス中の残留酸素の濃度に応じた値を示す。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示されるように、ポンプセル 4 1 のポンプ電極 5 5、センサセル 4 2 のセンサ電極 5 6、及びモニタセル 4 3 のモニタ電極 5 7 は、同一の測定ガス室 6 1 に配置されている。ヒータ 5 9 は、第 2 本体部 5 2 の内部に設けられている。ヒータ 5 9 は、通電に基づき発熱することにより固体電解質体 5 3 を加熱し、固体電解質体 5 3 の温度を活性化温度に保持する。

【 0 0 3 2 】

ＳＣＵ 3 1 は、ポンプセル 4 1 から出力されるポンプ電流 I_p 、センサセル 4 2 から出力されるセンサ電流 I_s 、及びモニタセル 4 3 から出力されるモニタ電流 I_m を検出する。

10

ＳＣＵ 3 1 は、それらの電流値 I_p 、 I_s 、 I_m に基づいて各種演算処理を行うとともに、ヒータ 5 9 の駆動制御等を行う。具体的には、ＳＣＵ 3 1 により検出されるポンプ電流検出値 I_p は、排ガス中の酸素濃度と相関関係がある。ＳＣＵ 3 1 により検出されるセンサ電流検出値 I_s は、排ガス中の NO_x 濃度及び残留酸素と相関関係がある。ＳＣＵ 3 1 により検出されるモニタ電流検出値 I_m は、排ガス中の残留酸素と相関関係がある。これを利用し、ＳＣＵ 3 1 は、ポンプ電流検出値 I_p に基づいて酸素濃度検出値を演算する。また、ＳＣＵ 3 1 は、センサ電流検出値 I_s からモニタ電流検出値 I_m を減算するとともに、その減算値に基づいて NO_x 濃度検出値を演算する。ＳＣＵ 3 1 は、演算された酸素濃度検出値及び NO_x 濃度検出値を、図 1 に示されるエンジン ＥＣＵ 3 5 に送信する。

20

【 0 0 3 3 】

ＳＣＵ 3 1 は、ポンプセル 4 1 を制御する制御部 3 1 0 と、センサ素子 4 0 の温度を検出する温度検出部 3 1 1 とを備えている。

制御部 3 1 0 は、ポンプ電圧 V_p を変化させることにより、排ガス中の酸素を除去する通常制御と、酸化したセンサ電極 5 6 を還元するための還元制御とを選択的に実行する。

【 0 0 3 4 】

具体的には、制御部 3 1 0 は、 NO_x 濃度の検出を行う場合には、通常電圧 V_{10} にポンプ電圧 V_p を制御する通常制御を実行する。通常電圧 V_{10} は、測定ガス室 6 1 における酸素濃度が所定の濃度以下となるように設定される。より詳細には、通常電圧 V_{10} は、ポンプセル 4 1 への印加電圧が変化してもポンプセル 4 1 に流れるポンプ電流 I_p がほとんど変化しない限界電流特性を固体電解質体 5 3 が示す電圧範囲、例えば「 $0.3 [V]$ V_{10} $0.4 [V]$ 」の範囲に設定される。本実施形態では、通常電圧 V_{10} が第 1 電圧に相当する。

30

【 0 0 3 5 】

一方、エンジン 1 0 が停止している状況等、ガスセンサ 2 1 が使用されていない状況では、センサ電極 5 6 が酸化するおそれがある。センサ電極 5 6 が酸化した場合、ガスセンサ 2 1 が始動した後、センサ電極 5 6 に吸蔵されている酸素が除去されるまでの期間、センサセル 4 2 から出力されるセンサ電流 I_s にばらつきが生じる可能性がある。これは、ＳＣＵ 3 1 により検出される NO_x 濃度に誤差を生じさせる要因となる。

【 0 0 3 6 】

40

そこで、制御部 3 1 0 は、センサ電極 5 6 に吸蔵された酸素を除去する場合には、通常電圧 V_{10} よりも高い除去用電圧 V_{20} にポンプ電圧 V_p を制御する還元制御を実行する。除去用電圧 V_{20} は、例えば「 $0.5 [V]$ V_{20} $2.0 [V]$ 」の範囲に設定される。ポンプ電圧 V_p が除去用電圧 V_{20} に設定されることにより、測定ガス室 6 1 に存在する水が分解されて、還元ガスとしての水素が生成される。この水素がセンサ電極 5 6 に付着することにより、センサ電極 5 6 に吸蔵された酸素を迅速に除去することができるため、ガスセンサ 2 1 の活性時間を短縮することができる。本実施形態では、除去用電圧 V_{20} が第 2 電圧に相当する。

【 0 0 3 7 】

温度検出部 3 1 1 は、センサ素子 4 0 の温度として、ポンプセル 4 1 の温度 T_p を検出す

50

る。具体的には、ポンプセル 4 1 の温度 T_p とアドミタンス Y_p との間には、図 4 に示されるような相関関係がある。温度検出部 3 1 1 は、ポンプセル 4 1 の各電極 5 5 , 5 8 に交流電圧を印加した際のポンプ電流 I_p を検出するとともに、検出されたポンプ電流 I_p と、印加した交流電圧とに基づいてポンプセル 4 1 のアドミタンス Y_p を演算式等により演算する。そして、温度検出部 3 1 1 は、演算されたアドミタンス Y_p から、図 4 に示されるマップを用いてポンプセル 4 1 の温度 T_p を求める。本実施形態では、ポンプセル 4 1 の温度 T_p が素子温度パラメータに相当する。

