

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年5月19日(19.05.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/085015 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 27/26 (2006.01) G01N 27/416 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/038846

(22) 国際出願日: 2022年10月19日(19.10.2022)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2021-182437 2021年11月9日(09.11.2021) JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 森田 尚治 (MORITA, Hisaharu); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 村山 勇樹 (MURAYAMA, Yuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

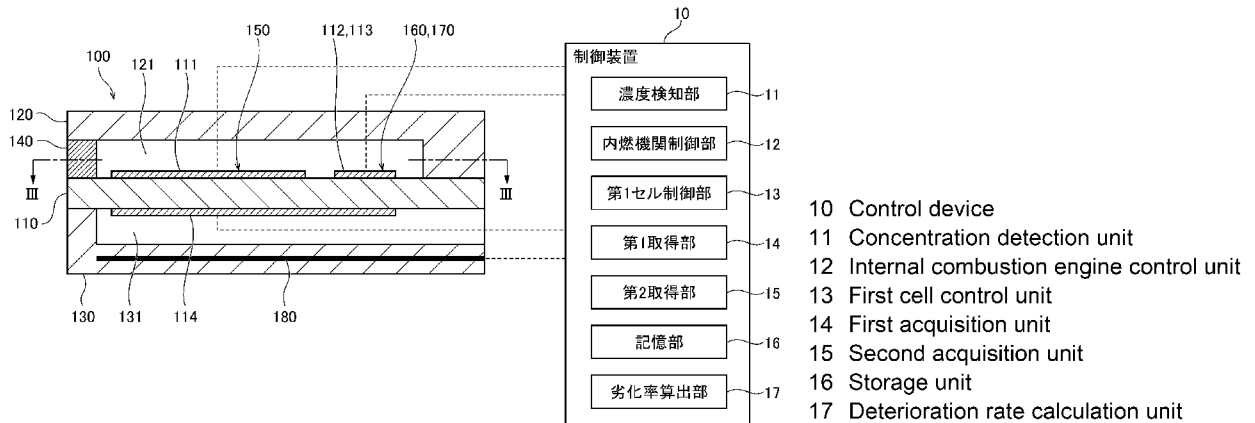
Aichi (JP). 長谷川 明里 (HASEGAWA, Akari); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 鎌田 徹, 外 (KAMATA, Toru et al.); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦1-1-1 名古屋インターシティ3階 T M I 総合法律事務所 名古屋オフィス Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 制御装置



(57) Abstract: A control device (10) of a discharge gas sensor (100) comprises: a first cell control unit (13) that controls the discharge of oxygen by a pump cell (150); a first acquisition unit (14) that acquires a slope of a change in a current outputted from a sensor cell (160); a second acquisition unit (15) that acquires a convergence value of the current outputted from the sensor cell (160); and a deterioration rate calculation unit (17) that calculates a deterioration rate, which is an index indicating the degree of deterioration occurring in the discharge gas sensor (100). After the first cell control unit (13) has initiated a discharge suppression process in which the discharge of oxygen by the pump cell (150) is temporarily suppressed, the deterioration rate calculation unit (17) calculates the deterioration rate on the basis of a value obtained by normalizing the slope acquired by the first acquisition unit (14) using the convergence value acquired by the second acquisition unit (15).

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 排出ガスセンサ(100)の制御装置(10)は、ポンプセル(150)による酸素の排出を制御する第1セル制御部(13)と、センサセル(160)から出力される電流の変化の傾きを取得する第1取得部(14)と、センサセル(160)から出力される電流の収束値を取得する第2取得部(15)と、排出ガスセンサ(100)で生じている劣化の度合いを示す指標、である劣化率を算出する劣化率算出部(17)と、を備える。第1セル制御部(13)が、ポンプセル(150)による酸素の排出を一時的に抑制する排出抑制処理、を開始した後、劣化率算出部(17)は、第1取得部(14)で取得された傾きを、第2取得部(15)で取得された収束値を用いて正規化した値に基づいて、劣化率を算出する。

明 細 書

発明の名称：制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2021年11月9日に出願された日本国特許出願2021-182437号に基づくものであって、その優先権の利益を主張するものであり、その特許出願の全ての内容が、参照により本明細書に組み込まれる。

技術分野

[0002] 本開示は、排出ガスセンサの制御装置に関する。

背景技術

[0003] 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の濃度を測定するための排出ガスセンサが設けられる。「特定のガス」とは、例えば窒素酸化物である。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。

[0004] 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。以下では、当該電流のことを「出力電流」とも表記する。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。

[0005] 複数のセルを有する排出ガスセンサでは、セルの劣化により、測定対象成分の濃度と出力電流との関係が変化してしまうことがある。そこで、下記特許文献1に記載のガスセンサの制御装置では、排出ガスセンサで生じている

劣化の度合いを示す指標である劣化率、を算出することが可能となっている。具体的には、第1セル（ポンプセル）に印加される電圧を低減し、第2セル（センサセル）に到達する酸素の量を一時的に増加させた上で、その際における第2セルからの出力電流の変化の傾きに基づいて劣化率を算出することとしている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第6 7 7 6 5 3 3号公報

