

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6900937号  
(P6900937)

(45) 発行日 令和3年7月14日(2021.7.14)

(24) 登録日 令和3年6月21日(2021.6.21)

(51) Int.Cl.	F I				
<b>FO1N 3/18 (2006.01)</b>	FO1N	3/18	C		
<b>FO1N 11/00 (2006.01)</b>	FO1N	11/00			
<b>FO1N 3/00 (2006.01)</b>	FO1N	3/00	F		
<b>GO1N 27/419 (2006.01)</b>	GO1N	27/419	3 2 7 P		
<b>GO1N 27/26 (2006.01)</b>	GO1N	27/26	3 9 1 Z		
請求項の数 10 (全 26 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号 特願2018-110377 (P2018-110377)  
 (22) 出願日 平成30年6月8日(2018.6.8)  
 (65) 公開番号 特開2019-210916 (P2019-210916A)  
 (43) 公開日 令和1年12月12日(2019.12.12)  
 審査請求日 令和2年9月10日(2020.9.10)

(73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100140486  
 弁理士 鎌田 徹  
 (74) 代理人 100170058  
 弁理士 津田 拓真  
 (72) 発明者 小藪 忠勝  
 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 株式会  
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

排出ガスセンサ(100)の制御装置(10)であって、  
 前記排出ガスセンサは、内燃機関(EG)で生じた排出ガスから酸素を排出する第1セル(150)と、前記第1セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる残留酸素の濃度、に応じた大きさの信号を出力する第2セル(160, 170)と、を有するものであり、  
 排出ガスの温度を取得するガス温度取得部(14)と、  
 前記ガス温度取得部によって取得された排出ガスの温度に基づいて、前記第2セルの温度を推定するセル温度推定部(15)と、を備え、  
 前記第2セルに劣化が生じているか否かを判定する劣化判定部(13)を更に備え、  
 前記セル温度推定部によって推定された前記第2セルの温度が、予め設定された適温範囲を外れているときには、  
 前記劣化判定部は、前記第2セルに劣化が生じているか否かの判定を行わない制御装置。

【請求項2】

前記第2セルを流れる電流の値を取得するセル電流取得部(16)を更に備え、  
 前記劣化判定部は、  
 前記セル電流取得部によって取得された電流の値を、正常時において前記第2セルを流れる電流の値で除することにより得られた値を用いて、前記第2セルの劣化の程度を示す

劣化指数を算出し、当該劣化指数に基づいて、前記第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定する、請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記劣化判定部は、

前記セル温度推定部によって推定された前記第 2 セルの温度に基づいて、前記劣化指数を補正し、補正後の前記劣化指数に基づいて、前記第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定する、請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記劣化判定部は、

前記セル電流取得部によって取得された電流の値の変化量を、正常時において前記第 2 セルを流れる電流の値の変化量で除することにより得られた値を用いて、前記劣化指数を算出する、請求項 2 又は 3 に記載の制御装置。

10

【請求項 5】

前記ガス温度取得部によって取得された排出ガスの温度に基づいて、前記排出ガスセンサが取り付けられている排気配管の温度を取得する配管温度取得部 ( 1 7 ) を更に備え、前記セル温度推定部は、

前記配管温度取得部によって取得された前記排気配管の温度に基づいて、前記第 2 セルの温度を推定する、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記第 2 セルは、

前記第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素の濃度に応じた大きさの信号を出力するモニタセル ( 1 7 0 ) と、

前記第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素及び窒素酸化物の濃度に応じた大きさの信号を出力するセンサセル ( 1 6 0 ) と、を含むものである、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

20

【請求項 7】

前記セル温度推定部は、前記モニタセルの温度及び前記センサセルの温度のうち少なくとも一方を推定する、請求項 6 に記載の制御装置。

【請求項 8】

排出ガスセンサ ( 1 0 0 ) の制御装置 ( 1 0 ) であって、

前記排出ガスセンサは、内燃機関 ( E G ) で生じた排出ガスから酸素を排出する第 1 セル ( 1 5 0 ) と、前記第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる残留酸素の濃度、に応じた大きさの信号を出力する第 2 セル ( 1 6 0 , 1 7 0 ) と、を有するものであり、

30

排出ガスの温度を取得するガス温度取得部 ( 1 4 ) と、

前記ガス温度取得部によって取得された排出ガスの温度に基づいて、前記第 2 セルの温度を推定するセル温度推定部 ( 1 5 ) と、を備え、

前記第 2 セルは、

前記第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素の濃度に応じた大きさの信号を出力するモニタセル ( 1 7 0 ) と、

40

前記第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素及び窒素酸化物の濃度に応じた大きさの信号を出力するセンサセル ( 1 6 0 ) と、を含むものであり、

前記セル温度推定部は、前記モニタセルの温度及び前記センサセルの温度のうち少なくとも一方を推定し、

前記第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定する劣化判定部と、

前記第 2 セルを流れる電流の値を取得するセル電流取得部と、を更に備え、

前記劣化判定部は、

前記セル電流取得部によって取得された電流の値を、正常時において前記第 2 セルを流れる電流の値で除することにより得られた値を用いて、前記第 2 セルの劣化の程度

50

を示す劣化指数を算出し、当該劣化指数に基づいて、前記第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定するものであって、

前記セル温度推定部によって推定された前記第 2 セルの温度に基づいて、前記劣化指数を補正し、補正後の前記劣化指数に基づいて、前記第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定するように構成されており、

前記劣化判定部による前記劣化指数の算出及び補正が、前記モニタセル及び前記センサセルのそれぞれについて行われる制御装置。

【請求項 9】

前記セル温度推定部は、前記モニタセルの温度及び前記センサセルの温度をそれぞれ推定し、

前記劣化判定部は、

前記セル温度推定部によって推定された前記モニタセルの温度に基づいて、前記モニタセルについて算出された前記劣化指数の補正を行い、

前記セル温度推定部によって推定された前記センサセルの温度に基づいて、前記センサセルについて算出された前記劣化指数の補正を行うように構成されている、請求項 8 に記載の制御装置。

【請求項 10】

前記劣化判定部は、

前記セル温度推定部によって推定された、前記モニタセルの温度及び前記センサセルの温度のうちの一方向に基づいて、前記モニタセルについて算出された前記劣化指数の補正、及び、前記センサセルについて算出された前記劣化指数の補正、のそれぞれを行うように構成されている、請求項 8 に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、排出ガスセンサの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関を有する車両の排気配管には、排出ガスに含まれる特定のガス（例えば窒素酸化物）の濃度を測定するための排出ガスセンサが設けられる。このような排出ガスセンサとしては、固体電解質層の両側に電極が形成されたセルを、複数有する構成のものが知られている。上記セルでは、電極間に電圧が印加された状態において、測定対象成分の濃度に応じた大きさの電流が流れる。排出ガスセンサは、当該電流の値に基づいて測定対象成分の濃度を測定する。

【0003】

例えば、上記の複数のセルとして、第 1 セル及び第 2 セルを有する構成の排出ガスセンサが知られている。当該排出ガスセンサでは、排出ガスに含まれる酸素が、上流側に配置された第 1 セルによって予め排出される。下流側に配置された第 2 セルでは、酸素が排出された後の排出ガスに含まれる残留酸素や窒素酸化物の濃度に応じた電流が流れる。このような構成の排出ガスセンサでは、窒素酸化物よりも量の多い酸素を排出ガスから予め排出しておくことにより、窒素酸化物の濃度を精度よく測定することができる。

【0004】

上記構成の排出ガスセンサでは、下流側の第 2 セルに劣化が生じることにより、第 2 セルを流れる電流の大きさが変化してしまうことがある。そこで、第 2 セルの劣化を検知することを目的として、定期的に劣化判定が行われる。劣化判定では、例えば第 1 セルへの印加電圧を低下させることにより、第 2 セルに到達する酸素の量を一時的に増加させる。その際、第 2 セルを流れる電流の変化に基づいて、第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定することができる。

【0005】

セルを流れる電流の大きさは、当該セルに到達する酸素等の濃度に応じて変化するほか、当該セルの温度に応じても変化する。そこで、下記特許文献 1 では、内燃機関が停止した後の余動中、すなわち、排出ガスセンサ全体の温度が高温となっている期間中に劣化判定を行うことが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特許第 4767621 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

第 2 セルの劣化判定をより正確に行うためには、排出ガスセンサの全体を高温に維持するだけでなく、第 2 セルの温度を正確に取得する必要がある。また、第 2 セルの温度を正確に取得することができれば、劣化判定のみならず、通常時における濃度測定をより正確に行うことも可能となる。しかしながら、第 2 セルの温度を測定するための温度センサや測定回路を別途設けると、排出ガスセンサを含むシステム全体のコストが増加してしまうので好ましくない。

【0008】

内蔵されたヒーターの温度制御を可能とするために、インピーダンスに基づいて第 1 セルの温度測定を行い得る構成の排出ガスセンサも知られている。このため、測定された第 1 セルの温度に基づいて、第 2 セルの温度を推定し取得することも考えられる。しかしながら、排出ガスセンサと排気配管との間における熱伝導に起因して、第 1 セルの温度と第 2 セルと温度とは互いに異なることが多い。更に、両者間の温度差は一定とはならず、車両の運転状態等に応じて変化してしまう。このため、第 1 セルの温度に基づいて、第 2 セルの温度を正確に推定することは容易ではない。

【0009】

本開示は、温度測定のための回路を別途設けることなく、排出ガスセンサのセルの温度を取得することのできる制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示に係る制御装置は、排出ガスセンサ(100)の制御装置(10)である。制御対象である排出ガスセンサは、内燃機関(EG)で生じた排出ガスから酸素を排出する第 1 セル(150)と、第 1 セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる残留酸素の濃度、に応じた大きさの信号を出力する第 2 セル(160, 170)と、を有するものである。この制御装置は、排出ガスの温度を取得するガス温度取得部(14)と、ガス温度取得部によって取得された排出ガスの温度に基づいて、第 2 セルの温度を推定するセル温度推定部(15)と、を備える。この制御装置は、第 2 セルに劣化が生じているか否かを判定する劣化判定部(13)を更に備え、セル温度推定部によって推定された第 2 セルの温度が、予め設定された適温範囲を外れているときには、劣化判定部は、第 2 セルに劣化が生じているか否かの判定を行わない。