【 0 0 3 8 】

ところで、このような還元制御をガスセンサ 2 1 の始動時に実行するようにした場合、次のような懸念がある。

10

図 2 に示されるように、SCU 3 1 は、車両に搭載されるバッテリー 7 0 から供給される電力により駆動している。このような構成の場合、ガスセンサ 2 1 の始動時とは、基本的には、バッテリー 7 0 から SCU 3 1 への電力供給時となる。

【 0 0 3 9 】

具体的には、図 5 に示されるように、例えば時刻 t_{10} で車両が始動したとする。この場合、バッテリー 7 0 からガスセンサ 2 1 に供給される電源電圧 V_{bs} は、時刻 t_{10} 以降、所定のバッテリー電圧 V_{bb} まで増加する。このとき、SCU 3 1 は、所定のバッテリー電圧 V_{bb} よりも小さい値に設定された電圧閾値 V_{th10} に電源電圧 V_{bs} が時刻 t_{11} で達すると、その時点で始動する。そのため、SCU 3 1 は、時刻 t_{11} で還元制御を実行することになる。

20

【 0 0 4 0 】

一方、エンジン 1 0 が暖機した後にエンジン ECU 3 5 がアイドリングストップ制御を実行し、時刻 t_{12} でエンジン ECU 3 5 がエンジン 1 0 を再始動させたとする。このような場合、電源電圧 V_{bs} が、意図せずとも瞬間的に低下した後、数ミリ秒後に所定のバッテリー電圧 V_{bb} まで復帰することがある。このとき、電源電圧 V_{bs} が電圧閾値 V_{th10} 以下に一旦低下した後、時刻 t_{13} で電圧閾値 V_{th10} に達すると、SCU 3 1 がガスセンサ 2 1 の始動時と誤判定して、還元制御を実行する可能性がある。しかしながら、このような状況では、センサ電極 5 6 が酸化していないため、還元制御を通じてポンプセル 4 1 により生成される水素により、排ガス中の NO_x をセンサセル 4 2 により適切に検出することができなくなる。

30

【 0 0 4 1 】

そこで、本実施形態の制御部 3 1 0 は、還元制御の実行が必要であるか否かを判定するとともに、還元制御の実行が必要でないと判定した場合には、還元制御の実行を禁止するようにしている。

なお、以下では、エンジン 1 0 が暖機した後にエンジン ECU 3 5 がアイドリングストップ制御を実行してエンジン 1 0 を再始動させる状況を、エンジン 1 0 の暖機後の再始動時と称する。

【 0 0 4 2 】

次に、図 6 を参照して、SCU 3 1 により実行される還元制御の実行及び禁止を判定する処理の具体的な手順について説明する。なお、制御部 3 1 0 は、図 6 に示される処理を所定の演算周期で繰り返し実行する。

40

図 6 に示されるように、制御部 3 1 0 は、まず、ステップ S 1 0 の処理として、電源電圧 V_{bs} が所定範囲内であるか否かを判断する。例えば所定のバッテリー電圧 V_{bb} が「12 [V]」である場合、ステップ S 1 0 の処理では、電源電圧 V_{bs} が「9 [V]」 V_{bs} 18 [V]」を満たしているか否かが判断される。エンジン 1 0 の始動前の状況では、SCU 3 1 に供給されている電源電圧 V_{bs} は「9 [V]」未満であるため、制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 0 の処理で否定判断し、ステップ S 2 0 の処理として、還元制御の完了フラグ F 1 0 をオフ状態に設定する。

【 0 0 4 3 】

一方、エンジン 1 0 が始動すると、バッテリー 7 0 から SCU 3 1 に電圧が印加されること

50

により、ＳＣＵ３１の電源電圧 V_{bs} が「 $9[V]$ $V_{bs} \geq 18[V]$ 」を満たすことになる。この場合、制御部３１０は、ステップＳ１０の処理で肯定判断し、続くステップＳ１１の処理として、センサ通電許可信号がオン状態であるか否かを判断する。センサ通電許可信号は、エンジンＥＣＵ３５からＳＣＵ３１に通知される信号である。エンジンＥＣＵ３５は、例えば排気管１１が乾燥していると判断した場合に、センサ通電許可信号をオン状態に設定する。エンジンＥＣＵ３５は、エンジン１０の始動時から所定時間が経過することに基づいて、あるいは排気管１１を流れる排ガス温が所定温度以上になることに基づいて、排気管１１が乾燥していると判断する。制御部３１０は、センサ通電許可信号がオン状態でない場合には、ステップＳ１１の処理で否定判断し、ステップＳ２０の処理として、還元制御の完了フラグ F_{10} をオフ状態に設定する。

10

【００４４】

制御部３１０は、エンジン１０の始動後にセンサ通電許可信号がオン状態になると、ステップＳ１１の処理で肯定判断し、続くステップＳ１２の処理として、還元制御の完了フラグ F_{10} がオフ状態であるか否かを判断する。制御部３１０は、還元制御の完了フラグ F_{10} がオフ状態である場合には、ステップＳ１２の処理で肯定判断し、続くステップＳ１３の処理として、素子温度が所定温度以上であるか否かを判断する。

【００４５】

具体的には、制御部３１０は、ステップＳ１３の処理において、温度検出部３１１により検出されるポンプセル４１の温度 T_p が所定温度 T_{pth} 以上であるか否かを判断する。ポンプセル４１において酸素除去機能が発現する温度は、例えば 770 程度である。この温度は、ポンプセル４１による測定ガス室６１内の酸素を排出し切ることが可能な温度である。所定温度 T_{pth} は、このポンプセル４１において酸素除去機能が発現する温度と同一の温度、又はそれよりも高い温度に設定される。本実施形態では、ステップＳ１３の処理が、素子温度パラメータが所定値以上であるか否かを判断する処理に相当する。