【0011】

第 2 セルの温度は、排出ガスセンサの近傍を流れる排出ガスの温度に応じて変化する。すなわち、排出ガスの温度と第 2 セルの温度との間には相関がある。そこで、上記構成の制御装置は、ガス温度取得部によって取得された排出ガスの温度に基づいて、第 2 セルの温度を推定することとしている。車両の排気配管には、排出ガスの温度を測定するための温度センサが設けられていることが多い。このため、当該温度センサからの信号を用いれば、温度測定のための回路を別途設けることなく、第 2 セルの温度を取得することが可能となる。

【発明の効果】

【0012】

10

20

30

40

50

本開示によれば、温度測定のための回路を別途設けることなく、排出ガスセンサのセルの温度を取得することのできる制御装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、第1実施形態に係る制御装置及び排出ガスセンサが設けられた、車両の排気系の構成を模式的に示す図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る制御装置及び排出ガスセンサの構成を模式的に示す図である。

【図3】図3は、図2のIII-III断面を示す断面図である。

【図4】図4は、排出ガスセンサの測定原理を説明するための図である。

10

【図5】図5は、ポンプセルの温度を取得する方法について説明するための図である。

【図6】図6は、センサセルの劣化の判定方法について説明するための図である。

【図7】図7は、センサセルの劣化の判定方法について説明するための図である。

【図8】図8は、センサセルの温度と、劣化指数との関係を示す図である。

【図9】図9は、排出ガスの温度と、センサセルの温度との関係を示す図である。

【図10】図10は、第1実施形態に係る制御装置によって実行される処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】図11は、センサセルの温度及び排出ガスの温度の時間変化を示す図である。

【図12】図12は、排気配管の温度と、センサセルの温度との関係を示す図である。

【図13】図13は、排出ガスの温度と、排気配管の温度との関係を示す図である。

20

【図14】図14は、第2実施形態に係る制御装置によって実行される処理の流れを示すフローチャートである。

【図15】図15は、第3実施形態に係る制御装置によって実行される処理の流れを示すフローチャートである。

【図16】図16は、第4実施形態に係る制御装置によって実行される処理の流れ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】

【0014】

以下、添付図面を参照しながら本実施形態について説明する。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。

30

【0015】

第1実施形態について説明する。本実施形態に係る制御装置10は、排出ガスセンサ100の制御を行うための装置として構成されている。図1には、排出ガスセンサ100が設けられる車両の排気系が模式的に示されている。同図に示されるように、当該車両の内燃機関EGには、内燃機関EGから排出された排出ガスを外部に導くための排気配管20が接続されている。排出ガスセンサ100は、排出ガスに含まれる窒素酸化物の濃度を測定するためのものであって、排気配管20の途中となる位置に複数設けられている。

【0016】

排気配管20の途中には、排出ガスセンサ100のほか、酸化触媒コンバータ22とSCR触媒コンバータ23と、が設けられている。

40

【0017】

酸化触媒コンバータ22は、排出ガスに含まれる有害物質を浄化するものである。酸化触媒コンバータ22の内部には酸化触媒（不図示）が収容されている。酸化触媒は、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。酸化触媒は、排出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。酸化触媒コンバータ22の内部には、上記の酸化触媒に加えて、微小粒子を捕捉するためのパーティキュレートフィルタが収容されていてもよい。

【0018】

50

SCR触媒コンバータ23は、酸化触媒コンバータ22を通った後の排出ガスを更に浄化する装置であって、その内部には選択還元型の触媒（不図示）が收容されている。当該触媒は、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ものが用いられる。当該触媒は、その温度が活性温度域にあり、さらに、還元剤としての尿素が添加されているときに窒素酸化物を還元浄化するものである。排気配管20のうちSCR触媒コンバータ23よりも上流側となる位置には、尿素を添加するための尿素添加インジェクタ24が設けられている。

#### 【0019】

制御装置10の制御対象である排出ガスセンサ100は、本実施形態では、排気配管20において2つ設けられている。1つ目の排出ガスセンサ100（図1では符号101が付されている）は、排気配管20のうち、酸化触媒コンバータ22とSCR触媒コンバータ23との間となる位置に設けられており、当該位置における排出ガスの窒素酸化物の濃度を測定するものとなっている。2つ目の排出ガスセンサ100（図1では符号102が付されている）は、排気配管20のうち、SCR触媒コンバータ23よりも下流側となる位置に設けられており、当該位置における排出ガスの窒素酸化物の濃度を測定するものとなっている。

10

#### 【0020】

それぞれの排出ガスセンサ100で測定された窒素酸化物の濃度は、制御装置10に伝えられる。制御装置10は、測定された窒素酸化物の濃度に基づいて、内燃機関EGの各種制御を行う。当該制御には、例えば、内燃機関EGにおける点火タイミングを調整する制御や、燃料の噴射量を調整する制御、及び、尿素添加インジェクタ24における尿素の添加量を調整する制御等が含まれる。

20

#### 【0021】

このように、本実施形態に係る制御装置10は、後に説明する排出ガスセンサ100の制御のほか、内燃機関EGの制御をも行う装置として構成されている。つまり、制御装置10は所謂「エンジンECU」としての機能をも有している。このような態様に換えて、制御装置10が、排出ガスセンサ100の制御を行うための専用の装置として構成されており、エンジンECUとは別の制御装置となっているような態様であってもよい。この場合、制御装置10は、エンジンECUと通信を行うことにより、エンジンECUが行う内燃機関EGの制御に寄与することとなる。

30

#### 【0022】

その他の構成について説明する。排気配管20のうち、酸化触媒コンバータ22とSCR触媒コンバータ23との間となる位置には、ガス温度センサ25が設けられている。ガス温度センサ25は、排出ガスセンサ100の近傍における排出ガスの温度を測定するためのセンサである。ガス温度センサ25によって測定された排出ガスの温度は、制御装置10に伝えられる。同様のガス温度センサが、排気配管20のうち、SCR触媒コンバータ23よりも下流側となる位置に更に設けられていてもよい。

#### 【0023】

図1において2つ設けられている排出ガスセンサ100のそれぞれの構成は、互いに同じである。また、窒素酸化物濃度の測定や劣化判定等のために制御装置10によって行われる制御も、2つの排出ガスセンサ100において互いに同じである。このため、以下においては、一方（符号101が付されている方）の排出ガスセンサ100についてのみ構成等の説明を行い、他方（符号102が付されている方）の排出ガスセンサ100については構成等の説明を省略する。

40

#### 【0024】

図2乃至図4を参照しながら、排出ガスセンサ100の具体的な構成について説明する。図2では、排出ガスセンサ100のうち排気配管20の内部に配置されている部分の断面が模式的に示されている。図2における左側（拡散抵抗体140が配置されている側）の端部が、排気配管20の内部で突出する排出ガスセンサ100の先端部分に該当する。

#### 【0025】

50

排出ガスセンサ 100 は、固体電解質体 110 と、本体部 120、130 とを備えている。

【0026】

固体電解質体 110 は板状の部材であって、酸化ジルコニア等の固体電解質材料によって構成されている。固体電解質体 110 は、所定温度以上の活性状態になると酸素イオン伝導性を有するようになる。固体電解質体 110 には、ポンプセル 150、センサセル 160、及びモニタセル 170 がそれぞれ形成されているのであるが、これら複数のセルについては後述する。

【0027】

本体部 120、130 は、いずれも板状の部材であって、アルミナを主成分とする絶縁体材料によって構成されている。本体部 120、130 は、上記の固体電解質体 110 を間に挟むように配置されている。固体電解質体 110 の一方側に配置された本体部 120 のうち、固体電解質体 110 側の面の一部は、固体電解質体 110 とは反対側に向けて凹状に後退している。これにより、本体部 120 と固体電解質体 110 との間には空間が形成されている。当該空間は、測定対象である排出ガスが導入される空間となっている。以下では、当該空間のことを「測定室 121」とも表記する。

10

【0028】

排出ガスセンサ 100 の先端部分には拡散抵抗体 140 が配置されている。測定室 121 は、この拡散抵抗体 140 を介して外部（つまり排気配管 20 の内側）に開放されている。拡散抵抗体 140 は、多孔質又は細孔が形成されたアルミナ等のセラミック材料からなっている。拡散抵抗体 140 の作用により、測定室 121 内に引き込まれる排出ガスの流量が律せられる。拡散抵抗体 140 を通って測定室 121 に流入した排出ガスは、後述のポンプセル 150 やセンサセル 160、モニタセル 170 へと供給される。

20

【0029】

固体電解質体 110 の他方側に配置された本体部 130 のうち、固体電解質体 110 側の面の一部は、固体電解質体 110 とは反対側に向けて凹状に後退している。これにより、本体部 130 と固体電解質体 110 との間にも空間が形成されている。当該空間の一部（不図示）は、排気配管 20 の外側である大気に開放されている。つまり、当該空間は大気が導入される空間となっている。以下では、当該空間のことを「大気室 131」とも表記する。

30

【0030】

固体電解質体 110 のうち測定室 121 に接している方の面には、ポンプ電極 111 と、センサ電極 112 と、モニタ電極 113 と、がそれぞれ形成されている。ポンプ電極 111 は、固体電解質体 110 のうち拡散抵抗体 140 寄りとなる位置に形成されている。センサ電極 112 及びモニタ電極 113 は、固体電解質体 110 のうち、ポンプ電極 111 を間に挟んで拡散抵抗体 140 とは反対側となる位置に形成されている。センサ電極 112 及びモニタ電極 113 は、図 2 において紙面奥行方向に沿って並ぶように配置されている（図 3 を参照）。

【0031】

ポンプ電極 111 及びモニタ電極 113 は、Pt - Au 合金（白金 - 金合金）によって形成されている。これらはいずれも、酸素に対して活性であり、かつ窒素酸化物に対して不活性な電極となっている。一方、センサ電極 112 は、Pt（白金）や Rh（ロジウム）等の貴金属によって形成されており、酸素に対して活性であり、且つ窒素酸化物に対しても活性な電極となっている。

40

【0032】

固体電解質体 110 のうち大気室 131 に接している方の面には、共通電極 114 が形成されている。共通電極 114 は、図 3 のように固体電解質体 110 に対し垂直な方向に沿って見た場合において、ポンプ電極 111、センサ電極 112、及びモニタ電極 113 の全てに重なるような範囲に形成されている。共通電極 114 は Pt（白金）を主成分とする材料によって形成されている。