20

【００４６】

例えばエンジン１０の冷間始動時には、ポンプセル４１の温度 T_p が所定温度 T_{pth} 未満になっている場合がある。そのため、このような場合には、制御部３１０は、ステップＳ１３の処理において否定判断し、続くステップＳ１５の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} をオフ状態に設定する。

【００４７】

制御部３１０は、ステップＳ１５に続くステップＳ１７の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} がオフ状態に設定されているか否かを判断する。制御部３１０は、還元制御の禁止フラグ F_{20} がオフ状態に設定されている場合には、ステップＳ１７の処理で肯定判断し、続くステップＳ１８の処理として、還元制御を実行する。また、制御部３１０は、ステップＳ１８に続くステップＳ１９の処理として、還元制御の完了フラグ F_{10} をオン状態に設定した後、一連の処理を一旦終了する。

30

【００４８】

その後、図６に示される処理を制御部３１０が実行すると、還元制御の完了フラグ F_{10} がオン状態に設定されているため、制御部３１０は、ステップＳ１２の処理で否定判断する。この場合、制御部３１０は、ステップＳ１６の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} をオン状態に設定する。これにより、制御部３１０は、ステップＳ１７の処理で否定判断するようになる。すなわち、制御部３１０による還元制御の実行が回避されるため、ガスセンサ２１が、酸素濃度及び NO_x 濃度を検出する通常使用状態になる。

40

【００４９】

一方、エンジン１０の暖機後の再始動時に、ＳＣＵ３１の電源電圧 V_{bs} が「 $9[V]$ 」未満に一時的に低下したとする。この場合、制御部３１０は、ステップＳ１０の処理で否定判断して、還元制御の完了フラグ F_{10} をオフ状態に設定する。

その後、図６に示される処理を制御部３１０が実行すると、還元制御の完了フラグ F_{10} がオフ状態に設定されているため、制御部３１０は、ステップＳ１２の処理で肯定判断する。このとき、エンジン１０が暖機状態であるため、ポンプセル４１の温度 T_p が所定温

50

度 $T_{p\ t\ h}$ 以上になっている。そのため、制御部 310 は、ステップ S13 の処理で肯定判断する。この場合、制御部 310 は、ステップ S14 の処理として、ポンプ電圧 V_p が通常電圧 V_{10} であるか否かを判断する。本実施形態では、ステップ S14 の処理が、通常制御を実行しているか否かを判断する処理に相当する。

【0050】

制御部 310 は、ステップ S14 の処理で肯定判断した場合には、すなわちポンプ電圧 V_p が通常電圧 V_{10} である場合には、通常制御が行われていると判定して、ステップ S16 の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} をオン状態のまま維持する。この場合、制御部 310 は、ステップ S17 の処理で否定判断するため、還元制御の実行が回避される。制御部 310 がステップ S13 の処理で肯定判断し、且つステップ S14 の処理で肯定判断する状況とは、ポンプセル 41 の温度 T_p が所定温度 $T_{p\ t\ h}$ 以上であって、且つポンプ電圧 V_p が通常電圧 V_{10} に設定されている状況である。このような状況では、ポンプセル 41 の酸素除去機能が発現しているため、センサ電極 56 が酸化することはない。すなわち、還元制御を実行する必要がないため、還元制御の禁止フラグ F_{20} がオン状態のまま維持される。

10

【0051】

一方、エンジン 10 の暖機後の再始動時に、ポンプセル 41 の温度 T_p が所定温度 $T_{p\ t\ h}$ 未満になっていた場合には、ポンプセル 41 における酸素除去機能が低下しているため、センサ電極 56 が酸化している可能性がある。このような場合、制御部 310 は、ステップ S13 の処理で否定判断し、続くステップ S15 の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} をオフ状態に設定する。これにより、制御部 310 は、ステップ S17 の処理で肯定判断するようになるため、ステップ S18 の処理として還元制御を実行することにより、センサ電極 56 を還元することができる。

20

【0052】

また、エンジン 10 の暖機後の再始動時に、ポンプ電圧 V_p が通常電圧 V_{10} に設定されていない場合には、同様にポンプセル 41 における酸素除去機能が低下しているため、センサ電極 56 が酸化している可能性がある。このような場合にも、制御部 310 は、ステップ S14 の処理で否定判断し、続くステップ S15 の処理として、還元制御の禁止フラグ F_{20} をオフ状態に設定する。これにより、制御部 310 は、ステップ S17 の処理で肯定判断するようになるため、ステップ S18 の処理として還元制御を実行することにより、センサ電極 56 を還元することができる。

30

【0053】

次に、本実施形態のガスセンサ 21 の動作例について説明する。

図 7 (A) に示されるように、例えば時刻 t_{20} でエンジン 10 が冷間始動したとすると、SCU31 の電源電圧 V_{bs} がバッテリー電圧 V_{bb} まで上昇する。これに伴い、図 7 (B) に示されるように、時刻 t_{20} でヒータ 59 の通電量が増加するため、ヒータ 59 が発熱する。よって、時刻 t_{20} 以降、各セル 41 ~ 43 の温度が上昇する。そのため、図 7 (C) に示されるように、ポンプセル 41 のアドミタンス Y_p も時刻 t_{20} 以降、上昇することになる。

【0054】

制御部 310 は、時刻 t_{20} でエンジン 10 が始動すると、還元制御を実行する。時刻 t_{20} の直後は、センサ電極 56 に酸素が吸蔵されている状況であるため、図 7 (D) に示されるように、時刻 t_{20} から時刻 t_{21} までの期間は、センサ電極 56 の酸化により、 NO_x 濃度検出値が上昇する。そして、時刻 t_{21} 以降、ポンプセル 41 により生成される水素によりセンサ電極 56 が急速に還元されることで NO_x 濃度検出値は一旦下降した後、時刻 t_{22} 以降に安定することになる。