50

## 【 0 0 3 3 】

固体電解質体 1 1 0 が高温の活性状態となっているときに、ポンプ電極 1 1 1 と共通電極 1 1 4 との間に電圧が印加されると、測定室 1 2 1 の排出ガスに含まれる酸素がポンプ電極 1 1 1 において分解され、酸素イオンとなって固体電解質体 1 1 0 を通過する。これにより、測定室 1 2 1 から大気室 1 3 1 へと酸素が排出される。つまり、ポンプ電極 1 1 1、共通電極 1 1 4、及び固体電解質体 1 1 0 のうちポンプ電極 1 1 1 と共通電極 1 1 4 との間に挟まれた部分は、排出ガスから酸素を排出するためのポンプセル 1 5 0 として機能する部分となっている。ポンプセル 1 5 0 は、本実施形態における「第 1 セル」に該当する。

## 【 0 0 3 4 】

上記のような酸素の排出が行われているときには、ポンプ電極 1 1 1 と共通電極 1 1 4 との間に電流が流れる。当該電流の値は、排出ガスから排出される酸素の量に比例した値であって、且つ、排出ガスの酸素濃度に比例した値となる。つまり、ポンプセル 1 5 0 は、排出ガスの酸素濃度に応じた大きさの信号（上記の電流）を出力するものということができる。後に説明する制御装置 1 0 は、上記電流の値に基づいて、測定室 1 2 1 に存在する排出ガスの酸素濃度を取得することができる。

## 【 0 0 3 5 】

固体電解質体 1 1 0 が高温の活性状態となっているときに、センサ電極 1 1 2 と共通電極 1 1 4 との間に電圧が印加されると、測定室 1 2 1 の排出ガスに含まれる酸素及び窒素酸化物がセンサ電極 1 1 2 において分解され、いずれも酸素イオンとなって固体電解質体 1 1 0 を通過する。その結果、センサ電極 1 1 2 と共通電極 1 1 4 との間には、センサ電極 1 1 2 の近傍における酸素及び窒素酸化物の濃度に応じた電流が流れることとなる。当該電流の値は制御装置 1 0 によって取得される。

## 【 0 0 3 6 】

つまり、センサ電極 1 1 2、共通電極 1 1 4、及び固体電解質体 1 1 0 のうちセンサ電極 1 1 2 と共通電極 1 1 4 との間に挟まれた部分は、排出ガスに含まれる残留酸素及び窒素酸化物の濃度に応じた大きさの信号（上記の電流）を、電圧が印加された状態において出力するセンサセル 1 6 0 として機能する部分となっている。センサセル 1 6 0 によって窒素酸化物および残留酸素の濃度が測定される排出ガスは、ポンプセル 1 5 0 において酸素が排出された後の排出ガスである。センサセル 1 6 0 は、本実施形態における「第 2 セル」の一つに該当する。

## 【 0 0 3 7 】

固体電解質体 1 1 0 が高温の活性状態となっているときに、モニタ電極 1 1 3 と共通電極 1 1 4 との間に電圧が印加されると、測定室 1 2 1 の排出ガスに含まれる酸素がモニタ電極 1 1 3 において分解され、酸素イオンとなって固体電解質体 1 1 0 を通過する。その結果、モニタ電極 1 1 3 と共通電極 1 1 4 との間には、モニタ電極 1 1 3 の近傍における酸素の濃度に応じた電流が流れることとなる。当該電流の値は制御装置 1 0 によって取得される。

## 【 0 0 3 8 】

つまり、モニタ電極 1 1 3、共通電極 1 1 4、及び固体電解質体 1 1 0 のうちモニタ電極 1 1 3 と共通電極 1 1 4 との間に挟まれた部分は、排出ガスに含まれる残留酸素の濃度に応じた大きさの信号（上記の電流）を出力するモニタセル 1 7 0 として機能する部分となっている。モニタセル 1 7 0 によって残留酸素の濃度が測定される排出ガスは、ポンプセル 1 5 0 において酸素が排出された後の排出ガスである。モニタセル 1 7 0 は、先に述べたセンサセル 1 6 0 と共に、本実施形態における「第 2 セル」の一つに該当する。

## 【 0 0 3 9 】

このように、本実施形態における第 2 セルには、ポンプセル 1 5 0（第 1 セル）によって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素の濃度に応じた大きさの信号を出力するモニタセル 1 7 0 と、ポンプセル 1 5 0 によって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる、残留酸素及び窒素酸化物の濃度に応じた大きさの信号を出力するセンサセル 1

10

20

30

40

50

60と、が含まれている。

【0040】

拡散抵抗体140を通過して測定室121に流入した排出ガスは、ポンプセル150に沿って流れた後、センサセル160及びモニタセル170のそれぞれに供給される。図4では、このような排出ガスの流れが複数の矢印で模式的に示されている。矢印AR10で示されるのは、拡散抵抗体140を通過して測定室121に流入した後、ポンプセル150によって排出される酸素の流れである。ポンプセル150では、排出ガスに含まれる酸素の殆どが除去されるのであるが、酸素を完全に除去することは難しい。このため、僅かな量の酸素が、センサセル160及びモニタセル170のそれぞれに到達することとなる。矢印AR11で示されるのはセンサセル160に到達する酸素の流れであり、矢印AR12

10

【0041】

既に述べたように、ポンプ電極111及びモニタ電極113は、いずれも窒素酸化物に対して不活性な電極となっている。このため、測定室121に流入した排出ガスに含まれる窒素酸化物は、ポンプセル150やモニタセル170によっては排出されず、そのままセンサセル160のセンサ電極112に到達することとなる。矢印AR20で示されるのは、このようにセンサセル160に到達する窒素酸化物の流れである。

【0042】

図4に示されるように、センサセル160には窒素酸化物(矢印AR20)と残余の酸素(矢印AR11)との両方が到達する。このため、センサセル160を流れる電流の大きさは、排出ガスに含まれる窒素酸化物及び酸素の濃度を示すものとなっている。

20

【0043】

一方、モニタセル170を流れる電流の大きさは、排出ガスに含まれる酸素の濃度を示すものとなっている。従って、センサセル160を流れる電流の値から、モニタセル170を流れる電流の値を差し引いて得られる電流値は、窒素酸化物のみの濃度を示すものとなる。このような排出ガスセンサ100では、排出ガスに含まれる酸素の影響を抑制し、窒素酸化物の濃度を正確に測定することが可能となっている。

【0044】

図2に示されるように、本体部130にはヒーター180が埋設されている。ヒーター180は、本体部130の内側において発熱し、ポンプセル150、センサセル160、及びモニタセル170のそれぞれを加熱するためのものである。ヒーター180によって、固体電解質体110が活性となる温度に保たれる。ヒーター180の出力(発熱量)は制御装置10によって調整される。

30

【0045】

引き続き図2を参照しながら、制御装置10の構成について説明する。制御装置10は、CPU、ROM、RAM等を有するコンピュータシステムとして構成されている。制御装置10は、機能的な制御ブロックとして、濃度検知部11と、内燃機関制御部12と、劣化判定部13と、ガス温度取得部14と、セル温度推定部15と、セル電流取得部16と、配管温度取得部17と、ヒーター制御部18と、を有している。

【0046】

濃度検知部11は、モニタセル170及びセンサセル160のそれぞれから出力される信号(本実施形態では電流)に基づいて、排出ガスに含まれる窒素酸化物の濃度を検知する部分である。既に述べたように、濃度検知部11による窒素酸化物の濃度の検知は、センサセル160を流れる電流の値から、モニタセル170を流れる電流の値を差し引いて得られる電流値に基づいて行われる。

40

【0047】

内燃機関制御部12は、濃度検知部11によって検知された窒素酸化物の濃度に基づいて、内燃機関EGの制御を行う部分である。内燃機関制御部12は、排出ガスセンサ100によって検知される窒素酸化物の濃度が0に近づくように、内燃機関EGの燃料噴射量等を調節する。既に述べたように、制御装置10が排出ガスセンサ100の制御を行うた

50

めの専用の装置として構成されており、エンジンECUとは別の制御装置となっているような態様であってもよい。この場合、内燃機関制御部12はエンジンECUの一部として構成されることとなる。

【0048】

劣化判定部13は、センサセル160（第2セル）に劣化が生じているか否かを判定する部分である。センサセル160に劣化が生じると、排出ガスに含まれる窒素酸化物の濃度が同じ場合であっても、センサセル160を流れる電流の値が正常時に比べて小さくなってしまふ。その結果、排出ガスセンサ100による濃度の測定を正確に行うことができなくなってしまう。そこで、劣化判定部13は、センサセル160に劣化が生じているか否かを判定するための処理を定期的に行う。当該処理の具体的な内容については後に説明する。

10

【0049】

ガス温度取得部14は、排出ガスの温度を取得する処理を行う部分である。ガス温度取得部14は、図1に示されるガス温度センサ25からの信号に基づいて、排気配管20のうち排出ガスセンサ100の近傍を通る排出ガスの温度を取得する。

【0050】

セル温度推定部15は、センサセル160（第2セル）の温度を推定する処理を行う部分である。セル温度推定部15は、上記のガス温度取得部14によって取得された排出ガスの温度に基づいて、センサセル160の温度を推定する。その推定方法については後に説明する。

20

【0051】

セル電流取得部16は、センサセル160（第2セル）を流れる電流の値を取得する処理を行う部分である。セル電流取得部16によって取得された電流の値は、後に説明する劣化指数の算出に供される。

【0052】

配管温度取得部17は、排気配管20のうち、排出ガスセンサ100が取り付けられている部分の近傍の温度、を取得する処理を行う部分である。その取得方法については後に説明する。

【0053】

ヒーター制御部18は、ヒーター180の制御を行う部分である。ヒーター制御部18は、ポンプセル150の温度を測定しており、当該温度が所定の目標温度となるようにヒーター180の発熱量を調整する。これにより、排出ガスセンサ100の固体電解質体110が活性状態に保たれる。

30

【0054】

ヒーター制御部18による温度の取得方法について、図5を参照しながら説明する。図5に示されるのは、ポンプ電極111と共通電極114との間に印加される印加電圧の時間変化の一例である。ポンプセル150の温度を検知する際において、ヒーター制御部18は、上記の印加電圧を一時的に増加させる。図5の例では、時刻t1から時刻t2までの期間において、印加電圧がV0からV10へと増加している。

【0055】

印加電圧が増加すると、それに伴って、ポンプ電極111と共通電極114との間を流れる電流も増加する。ヒーター制御部18は、時刻t1から時刻t2までの期間における印加電圧の増加量を、同期間における上記電流の増加量で除することにより、ポンプセル150のインピーダンスを算出する。