40

【0055】

一方、時刻 t_{23} でエンジン 10 が暖機後に再始動したとすると、図 7 (A) に示されるように、SCU31 の電源電圧 V_{bs} が一時的に低下する。これに伴い、図 7 (B) , (C) に示されるように、ヒータ 59 の通電量及びポンプセル 41 のアドミタンス Y_p も一

50

時的に低下する。

【 0 0 5 6 】

この際、仮に S C U 3 1 の再始動に伴い還元制御を実行したとすると、センサ電極 5 6 が還元されるため、実際の排ガス中の N O x 濃度は変化していないにもかかわらず、図 7 (D) に二点鎖線で示されるように、N O x 濃度検出値が低下するように変動してしまう。これに対し、本実施形態のガスセンサ 2 1 では、S C U 3 1 の電源電圧 V b s が一時的に低下した状況では還元制御が実行されないため、図 7 (D) に実線で示されるように、N O x 濃度検出値の変動を抑制することができる。よって、より高い精度で N O x 濃度を検出することが可能である。

【 0 0 5 7 】

以上説明した本実施形態のガスセンサ 2 1 によれば、以下の (1) ~ (3) に示される作用及び効果を得ることができる。

(1) 還元制御の実行が必要でない状況では還元制御の実行が禁止されるため、不要な還元制御の実行を回避することができる。これにより、不要な還元制御の実行に起因するガスセンサ 2 1 の活性時間の遅延が抑制されるため、ガスセンサ 2 1 の活性時間を短縮することができる。

【 0 0 5 8 】

(2) 制御部 3 1 0 は、図 6 に示されるステップ S 1 3 及びステップ S 1 4 の判断処理を通じて、ポンプセル 4 1 の酸素除去機能が発現しているか否かを判断する。制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理で肯定判断し、且つステップ S 1 4 の処理で肯定判断した場合には、ポンプセル 4 1 の酸素除去機能が発現しており、還元制御の実行が必要でないと判定して、ステップ S 1 6 の処理で還元制御の禁止フラグ F 2 0 をオフ状態に設定する。このような構成によれば、センサ電極 5 6 が酸化されていない状況で還元制御が実行されることを回避できるため、不要な還元制御の実行を回避することができる。

【 0 0 5 9 】

(3) 温度検出部 3 1 1 は、ポンプセル 4 1 の各電極 5 5 , 5 8 に交流電圧を印加した際のポンプセル 4 1 のアドミタンス Y p に基づいてポンプセル 4 1 の温度 T p を取得する。このような構成によれば、簡素な構成でポンプセル 4 1 の温度 T p を検出することが可能となる。

【 0 0 6 0 】

(変形例)

次に、第 1 実施形態のガスセンサの変形例について説明する。

温度検出部 3 1 1 は、ポンプセル 4 1 の温度 T p を検出するために、ポンプセル 4 1 のインピーダンス Z p を用いてもよい。具体的には、ポンプセル 4 1 の温度 T p とインピーダンス Z p との間には、図 8 に示されるような相関関係がある。制御部 3 1 0 は、ポンプセル 4 1 の各電極 5 5 , 5 8 に交流電圧を印加した際のポンプ電流 I p を検出するとともに、検出されたポンプ電流 I p と、印加した交流電圧とに基づいてポンプセル 4 1 のインピーダンス Z p を演算式により演算する。そして、制御部 3 1 0 は、演算されたインピーダンス Z p から、図 8 に示されるマップを用いてポンプセル 4 1 の温度 T p を求める。

【 0 0 6 1 】

< 第 2 実施形態 >

次に、ガスセンサ 2 1 の第 2 実施形態について説明する。以下、第 1 実施形態のガスセンサ 2 1 との相違点を中心に説明する。

第 1 実施形態の制御部 3 1 0 は、ポンプセル 4 1 の酸素除去機能が発現しているか否かを判断するために、換言すればセンサセル 4 2 を酸化させるような酸素が測定ガス室 6 1 に存在しているか否かを判断するために、図 6 に示されるステップ S 1 3 及び S 1 4 の処理を実行するものであった。図 6 に示されるステップ S 1 3 は、ポンプセル 4 1 の温度 T p に基づく判断処理であり、ステップ S 1 4 に示される処理は、ポンプ電圧 V p に基づく判断処理である。

【 0 0 6 2 】

一方、ポンプセル 4 1 により除去することができなかった残留酸素の量に応じて、モニタ電流 I_m が大きくなる。そのため、センサセル 4 2 を酸化させるような酸素が測定ガス室 6 1 に存在しているか否かの判断に関しては、モニタ電流 I_m を利用することも可能である。但し、モニタセル 4 3 が活性化していないとモニタ電流 I_m は零を示すため、モニタセル 4 3 の温度も条件とする必要がある。

【 0 0 6 3 】

そこで、本実施形態の S C U 3 1 は、ポンプセル 4 1 の温度 T_p に代えて、モニタセル 4 3 の温度 T_m を用いることとしている。

具体的には、図 2 に示される S C U 3 1 の温度検出部 3 1 1 は、センサ素子 4 0 の温度として、モニタセル 4 3 の温度 T_m を検出する。具体的には、温度検出部 3 1 1 は、モニタセル 4 3 の各電極 5 7 , 5 8 に交流電圧を印加した際のモニタ電流 I_m を検出するとともに、検出されたモニタ電流 I_m と、印加した交流電圧とに基づいてモニタセル 4 3 のアドミタンス Y_m を演算式等により演算する。そして、温度検出部 3 1 1 は、演算されたアドミタンス Y_m からマップを用いてモニタセル 4 3 の温度 T_m を求める。本実施形態では、モニタセル 4 3 の温度 T_m が素子温度パラメータに相当する。なお、制御部 3 1 0 は、モニタセル 4 3 のアドミタンス Y_m に代えて、モニタセル 4 3 のインピーダンス Z_m を用いるものであってもよい。