40

【0056】

ポンプセル150のインピーダンスと、ポンプセル150の温度との間には相関があり、両者の関係は予め測定されマップとして記憶されている。ヒーター制御部18は、上記のように算出されたインピーダンスと、当該マップとを参照することにより、ポンプセル150の温度を取得する。

【0057】

50

尚、図5の例では、時刻 $t_2$ から時刻 $t_3$ までの期間において、印加電圧が $V_0$ よりも小さな $V_20$ とされている。その後の時刻 $t_3$ 以降においては、印加電圧が元の $V_0$ に戻されている。本実施形態では、温度取得の際の印加電圧を一時的に $V_20$ とすることにより、時間の経過に伴ってポンプセル150に電荷が蓄積して行ってしまうことが防止される。

#### 【0058】

尚、温度測定のために印加電圧が変化する期間（図5の例では時刻 $t_1$ から時刻 $t_3$ までの期間）は非常に短く、マイクロ秒のオーダーとなっている。印加電圧の変化に起因した電流の変化は非常に小さく無視できる程度なので、モニタセル170による酸素濃度の測定や、センサセル160による窒素酸化物濃度の測定等に対してほとんど影響を及ぼさない。

10

#### 【0059】

劣化判定部13によって行われる処理、すなわち、センサセル160に劣化が生じているか否かを判定するための処理の概要について説明する。図6(A)に示されるのは、ポンプセル150に印加される電圧の時間変化である。図6(B)に示されるのは、ポンプセル150を流れる電流の時間変化である。図6(C)に示されるのは、センサセル160を流れる電流の時間変化である。

#### 【0060】

図6に示される例では、通常時の制御（つまり窒素酸化物濃度を測定するための処理）が時刻 $t_0$ において一時的に停止されており、時刻 $t_0$ から劣化判定部13による劣化判定が開始されている。時刻 $t_0$ においては、ポンプセル150に印加される電圧が、当初の $V_{p2}$ から、これよりも低い $V_{p1}$ へと変更されている（図6(A)）。

20

#### 【0061】

これに伴い、ポンプセル150を流れる電流は、当初の $I_{p2}$ から、これよりも低い $I_{p1}$ へと低下している（図6(B)）。ポンプセル150を流れる電流がこのように減少したことは、ポンプセル150を通過してセンサセル160へと到達する酸素の量が、時刻 $t_0$ 以降においては増加したことを意味する。このため、図6(C)の線L10に示されるように、センサセル160を流れる電流は時刻 $t_0$ から増加し始めており、最終的には概ね一定の値となっている。

#### 【0062】

センサセル160を流れる電流の増加量は、センサセル160に到達する酸素の増加量に概ね比例する。このため、センサセル160が正常であり、且つ、ポンプセル150を流れる電流の減少量（ $I_{p2} - I_{p1}$ ）が一定であれば、センサセル160を流れる電流は常に図6(C)の線L10のように変化するはずである。

30

#### 【0063】

しかしながら、センサセル160において劣化が生じると、ポンプセル150を流れる電流の減少量が同じであっても、センサセル160を流れる電流は小さくなってしまふ。図6(C)の線L11は、センサセル160で劣化が生じている場合における、当該センサセル160を流れる電流の時間変化の一例を示すものである。

#### 【0064】

尚、センサセル160を流れる電流の時間変化は、センサセル160の劣化モードによって異なるものとなる。例えば、センサセル160においてセンサ電極112の凝集に伴う劣化が生じた場合には、電流の時間変化は図6(C)の線L11に示されるようなグラフとなる。一方、センサセル160において、ポンプ電極111から移動した金による被毒が生じた場合には、電流の時間変化は、電流の時間変化は図6(C)の線L110に示されるようなグラフとなる。すなわち、時刻 $t_0$ からしばらくの間は線L10に示される値（正常値）よりも低い電流となる一方で、時間が経過した後の最終的な電流値は、線L110に示される値と概ね同じ値となる。

40

#### 【0065】

いずれの場合であっても、劣化が生じたセンサセル160を流れる電流の値は、時刻 $t$

50

0 からしばらくの間は正常時よりも低い値となる。劣化判定部 13 は、センサセル 160 を流れる電流の値に基づいて、センサセル 160 に劣化が生じているか否かを判定する。

【0066】

センサセル 160 を流れる電流の時間変化は、センサセル 160 の劣化度合いに応じて変化するほか、センサセル 160 の温度に応じても変化する。よく知られているように、センサセル 160 の温度が高くなるほど、センサセル 160 を流れる電流は大きくなる。図 6 (C) の線 L12 に示されるのは、センサセル 160 が通常よりも高温となっている場合における、センサセル 160 を流れる電流の時間変化である。

【0067】

劣化判定部 13 は、センサセル 160 を流れる電流の値が温度に応じても変化するこ  
10

【0068】

劣化判定部 13 による具体的な判定方法について説明する。劣化判定部 13 は、セル電流取得部 16 によって取得された電流の値、すなわちセンサセル 160 を流れる電流の値を用いて劣化指数を算出し、当該劣化指数に基づいて劣化判定を行う。本実施形態における「劣化指数」とは、セル電流取得部 16 によって取得された電流の値の変化量を、正常時においてセンサセル 160 を流れる電流の値の変化量で除することにより得られる値のことである。

【0069】

劣化指数の算出方法について、図 7 を参照しながら説明する。図 7 に示される線 L10  
20、L11、L12 は、いずれも図 6 に示される線 L10 等を拡大して示したものである。図 7 に示される時刻  $t_{10}$  は、劣化判定が開始された時刻  $t_0$  から、予め設定された一定の期間が経過した後の時刻である。図 7 に示される時刻  $t_{20}$  は、時刻  $t_{10}$  から更に、予め設定された一定の期間が経過した後の時刻である。

【0070】

時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間においては、線 L10 で示される電流値は  $I_{s0}$   
0 だけ増加している。この増加量は、「正常時においてセンサセル 160 を流れる電流の値の変化量」に該当するものであって、予め実験等によって取得され、制御装置 10 が備える不図示の記憶装置に記憶されている。

【0071】

線 L11 で示される電流値、すなわち劣化が生じているセンサセル 160 を流れる電流  
30の値は、時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間においては  $I_{s1}$  だけ増加している。この増加量は、正常時における増加量 ( $I_{s0}$ ) よりも小さい。

【0072】

また、線 L12 で示される電流値、すなわち高温となっているセンサセル 160 を流  
れる電流の値は、時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間においては  $I_{s2}$  だけ増加している。この増加量は、正常時における増加量 ( $I_{s0}$ ) よりも大きい。

【0073】

セル電流取得部 16 によって取得された電流の値が、図 7 の線 L10 のように変化  
40した場合には、算出される劣化指数は  $I_{s0} / I_{s0}$ 、すなわち 1 となる。つまり、センサセル 160 に劣化が生じていない場合には、算出される劣化指数は 1 となる。

【0074】

セル電流取得部 16 によって取得された電流の値が、図 7 の線 L11 のように変化  
した場合には、算出される劣化指数は  $I_{s1} / I_{s0}$ 、すなわち 1 よりも小さな値となる。つまり、センサセル 160 に劣化が生じている場合には、算出される劣化指数は 1 よりも小さな値となる。また、劣化の度合いが大きい程、算出される劣化指数は小さな値となる。

【0075】

劣化判定部 13 は、劣化指数を上記のように算出した後、当該劣化指数が所定の下限值  
TH (図 8 を参照) よりも小さかった場合に、センサセル 160 に劣化が生じていると判  
50

定する。下限値  $T_H$  としては、1 よりも小さな値が設定される。

【0076】

このように、本実施形態における劣化判定部 13 は、セル電流取得部 16 によって取得された電流の値（具体的には、時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間におけるその変化量）を、正常時においてセンサセル 160 を流れる電流の値（具体的には、時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間におけるその変化量）で除することにより得られた値を用いて、センサセル 160 の劣化の程度を示す劣化指数を算出し、当該劣化指数に基づいて、センサセル 160 に劣化が生じているか否かを判定するように構成されている。

【0077】

セル電流取得部 16 によって取得された電流の値を、正常時においてセンサセル 160 を流れる電流の値で除することにより得られた値のことを「電流比」と定義すると、本実施形態では、電流比そのものが劣化指数として用いられる。このような態様に替えて、電流比に所定の変換を施すことにより得られた値を、劣化指数として用いることとしてもよい。例えば、電流比が 0 のときに 100% となり、電流比が 1 のときに 0% となるような値を、劣化指数として用いることとしてもよい。この場合、算出された劣化指数が所定の上限値を上回った場合に、センサセル 160 に劣化が生じているとの判定がなされることとなる。

【0078】

電流比としては、上記と異なるものが用いられてもよい。例えば、時刻  $t_0$  から十分な時間が経過し、概ね一定となった後の電流値に基づいて電流比を算出することとしてもよい。つまり、セル電流取得部 16 によって取得された電流の値（一定となった後の電流値）を、正常時においてセンサセル 160 を流れる電流の値（正常時において一定となった後の電流値）で除したものを電流比として算出し、当該電流比を用いて劣化指数を算出することとしてもよい。

【0079】

ただし、先に述べたように、センサセル 160 の劣化モードによっては、時間が経過した後の最終的な電流値が、正常時における電流値と同じになってしまうような場合もある。このため、本実施形態のように、ポンプセル 150 に印加される電圧が変更された直後の期間（時刻  $t_{10}$  から時刻  $t_{20}$  までの期間）における電流値の変化に基づいて、センサセル 160 に劣化が生じているか否かの判定が行われることが好ましい。

【0080】

セル電流取得部 16 によって取得された電流の値が、図 7 の線 L12 のように変化した場合には、算出される劣化指数は  $I_{s2} / I_{s0}$ 、すなわち 1 よりも大きな値となる。つまり、センサセル 160 の温度が通常時よりも高くなっている場合には、算出される劣化指数は低温時に比べて大きな値となる。

【0081】

このため、センサセル 160 が劣化しており、本来であれば劣化指数が 1 よりも小さくなるような場合であっても、そのときのセンサセル 160 の温度が高いと、劣化指数は上昇して 1 に近づくこととなる。このため、算出された劣化指数が下限値  $T_H$  を上回ってしまい、センサセル 160 に劣化が生じていないとの誤判定がなされてしまう可能性がある。誤判定を防止するためには、算出された劣化指数に対し、センサセル 160 の温度に応じて補正を行う必要がある。

【0082】

当該補正の方法について、図 8 を参照しながら説明する。図 8 に示されるグラフは、センサセル 160 に劣化が生じていない場合における、センサセル 160 の温度（横軸）と、算出される劣化指数（縦軸）との対応関係を示すものである。

【0083】

図 8 に示される「 $T_0$ 」は、予め設定されたセンサセル 160 の基準温度である。センサセル 160 の温度がこの基準温度に一致しており、且つセンサセル 160 に劣化が生じていないときには、算出される劣化指数は 1 となる。一方、センサセル 160 の温度が基

10

20

30

40

50

準温度よりも高くなると、算出される劣化指数は1よりも大きな値となる。センサセル160の温度が基準温度よりも低くなると、算出される劣化指数は1よりも小さな値となる。図8に示されるように、センサセル160の温度と、算出される劣化指数との対応関係を示すグラフは、右肩上がりの直線状のグラフとなる。この対応関係は、予め実験等によって取得されており、制御装置10が備える不図示の記憶装置に記憶されている。

【0084】

この対応関係を用いれば、センサセル160の温度が特定の値(例えば図8のT1)となっているときにおける、算出される劣化指数の変動量PR1を取得することができる。変動量PR1は、算出される劣化指数から1を差し引くことによって得られる値であって、センサセル160の温度の関数として表すことができる。

10

【0085】

つまり、図8に示される対応関係を用いれば、セル温度推定部15によって取得されるセンサセル160の温度に対応した変動量PR1を取得することができる。算出された劣化指数から、変動量PR1を差し引く補正を行えば、温度の影響による変動分を除外した劣化指数を得ることができる。劣化判定部13は、このような補正後の劣化指数を下限値THと比較することにより、センサセル160に劣化が生じているか否かの判定を行う。

【0086】

このように、本実施形態における劣化判定部13は、セル温度推定部15によって推定されたセンサセル160(第2セル)の温度に基づいて、劣化指数を補正し、補正後の劣化指数に基づいて、センサセル160に劣化が生じているか否かを判定するように構成されている。これにより、センサセル160の温度が基準温度よりも高温又は低温となっている場合であっても、センサセル160に劣化が生じているか否かの判定を正確に行うことができる。

20

【0087】

尚、劣化指数を算出するための期間(図7に示される時刻t10から時刻t20までの期間)の設定の仕方によっては、図8に示されるグラフが右肩下がりのグラフとなる場合もある。この場合であっても、上記と同様の方法により、算出される劣化指数を変動量PR1により補正することができる。

【0088】

セル温度推定部15による温度の推定方法について、図9を参照しながら説明する。図9に示されるグラフは、ガス温度取得部14によって取得される排出ガスの温度(横軸)と、センサセル160の温度(縦軸)との対応関係を示すものである。同図に示されるように、ガス温度取得部14によって取得される排出ガスの温度が高くなるほど、そのときのセンサセル160の温度は高くなる傾向がある。

30

【0089】

図9に示されるように、排出ガスの温度と、センサセル160の温度との対応関係を示すグラフは、右肩上がりの直線状のグラフとなる。この対応関係は、予め実験等によって取得されており、制御装置10が備える不図示の記憶装置に記憶されている。セル温度推定部15は、この対応関係を参照することにより、ガス温度取得部14によって取得される排出ガスの温度に対応するセンサセル160の温度、を推定することができる。その後、推定されたセンサセル160の温度に基づいて、先に述べたような劣化指数の補正が行われることとなる。

40

【0090】

以上に説明したようなセンサセル160(第2セル)の劣化判定等を実現するために、制御装置10によって実行される処理の流れについて、図10を参照しながら説明する。図10に示される一連の処理は、所定の制御周期が経過する毎に、制御装置10のうち主に劣化判定部13によって繰り返し実行されるものである。

【0091】

当該処理の最初のステップS01では、判定条件が成立しているか否かが判定される。「判定条件」とは、劣化判定部13による劣化判定が行われるために必要な条件として、

50

予め設定されたものである。本実施形態では、内燃機関EGが停止した後であり、且つ内燃機関EGが停止してから3秒間が経過する前のタイミングであること、が判定条件として設定されている。

【0092】

判定条件が上記のように設定されている理由について、図11を参照しながら説明する。図11(A)は、排気配管20における排出ガスの温度の時間変化を示すグラフである。図11(B)は、センサセル160の温度の時間変化を示すグラフである。図11に示される例では、時刻t30以前の期間においては内燃機関EGが動作しており、時刻t30以降の期間においては内燃機関EGが停止している。

【0093】

図11(A)に示されるように、内燃機関EGが停止した時刻t30以降においては、内燃機関EGから高温の排出ガスが排出されなくなるので、排気配管20における排出ガスの温度は次第に低下して行く。本実施形態の構成においては、100秒間のうちに、排出ガスの温度は概ね100程度低下している。

【0094】

これに対し、内燃機関EGが停止した時刻t30以降においても、センサセル160の温度は殆ど低下していない(図11(B))。本実施形態の構成においては、100秒間のうちに、センサセル160の温度は概ね5程度しか低下しなかった。これは、図2に示される排出ガスセンサ100の略全体が不図示のカバーによって覆われており、センサセル160と排出ガスとの間の熱抵抗が大きくなっているためと考えられる。

【0095】

このように、内燃機関EGが停止した時刻t30以降は、排出ガスの温度は次第に低下して行く一方で、センサセル160の温度は殆ど低下しない。このため、時刻t30からしばらく時間が経つと、図9に示される対応関係が崩れてしまい、セル温度推定部15によるセンサセル160の温度の推定が正確には行われなくなってしまう。そこで、本実施形態では、判定条件を上記のように設定し、内燃機関EGが停止してから3秒間が経過するよりも前のタイミングで劣化判定を開始することとしている。

【0096】

図10に戻って説明を続ける。ステップS01において判定条件が成立していないと判定された場合には、劣化判定部13による劣化判定を行うことなく、図10に示される一連の処理を終了する。判定条件が成立していると判定された場合には、ステップS02に移行する。

【0097】

ステップS02では、排出ガスの温度を取得する処理がガス温度取得部14によって行われる。ステップS02に続くステップS03では、センサセル160の温度を推定する処理がセル温度推定部15によって行われる。既に述べたように、セル温度推定部15は、ステップS02で所得された排出ガスの温度と、図9に示される対応関係とに基づいて、センサセル160の温度を推定する。

【0098】

ステップS03に続くステップS04では、ステップS03で推定されたセンサセル160の温度が、所定の適温範囲に収まっているか否かが判定される。「適温範囲」とは、劣化判定を行うのに適したセンサセル160の温度範囲として、予め設定されたものである。センサセル160の温度が適温範囲を外れている場合には、劣化判定部13による劣化判定を行うことなく、図10に示される一連の処理を終了する。

【0099】

センサセル160の温度が基準温度(図8に示されるT0)よりも極端に高い場合や、基準温度よりも極端に低い場合には、センサセル160を流れる電流が大きく変化してしまい、図8に示されるグラフの線形性が崩れてしまう。その結果、劣化指数の算出や補正が正確には行われなくなってしまう。そこで、本実施形態では、基準温度を含む範囲として適温範囲を設定しており、センサセル160の温度が適温範囲に収まっている場合にの

10

20

30

40

50

み劣化判定を行うこととしている。

【0100】

このように、本実施形態に係る劣化判定部13は、セル温度推定部15によって推定されたセンサセル160(第2セル)の温度が、予め設定された適温範囲を外れているときには、センサセル160に劣化が生じているか否かの判定を行わないように構成されている。これにより、劣化判定を正確に行うことが難しい状況で、劣化判定部13による劣化判定が行われてしまうことが防止される。

【0101】

ステップS04において、センサセル160の温度が適温範囲内に収まっていた場合には、ステップS05に移行する。ステップS05では、センサセル160を流れる電流の値を取得する処理が、セル電流取得部16によって行われる。ここでは、内燃機関EGが停止されたタイミングよりも後における所定の期間(少なくとも、図7における時刻t10から時刻t20までの期間を含む期間である)において、センサセル160を流れる電流の値が複数回サンプリングされる。

【0102】

ステップS05に続くステップS06では、劣化指数を算出する処理が劣化判定部13によって行われる。劣化指数の算出方法は、図7を参照しながら既に説明した通りである。

【0103】

ステップS06に続くステップS07では、ステップS06で算出された劣化指数を、ステップS03で推定されたセンサセル160の温度を用いて補正する処理が行われる。劣化指数を補正する方法は、図8を参照しながら既に説明した通りである。

【0104】

ステップS07に続くステップS08では、ステップS07で得られた補正後の劣化指数が、下限値TH以上であるか否かが判定される。劣化指数が下限値TH以上であった場合には、ステップS09に移行する。ステップS09では、センサセル160に劣化が生じていないとの判定がなされる。

【0105】

ステップS08において、劣化指数が下限値TH未満であった場合には、ステップS10に移行する。ステップS10では、センサセル160に劣化が生じているとの判定がなされる。この場合は、例えば、排出ガスセンサ100による窒素酸化物の濃度の測定が正確には行えなくなっている旨を、例えばLEDの点灯等によって車両の乗員に報知する処理が行われる。このような態様に替えて、排出ガスセンサ100による窒素酸化物の濃度の測定値を、センサセル160の劣化度合いに応じて補正する処理が行われることとしてもよい。

【0106】

以上のように、本実施形態に係る制御装置10は、排出ガスの温度に基づいてセンサセル160の温度を推定し、推定されたセンサセル160の温度に基づいてセンサセル160の劣化判定を行うように構成されている。

【0107】

ところで、ポンプセル150の温度は、先に説明したようにヒーター制御部18によって取得されている。また、センサセル160はポンプセル150の近くに形成されている。このため、ヒーター制御部18によって取得されたポンプセル150の温度に基づけば、センサセル160の温度を正確に取得することができるようにも思われる。例えば、取得されたポンプセル150の温度をそのままセンサセル160の温度として用いたり、取得されたポンプセル150の温度から所定温度だけシフトした温度を、センサセル160の温度として用いたりすることが考えられる。

【0108】

しかしながら、センサセル160は排気配管20の壁面近くに配置されているのに対し、ポンプセル150はそれよりも内側となる位置に配置されている。このため、排出ガス

10

20

30

40

50

センサ100と排気配管20との間における熱伝導に起因して、ポンプセル150とセンサセル160の間には温度差が生じる。更に当該温度差は常に一定とはならず、車両の運転状態等に応じて変化してしまう。このため、ポンプセル150の温度に基づいて、センサセル160の温度を正確に推定することは容易ではない。