【 0 0 6 4 】

図 9 に示されるように、本実施形態の制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理において、素子温度が所定温度以上であるか否かを判断する。具体的には、制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理において、温度検出部 3 1 1 により検出されるモニタセル 4 3 の温度 T_m が所定温度 T_{mth} 以上であるか否かを判断する。所定温度 T_{mth} は、モニタセル 4 3 において酸素除去機能が発現する温度と同一の温度、又はそれよりも高い温度に設定される。本実施形態では、モニタセル 4 3 の温度 T_m が素子温度パラメータに相当する。

【 0 0 6 5 】

また、図 9 に示されるように、制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理で肯定判断した場合には、ステップ S 3 0 の処理として、モニタ電流検出値 I_m が所定値 I_{th} 以下であるか否かを判断する。所定値 I_{th} は、測定ガス室 6 1 に残留酸素が存在するか否かを判断することができるように予め実験等を通じて設定されている。

【 0 0 6 6 】

制御部 3 1 0 は、ステップ S 3 0 の処理で肯定判断した場合には、すなわちモニタ電流検出値 I_m が所定値 I_{th} 以下である場合には、モニタセル 4 3 による残留酸素の除去が行われていないと判断する。このような状況は、測定ガス室 6 1 に残留酸素が存在していない状況であるため、センサ電極 5 6 が酸化されていない。そのため、還元制御を実行する必要がない。よって、制御部 3 1 0 は、ステップ S 3 0 の処理で肯定判断した場合には、ステップ S 1 6 の処理として、還元制御の禁止フラグ F 2 0 をオン状態のまま維持する。

【 0 0 6 7 】

一方、制御部 3 1 0 は、ステップ S 3 0 の処理で否定判断した場合には、すなわちモニタ電流検出値 I_m が所定値 I_{th} を超えている場合には、モニタセル 4 3 による残留酸素の除去が行われていると判断する。このような状況は、測定ガス室 6 1 に残留酸素が存在している状況であるため、センサ電極 5 6 が酸化されている可能性がある。そのため、還元制御を実行する必要がある。よって、制御部 3 1 0 は、ステップ S 3 0 の処理で否定判断した場合には、ステップ S 1 5 の処理として、還元制御の禁止フラグ F 2 0 をオフ状態に設定する。

【 0 0 6 8 】

以上説明した本実施形態のガスセンサ 2 1 によれば、上記の (2) 及び (3) に代わる作用及び効果として、以下の (4) 及び (5) に示される作用及び効果を得ることができる。(4) 制御部 3 1 0 は、図 9 に示されるステップ S 1 3 及びステップ S 3 0 の判断処理を通じて、モニタセル 4 3 の酸素除去機能が発現しているか否かを判断する。制御部 3 1 0 は、ステップ S 1 3 の処理で肯定判断し、且つステップ S 3 0 の処理で肯定判断した場合

10

20

30

40

50

には、モニタセル４３の酸素除去機能が発現しておらず、測定ガス室６１に残留酸素が存在していない状況であると判断する。この場合、制御部３１０は、ポンプセル４１による酸素除去機能が適切に発現している状況であり、還元制御の実行は必要でないと判定して、ステップＳ１６の処理で還元制御の禁止フラグＦ２０をオフ状態に設定する。このような構成によれば、センサ電極５６が酸化されていない状況で還元制御が実行されることを回避できるため、不要な還元制御の実行を回避することができる。

【００６９】

（５）温度検出部３１１は、モニタセル４３の各電極５７，５８に交流電圧を印加した際のモニタセル４３のアドミタンス Y_m 又はインピーダンス Z_m に基づいてモニタセル４３の温度 T_m を取得する。このような構成によれば、簡素な構成でモニタセル４３の温度 T_m を検出することが可能となる。

10

【００７０】

<第３実施形態>

次に、ガスセンサ２１の第３実施形態について説明する。以下、第１実施形態のガスセンサ２１との相違点を中心に説明する。

図１０に示されるように、本実施形態の制御部３１０は、図６に示されるステップＳ１３の処理に代えて、ステップＳ４０の処理を実行する。制御部３１０は、ステップＳ４０の処理として、ＳＣＵ３１の電源電圧 V_{bs} が所定電圧 V_{th20} 未満になった後に所定電圧 V_{th20} 以上になるまでの経過時間 T_s が所定時間 T_{sth} 以下であるか否かを判断する。ＳＣＵ３１の電源電圧 V_{bs} が所定電圧 V_{th20} 未満になった後にポンプセル４１の温度 T_p が所定温度 T_{pth} 未満になるまでには物理的に時間がかかる。本実施形態では、ＳＣＵ３１の電源電圧 V_{bs} が所定電圧 V_{th20} 未満になった後にポンプセル４１の温度 T_p が所定温度 T_{pth} 未満になるまでの時間が実験的に計測されており、この計測時間と同一又はそれよりも短い時間に所定時間 T_{sth} が設定されている。すなわち、経過時間 T_s が所定時間 T_{sth} 以下である場合には、ポンプセル４１の温度 T_p が所定温度 T_{pth} 以上であって、ポンプセル４１の酸素除去機能が発現していると推定することが可能である。