【0109】

これに対し、本実施形態では、劣化判定の対象となるセンサセル160そのものの温度をセル温度推定部15によって推定した上で、当該温度に基づいてセンサセル160の劣化判定を行うこととしている。これにより、従来よりも正確な劣化判定を行うことが可能となっている。

【0110】

また、センサセル160の温度を取得するための温度センサや測定回路を別途設ける必要が無いので、排出ガスセンサ100を含むシステム全体のコストが増加してしまうことは無い。

【0111】

本実施形態における劣化判定部13は、セル電流取得部16によって取得された電流の値を、正常時においてセンサセル160を流れる電流の値で除することにより得られた値（電流比）を用いて、センサセル160の劣化の程度を示す劣化指数を算出する。また、当該劣化指数に基づいて、センサセル160に劣化が生じているか否かを判定する。

【0112】

更に、劣化判定部13は、セル温度推定部15によって推定されたセンサセル160の温度に基づいて劣化指数を補正し、補正後の劣化指数に基づいて、センサセル160に劣化が生じているか否かを判定するように構成されている。これにより、センサセル160で劣化が生じているか否かの判定を、センサセル160に基づいて正確に行うことが可能となっている。

【0113】

第2実施形態について説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

【0114】

本実施形態では、セル温度推定部15による温度の推定方法において第1実施形態と異なっている。本実施形態に係るセル温度推定部15は、排気配管20の温度に基づいて、センサセル160の温度を推定する。

【0115】

図12に示されるグラフは、排気配管20のうち排出ガスセンサ100が取り付けられている部分の近傍の温度（横軸）と、センサセル160の温度（縦軸）との対応関係を示すものである。同図に示されるように、排気配管20の温度が高くなるほど、そのときのセンサセル160の温度は高くなる傾向がある。

【0116】

図12に示されるように、排気配管20の温度と、センサセル160の温度との対応関係を示すグラフは、右肩上がりの直線状のグラフとなる。この対応関係は、予め実験等によって取得されており、制御装置10が備える不図示の記憶装置に記憶されている。セル温度推定部15は、この対応関係を参照することにより、排気配管20の温度に対応するセンサセル160の温度、を推定することができる。その後、推定されたセンサセル160の温度に基づいて、先に述べたような劣化指数の補正が行われることとなる。

【0117】

排気配管20の温度の取得方法について説明する。図13に示されるグラフは、排気配管20の内側を通る排出ガスの温度（横軸）と、排気配管20の温度（縦軸）との対応関係を示すものである。同図に示されるように、排出ガスの温度が高くなるほど、そのときの排気配管20の温度は高くなる傾向がある。

【0118】

10

20

30

40

50

図13に示されるように、排出ガスの温度と、排気配管20の温度と、の対応関係を示すグラフは、右肩上がりの直線状のグラフとなる。この対応関係は、予め実験等によって取得されており、制御装置10が備える不図示の記憶装置に記憶されている。配管温度取得部17は、この対応関係を参照することにより、排出ガスの温度に対応する排気配管20の温度、を推定することができる。

**【0119】**

尚、図13に示される対応関係は、排出ガスの温度以外のパラメータに応じて複数記憶されていることとしてもよい。例えば、不図示の給気配管から内燃機関EGに供給される空気の温度や、内燃機関EGの負荷状況、内燃機関EGの連続運転時間などに応じて、図13に示される対応関係が複数記憶されていることとしてもよい。この場合、配管温度取得部17は、そのときの状況に応じた対応関係を選択した上で、当該対応関係と、ガス温度取得部14によって取得された排出ガスの温度とに基づいて、排気配管20の温度を推定することとなる。

**【0120】**

このように、配管温度取得部17は、少なくともガス温度取得部14によって取得された排出ガスの温度に基づいて、排出ガスセンサ100が取り付けられている排気配管20の温度を取得するように構成されている。また、本実施形態におけるセル温度推定部15は、配管温度取得部17によって取得された排気配管20の温度に基づいて、センサセル160(第2セル)の温度を推定するように構成されている。

**【0121】**

図14に示される一連の処理は、本実施形態に係る制御装置10によって実行される処理であって、図10に示される一連の処理に替えて実行されるものである。当該処理は、図10のステップS03をステップS13に置き換えた上で、ステップS02とステップS13との間に新たなステップS12を挿入したものとなっている。

**【0122】**

ステップS02において、排出ガスの温度を取得する処理がガス温度取得部14によって行われた後は、本実施形態ではステップS12に移行する。ステップS12では、排気配管20の温度を取得する処理が、配管温度取得部17によって行われる。その取得方法は、図13を参照しながら既に説明した通りである。

**【0123】**

ステップS12に続くステップS13では、センサセル160の温度を推定する処理がセル温度推定部15によって行われる。ここでは、ステップS12で取得された排気配管20の温度に基づいて、センサセル160の温度を推定する処理が行われる。当該推定の方法は、図12を参照しながら既に説明した通りである。

**【0124】**

以上のように、本実施形態に係る制御装置10は、少なくとも排出ガスの温度に基づいて排気配管20の温度を取得し、排気配管20の温度に基づいて、センサセル160の温度を推定するように構成されている。このような態様でも、第1実施形態で説明したものと同様の効果を奏する。

**【0125】**

第3実施形態について説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

**【0126】**

本実施形態では、センサセル160のみならずモニタセル170についても、その温度推定及び劣化判定を行うように構成されている。つまり、本実施形態においては、セル温度推定部15は、センサセル160の温度及びモニタセル170の温度のそれぞれを推定するように構成されている。また、劣化判定部13は、センサセル160の温度に基づいてセンサセル160の劣化判定を行うことに加えて、モニタセル170の温度に基づいてモニタセル170の劣化判定を行うように構成されている。

**【0127】**

図15に示される一連の処理は、本実施形態に係る制御装置10によって実行される処理であって、図10に示される一連の処理と並行して実行されるものである。当該処理は、図10のステップS03乃至ステップS10を、ステップS23乃至ステップS30に置き換えたものとなっている。本実施形態では、図10に示される一連の処理によってセンサセル160の劣化判定が行われ、図15に示される一連の処理によってモニタセル170の劣化判定が行われる。

【0128】

図15に示される処理では、ステップS02において排出ガスの温度が取得された後、ステップS23に移行する。ステップS23では、モニタセル170の温度を推定する処理がセル温度推定部15によって行われる。当該推定の方法は、センサセル160の温度を推定する方法と同じである。制御装置10が備える不図示の記憶装置には、排出ガスの温度とモニタセル170の温度との対応関係、すなわち図9に示されるものと同様の対応関係が記憶されている。セル温度推定部15は、ステップS02で所得された排出ガスの温度と、当該対応関係とに基づいて、モニタセル170の温度を推定する。

10

【0129】

ステップS23に続くステップS24では、ステップS23で推定されたモニタセル170の温度が、所定の適温範囲に収まっているか否かが判定される。ここでいう「適温範囲」は、図10のステップS04での判定に用いられる適温範囲と同じものである。尚、モニタセル170についての適温範囲が、センサセル160についての適温範囲とは異なる範囲として設定されていてもよい。モニタセル170の温度が適温範囲を外れている場合には、劣化判定部13による劣化判定を行うことなく、図15に示される一連の処理を終了する。

20

【0130】

ステップS24において、モニタセル170の温度が適温範囲内に収まっていた場合には、ステップS25に移行する。ステップS25では、モニタセル170を流れる電流の値を取得する処理が、セル電流取得部16によって行われる。当該電流の値の取得方法は、図10のステップS04において、センサセル160を流れる電流の値を取得する方法と同様である。

【0131】

ステップS25に続くステップS26では、モニタセル170についての劣化指数を算出する処理が劣化判定部13によって行われる。この劣化指数の算出方法は、センサセル160についての劣化指数の算出方法(図7を参照しながら説明した方法)と同様である。

30

【0132】

ステップS26に続くステップS27では、ステップS26で算出された劣化指数を、ステップS23で推定されたモニタセル170の温度を用いて補正する処理が行われる。劣化指数を補正する方法は、センサセル160についての劣化指数を補正する方法(図8を参照しながら説明した方法)と同様である。

【0133】

ステップS27に続くステップS28では、ステップS27で得られた補正後の劣化指数が、下限値TH以上であるか否かが判定される。ここでいう「下限値TH」は、図10のステップS08での判定に用いられる下限値THと同じものである。尚、モニタセル170についての下限値THが、センサセル160についての下限値THとは異なる値として設定されていてもよい。劣化指数が下限値TH以上であった場合には、ステップS29に移行する。ステップS29では、モニタセル170に劣化が生じていないとの判定がなされる。

40

【0134】

ステップS28において、劣化指数が下限値TH未満であった場合には、ステップS30に移行する。ステップS30では、モニタセル170に劣化が生じているとの判定がなされる。この場合は、例えば、排出ガスセンサ100による窒素酸化物の濃度の測定が正

50

確には行えなくなっている旨を、例えばLEDの点灯等によって車両の乗員に報知する処理が行われる。このような態様に替えて、排出ガスセンサ100による窒素酸化物の濃度の測定値を、モニタセル170の劣化度合いに応じて補正する処理が行われることとしてもよい。

【0135】

以上のように、本実施形態に係る制御装置10では、セル温度推定部15が、モニタセル170の温度及びセンサセル160の温度の両方をそれぞれ推定するように構成されている。また、本実施形態における劣化判定部13は、劣化指数の算出及び補正を、第2セルであるモニタセル170及びセンサセル160のそれぞれについて行うように構成されている。

10

【0136】

具体的には、劣化判定部13は、セル温度推定部15によって推定されたモニタセル170の温度に基づいて、モニタセル170について算出された劣化指数の補正を行い、セル温度推定部15によって推定されたセンサセル160の温度に基づいて、センサセル160について算出された劣化指数の補正を行うように構成されている。これにより、センサセル160についてのみならず、モニタセル170についても正確な劣化判定を行うことが可能となっている。

【0137】

尚、セル温度推定部15がモニタセル170の温度のみを推定し、当該温度に基づいて、劣化判定部13がモニタセル170の劣化判定のみを行う構成としてもよい。

20

【0138】

第4実施形態について説明する。以下では、第1実施形態と異なる点について主に説明し、第1実施形態と共通する点については適宜説明を省略する。

【0139】

本実施形態では、上記の第3実施形態と同様に、劣化判定部13が、センサセル160及びモニタセル170のそれぞれについて劣化判定を行うように構成されている。ただし、それぞれの劣化判定はいずれも、セル温度推定部15によって推定されたセンサセル160の温度に基づいて行われる。

【0140】

図16に示される一連の処理は、本実施形態に係る制御装置10によって実行される処理であって、図10に示される一連の処理と並行して実行されるものである。当該処理は、図10のステップS05乃至ステップS10を、ステップS35乃至ステップS40に置き換えたものとなっている。本実施形態では、図10に示される一連の処理によってセンサセル160の劣化判定が行われ、図16に示される一連の処理によってモニタセル170の劣化判定が行われる。

30

【0141】

図16に示される処理では、ステップS04において、センサセル160の温度が適正範囲内であると判定された場合に、ステップS35に移行する。ステップS35では、モニタセル170を流れる電流の値を取得する処理が、セル電流取得部16によって行われる。当該電流の値の取得方法は、図10のステップS04において、センサセル160を流れる電流の値を取得する方法と同様である。

40

【0142】

ステップS35に続くステップS36では、モニタセル170についての劣化指数を算出する処理が劣化判定部13によって行われる。この劣化指数の算出方法は、センサセル160についての劣化指数の算出方法(図7を参照しながら説明した方法)と同様である。ただし、ステップS36では、ステップS03で推定されたセンサセル160の温度を、このときのモニタセル170の温度とした上で、モニタセル170についての劣化指数が算出される。

【0143】

ステップS36に続くステップS37では、ステップS36で算出された劣化指数を補

50

正する処理が行われる。劣化指数を補正する方法は、センサセル 160 についての劣化指数を補正する方法（図 8 を参照しながら説明した方法）と同様である。ただし、ステップ S 37 では、ステップ S 03 で推定されたセンサセル 160 の温度を、このときのモニタセル 170 の温度とした上で、モニタセル 170 についての劣化指数が補正される。換言すれば、本実施形態においては、推定されたセンサセル 160 の温度に基づいて、モニタセル 170 についての劣化指数が補正される。

#### 【0144】

ステップ S 37 に続くステップ S 38 では、ステップ S 37 で得られた補正後の劣化指数が、下限値 TH 以上であるか否かが判定される。ここでいう「下限値 TH」は、図 10 のステップ S 08 での判定に用いられる下限値 TH と同じものである。尚、モニタセル 170 についての下限値 TH が、センサセル 160 についての下限値 TH とは異なる値として設定されていてもよい。劣化指数が下限値 TH 以上であった場合には、ステップ S 39 に移行する。ステップ S 39 では、モニタセル 170 に劣化が生じていないとの判定がなされる。

10

#### 【0145】

ステップ S 38 において、劣化指数が下限値 TH 未満であった場合には、ステップ S 40 に移行する。ステップ S 40 では、モニタセル 170 に劣化が生じているとの判定がなされる。この場合は、例えば、排出ガスセンサ 100 による窒素酸化物の濃度の測定が正確には行えなくなっている旨を、例えば LED の点灯等によって車両の乗員に報知する処理が行われる。このような態様に替えて、排出ガスセンサ 100 による窒素酸化物の濃度の測定値を、モニタセル 170 の劣化度合いに応じて補正する処理が行われることとしてもよい。

20

#### 【0146】

以上のように、本実施形態に係る劣化判定部 13 は、セル温度推定部 15 によって推定されたセンサセル 160 の温度に基づいて、モニタセル 170 について算出された劣化指数の補正、及び、センサセル 160 について算出された劣化指数の補正、のそれぞれを行うように構成されている。このような態様であっても、第 1 実施形態について説明したものと同様の効果を奏する。

#### 【0147】

尚、上記の態様に替えて、劣化判定部 13 が、セル温度推定部 15 によって推定されたモニタセル 170 の温度に基づいて、モニタセル 170 について算出された劣化指数の補正、及び、センサセル 160 について算出された劣化指数の補正、のそれぞれを行うように構成されている態様としてもよい。

30

#### 【0148】

以上、具体例を参照しつつ本実施形態について説明した。しかし、本開示はこれらの具体例に限定されるものではない。これら具体例に、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およびその配置、条件、形状などは、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。

40

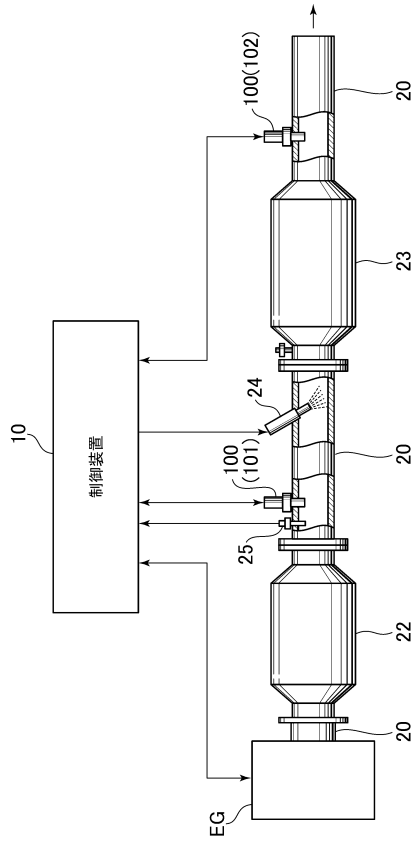
#### 【符号の説明】

#### 【0149】

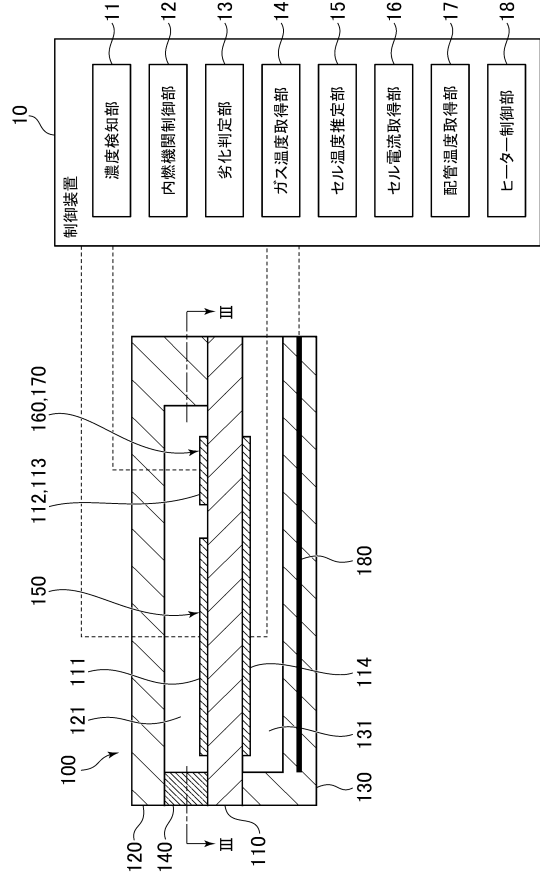
- 10：制御装置
- 14：ガス温度取得部
- 15：セル温度推定部
- 100：排出ガスセンサ
- 150：ポンプセル
- 160：センサセル
- 170：モニタセル
- EG：内燃機関