20

【００７１】

以上説明した本実施形態のガスセンサ２１によれば、上記の（２）及び（３）に代わる作用及び効果として、以下の（６）に示される作用及び効果を得ることができる。

30

（６）制御部３１０は電源電圧 V_{bs} が所定電圧 V_{th20} 未満になった後に所定電圧 V_{th20} 以上になるまでの経過時間 T_s を計測するだけでよい。図６に示されるステップＳ１３の処理のようにポンプセル４１の温度 T_p を用いる場合と比較すると、処理を簡素化することができる。

【００７２】

<第４実施形態>

次に、ガスセンサ２１の第４実施形態について説明する。以下、第１実施形態のガスセンサ２１との相違点を中心に説明する。

図２に破線で示されるように、本実施形態のＳＣＵ３１は、運転状態検出部３１２を更に備えている。運転状態検出部３１２は、エンジン１０の暖機後の再始動時であるか否かを検出する。具体的には、エンジンＥＣＵ３５は、アイドルリングストップ制御の実行後にエンジン１０の再始動を行った場合、その旨をＳＣＵ３１に通知する。運転状態検出部３１２は、このエンジンＥＣＵ３５からの通知に基づいて、エンジン１０の暖機後の再始動時であることを検出する。運転状態検出部３１２は、エンジン１０の暖機後の再始動時であることを検出した場合、その旨を制御部３１０に通知する。

40

【００７３】

また、図１１に示されるように、本実施形態の制御部３１０は、図６に示されるステップＳ１３及びＳ１４の処理に代えて、ステップＳ５０の処理を実行する。制御部３１０は、ステップＳ５０の処理として、エンジン１０の暖機後の再始動時であるか否かを判断する。制御部３１０は、ステップＳ５０の処理で肯定判断した場合には、ステップＳ１６の処

50

理として、還元制御の禁止フラグ F 2 0 をオフ状態に設定する。また、制御部 3 1 0 は、ステップ S 5 0 の処理で否定判断した場合には、ステップ S 1 5 の処理として、還元制御の禁止フラグ F 2 0 をオフ状態に設定する。

【 0 0 7 4 】

以上説明した本実施形態のガスセンサ 2 1 によれば、上記の (2) 及び (3) に代わる作用及び効果として、以下の (7) に示される作用及び効果を得ることができる。

(7) 制御部 3 1 0 はエンジン 1 0 の暖機後の再始動時であるか否かを判断するだけでよい。図 6 に示されるステップ S 1 3 及び S 1 4 の処理のようにポンプセル 4 1 の温度 T p やポンプ電圧 V p を用いる場合と比較すると、処理を簡素化することができる。

【 0 0 7 5 】

< 他の実施形態 >

なお、上記実施形態は、以下の形態にて実施することもできる。

・第 1 実施形態のガスセンサ 2 1 では、センサセル 4 2 により検出される排ガス中の残留酸素の濃度が無視できるほど少ない場合には、モニタセル 4 3 を排除することも可能である。このようなガスセンサ 2 1 では、センサ電流検出値 I s に基づいて N O x 濃度が演算される。

【 0 0 7 6 】

・各実施形態のガスセンサ 2 1 は、共通電極 5 8 に代えて、ポンプセル 4 1 の電極、センサセル 4 2 の電極、及びモニタセル 4 3 の電極を別々に有するものであってもよい。

・本開示に記載の S C U 3 1 及びその制御方法は、コンピュータプログラムにより具体化された 1 つ又は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリを構成することによって提供された 1 つ又は複数の専用コンピュータにより、実現されてもよい。本開示に記載の S C U 3 1 及びその制御方法は、1 つ又は複数の専用ハードウェア論理回路を含むプロセッサを構成することによって提供された専用コンピュータにより、実現されてもよい。本開示に記載の S C U 3 1 及びその制御方法は、1 つ又は複数の機能を実行するようにプログラムされたプロセッサ及びメモリと 1 つ又は複数のハードウェア論理回路を含むプロセッサとの組み合わせにより構成された 1 つ又は複数の専用コンピュータにより、実現されてもよい。コンピュータプログラムは、コンピュータにより実行されるインストラクションとして、コンピュータ読み取り可能な非遷移有形記録媒体に記憶されていてもよい。専用ハードウェア論理回路及びハードウェア論理回路は、複数の論理回路を含むデジタル回路、又はアナログ回路により実現されてもよい。

【 0 0 7 7 】

・本開示は上記の具体例に限定されるものではない。上記の具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本開示の特徴を備えている限り、本開示の範囲に包含される。前述した各具体例が備える各要素、及びその配置、条件、形状等は、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。前述した各具体例が備える各要素は、技術的な矛盾が生じない限り、適宜組み合わせを変えることができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

- 2 1 ~ 2 3 : ガスセンサ
- 4 1 : ポンプセル (第 1 セル)
- 4 2 : センサセル (第 2 セル)
- 4 3 : モニタセル (第 3 セル)
- 5 5 : ポンプ電極 (第 1 電極)
- 5 6 : センサ電極 (第 3 電極)
- 5 7 : モニタ電極 (第 5 電極)
- 5 8 : 共通電極 (第 2 電極、第 4 電極、第 6 電極)
- 6 1 : 測定ガス室
- 6 2 : 基準ガス室
- 3 1 0 : 制御部