50

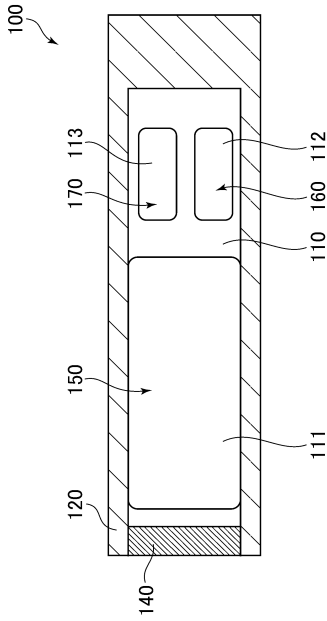
【図1】



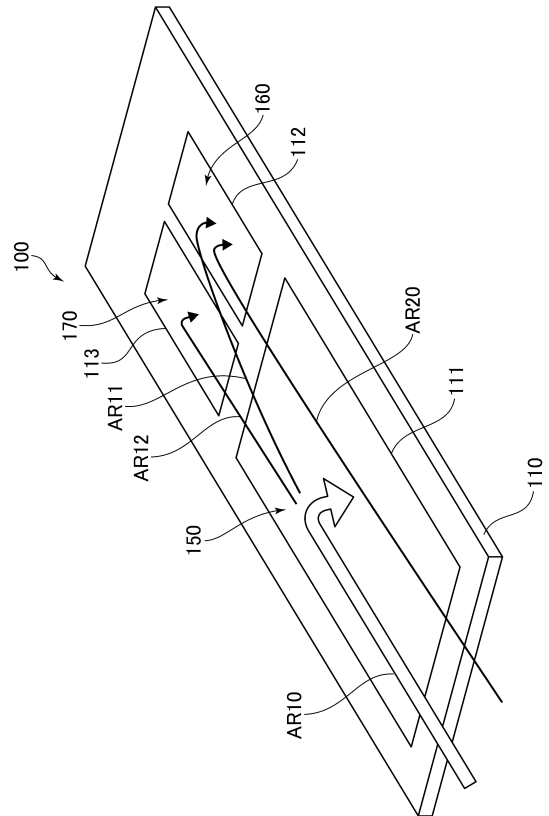
【図2】



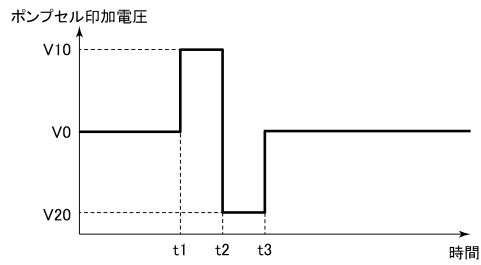
【図3】



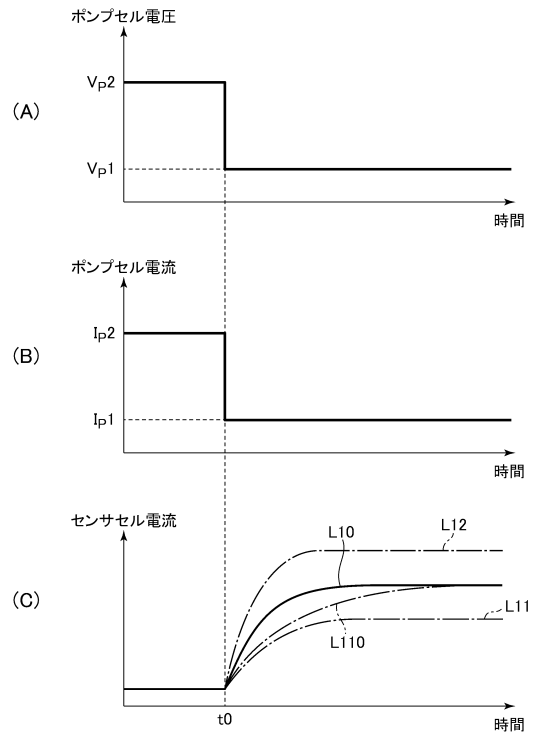
【図4】



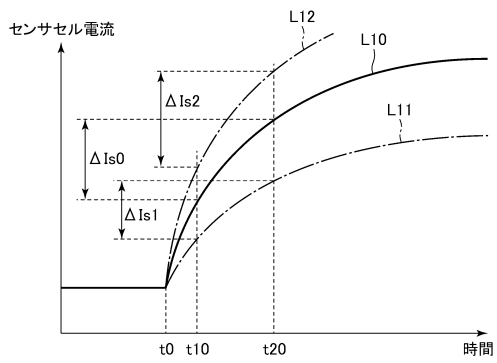
【図5】



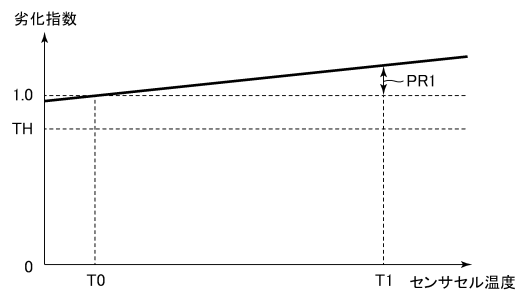
【図6】



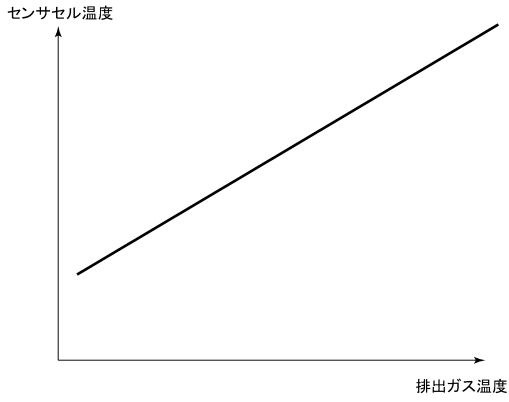
【図7】



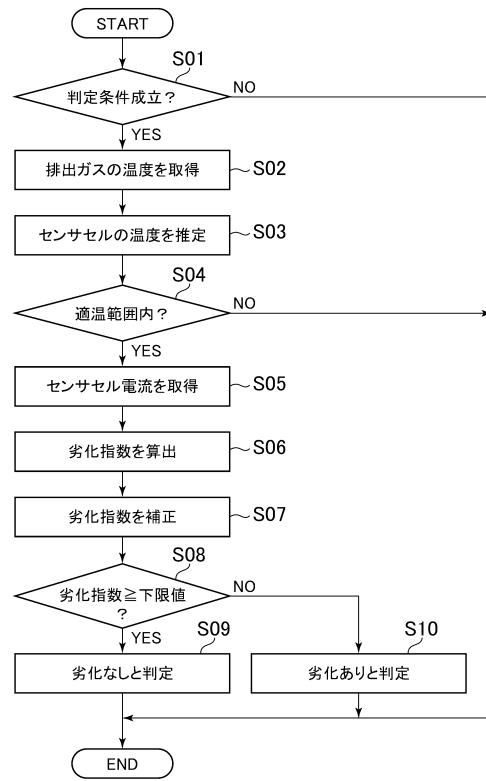
【図8】



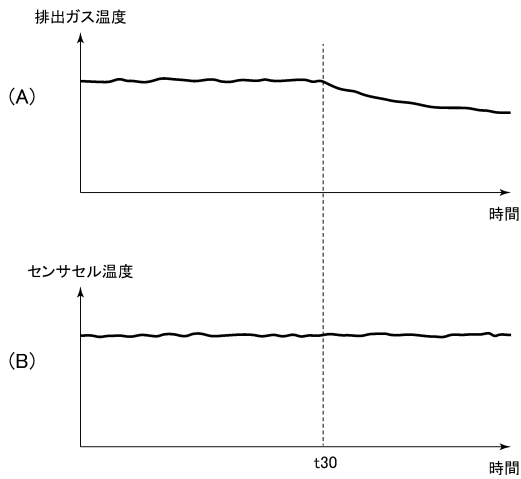
【図 9】



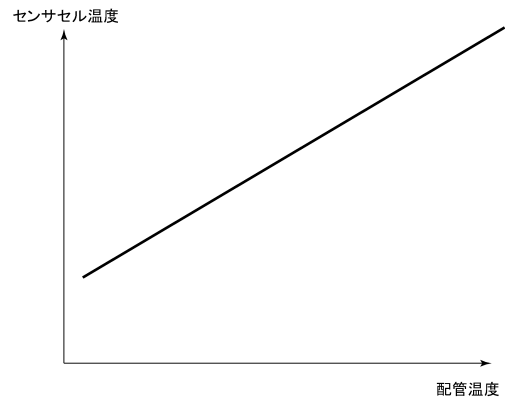
【図 10】



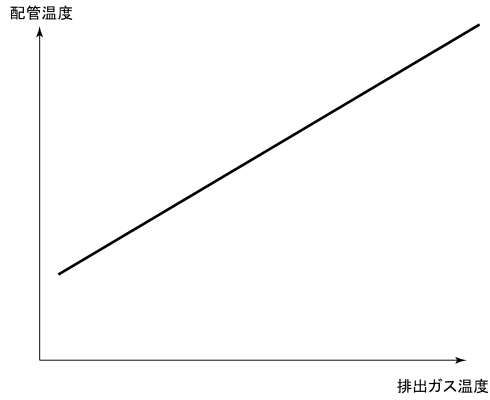
【図 11】



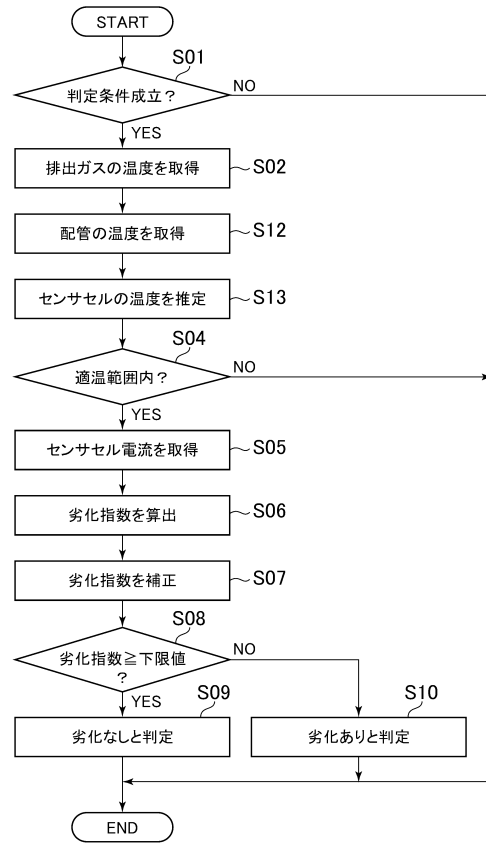
【図 12】



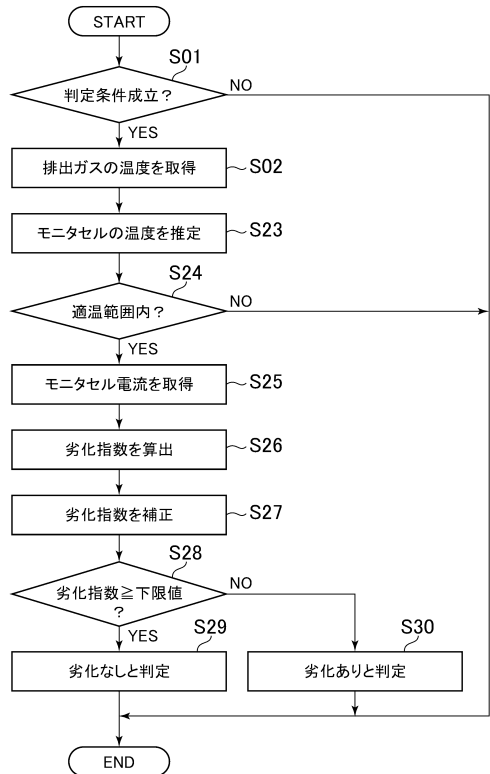
【図13】



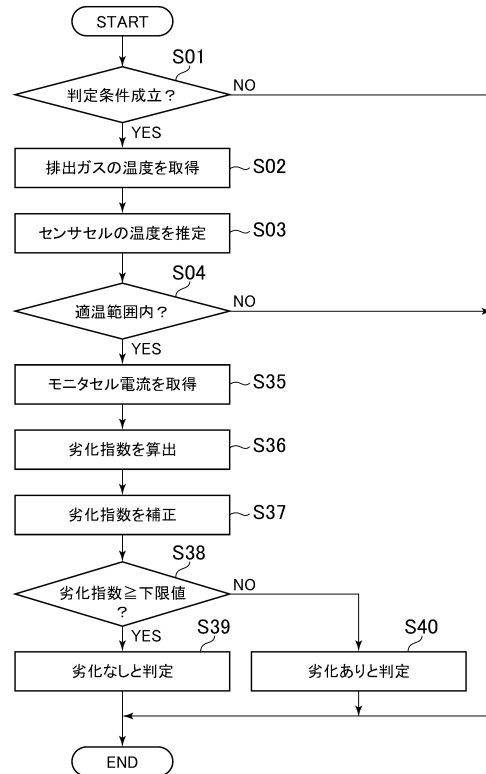
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 1 N 27/416 (2006.01) G 0 1 N 27/416 3 3 1

- (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 長谷川 明里  
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 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 永田 文哉  
愛知県大府市中央町2丁目188番地 デンソーテクノ株式会社内

審査官 二之湯 正俊

- (56)参考文献 特開2015-206767(JP,A)  
特開2003-50227(JP,A)  
特許第4767621(JP,B2)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 1 N 3 / 0 0 - 3 / 3 8  
F 0 1 N 9 / 0 0 - 1 1 / 0 0