10

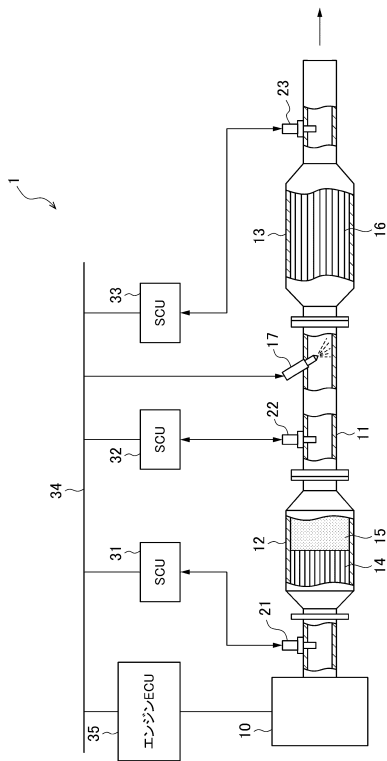
20

30

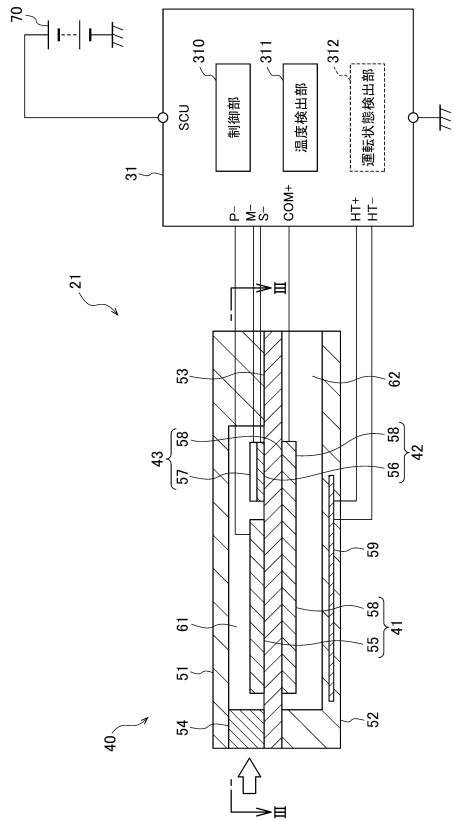
40

50

3 1 1 : 温度検出部
3 1 2 : 運転状態検出部
【図面】
【図 1】



【図 2】



10

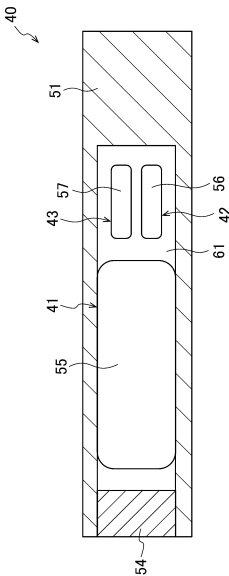
20

30

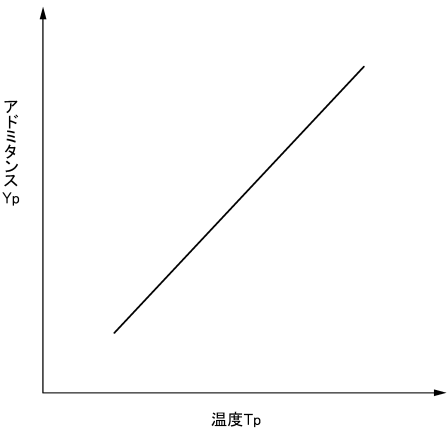
40

50

【図 3】



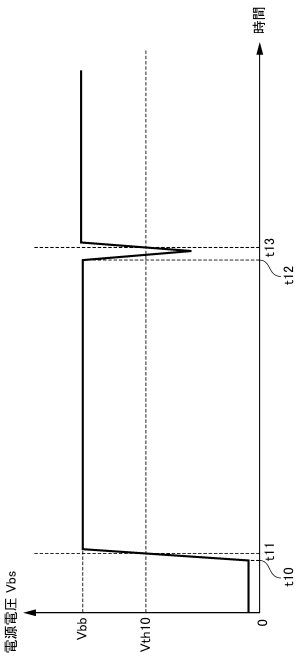
【図 4】



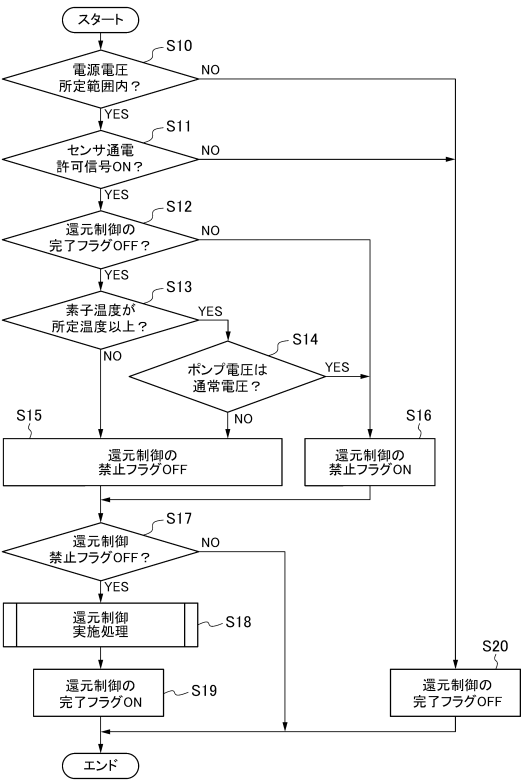
10

20

【図 5】



【図 6】

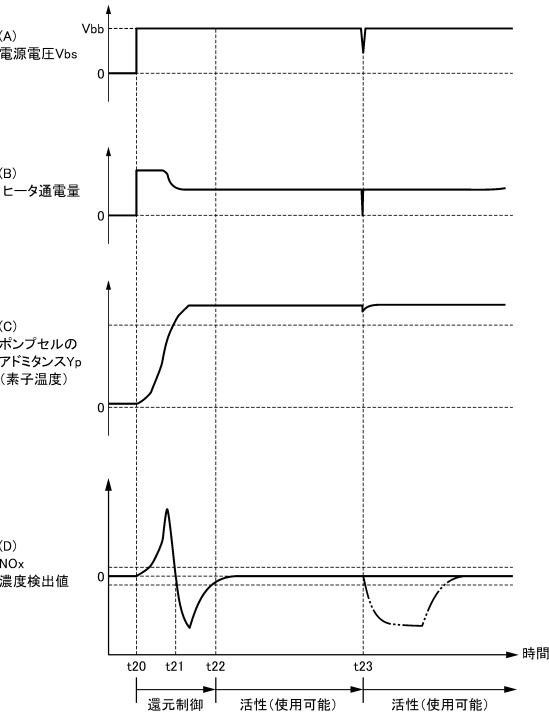


30

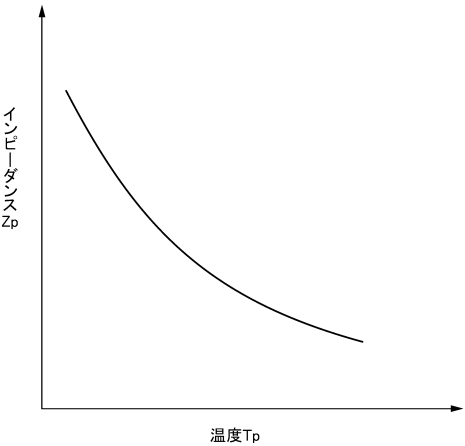
40

50

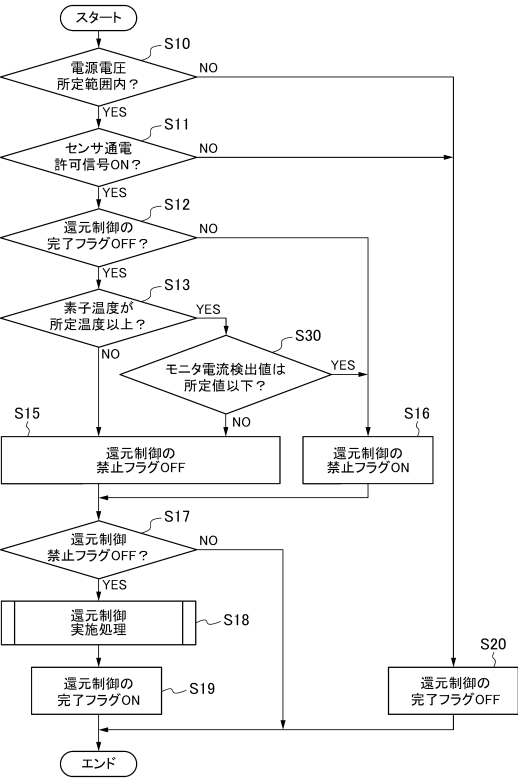
【図 7】



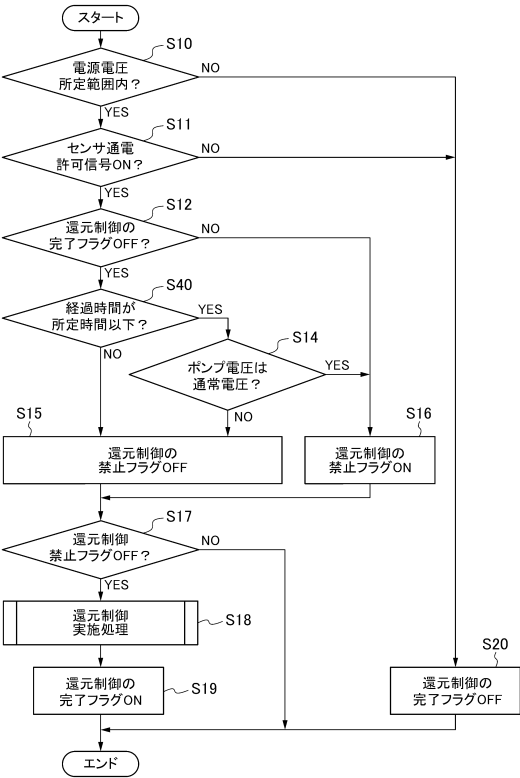
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

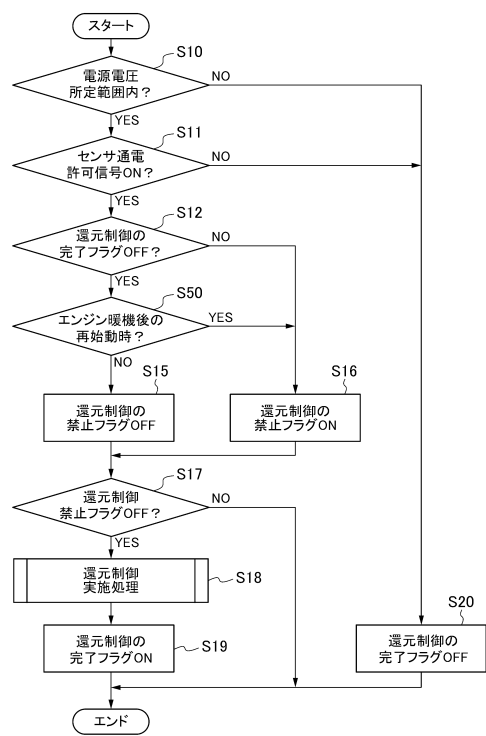
20

30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

会社デンソー内

審査官 黒田 浩一

- (56)参考文献 特開 2 0 1 6 - 7 0 9 2 2 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 0 0 9 3 7 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 1 0 1 5 1 3 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 9 7 5 5 3 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 N 2 7 / 2 6 - 2 7 / 4 9
F 0 2 D 4 3 / 0 0 - 4 5 / 0 0