発明の概要

[0007] 第2セルからの出力電流の変化の傾きは、第2セルの劣化度合いに応じて小さくなる傾向がある。このため、第2セルからの出力電流の変化の傾きが通常時よりも小さくなると、第2セルに劣化が生じている、すなわち排出ガスセンサの劣化率が大きくなっていると判定することができる。

[0008] ただし、第2セルからの出力電流の変化の傾きは、排出ガスの酸素濃度によっても変化する。また、第1セルを経由して第2セルに到達する排出ガスの酸素濃度は、第1セルに印加される電圧を低減した際の、第1セルの出力電流の変動量に概ね比例する。そこで、上記特許文献1に記載の制御装置では、第2セルからの出力電流の変化の傾き（A）を、第1セルの出力電流の変動量（ ΔI_p ）で除することにより正規化し、この正規化で得られた値に基づいて劣化率を算出することとしている。

[0009] しかしながら、第1セルの出力電流の変動量は、正確に取得することが難しいことが多い。例えば、第1セルに印加される電圧を低減した後において、排出ガスに含まれる酸素濃度がそのまま一定とはならず、時間の経過と共に変動することがある。この場合、第1セルの出力電流の変化は直線的とはならないので、上記の変動量（ ΔI_p ）には誤差が含まれてしまうこととなる。その結果、劣化率の算出を正確には行えなくなってしまう可能性がある。

[0010] 本開示は、排出ガスセンサの劣化率を正確に算出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。

[0011] 本開示に係る制御装置は、排出ガスセンサの制御装置である。制御対象である排出ガスセンサは、内燃機関で生じた排出ガスから酸素を排出する第1セルと、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、に応じた大きさの電流を出力する第2セルと、を有するものである。この制御装置は、第1セルによる酸素の排出を制御する第1セル制御部と、第2セルから出力される電流の変化の傾きを取得する第1取得部と、第2セルから出力される電流の収束値を取得する第2取得部と、排出ガスセンサで生じている劣化の度合いを示す指標、である劣化率を算出する劣化率算出部と、を備える。第1セル制御部が、第1セルによる酸素の排出を一時的に抑制する排出抑制処理、を開始した後、劣化率算出部は、第1取得部で取得された傾きを、第2取得部で取得された収束値を用いて正規化した値に基づいて、劣化率を算出する。

[0012] このような構成の制御装置では、第1セルから出力される電流の値を用いることなく、第2セルから出力される電流の値のみを用いて劣化率が算出される。このため、第1セルから出力される電流の測定誤差の影響を受けることなく、従来よりも正確に劣化率を算出することが可能となる。

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ー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。

[図5]図5は、ポンプセル電圧等の時間変化の例を示す図である。

[図6]図6は、センサセル電流の時間変化を示すグラフである。

[図7]図7は、センサセル電流の時間変化を示すグラフである。

[図8]図8は、 A_N ／基準値と劣化率との対応関係を示す図である。

[図9]図9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10]図10は、比較例に係る方法で劣化率を算出する際の、誤差の要因について説明するための図である。

[図11]図11は、排出ガスセンサの動作時間と、算出される傾きとの関係を示す図である。

[図12]図12は、傾きを算出する区間と、算出される傾きのバラつきとの関係を示す図である。

[図13]図13は、収束値を取得するタイミングと、算出される劣化率との関係を示す図である。

[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。

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。

[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設けられている。尚、本実施形態においては、排出ガスセンサ100の検知対象となる成分は上記の通り窒素酸化物なのであるが、例えばアンモニアのような、窒素酸化物以外の成分であってもよい。

[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が設けられている。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）が收容されている。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ティキュレートフィルタや窒素酸化物浄化用触媒が收容されていてもよい。

[0017] 制御装置 10 の制御対象である排出ガスセンサ 100 は、排気配管 20 のうち、酸化触媒コンバータ 22 の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。

[0018] 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 E G の各種制御を行う。当該制御には、例えば、内燃機関 E G における点火タイミングや噴射タイミングを調整する制御等が含まれる。

[0019] 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 E G 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 E G の制御に寄与することとなる。

[0020] 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、すなわち拡散抵抗体 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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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 1 1 1 と、センサ電極 1 1 2 と、モニタ電極 1 1 3 と、がそれぞれ形成されている。ポンプ電極 1 1 1 は、固体電解質体 1 1 0 のうち拡散抵抗体 1 4 0 寄りとなる位置に形成されている。センサ電極 1 1 2 及びモニタ電極 1 1 3 は、固体電解質体 1 1 0 のうち、ポンプ電極 1 1 1 を間に挟んで拡散抵抗体 1 4 0 とは反対側となる位置に形成されている。センサ電極 1 1 2 及びモニタ電極 1 1 3 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）。

[0027] ポンプ電極 1 1 1 及びモニタ電極 1 1 3 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 1 1 2 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。

[0028] 固体電解質体 1 1 0 のうち大気室 1 3 1 に接している方の面には、共通電極 1 1 4 が形成されている。共通電極 1 1 4 は、図 3 のように固体電解質体 1 1 0 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 1 1 1、センサ電極 1 1 2、及びモニタ電極 1 1 3 の全てに重なるような範囲に形成されている。共通電極 1 1 4 は Pt（白金）を主成分とする材料によって形成されている。

[0029] 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。

- [0030] 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電流を出力するものということができる。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。
- [0031] ポンプ電極 1 1 1 と共通電極 1 1 4 との間に印加される電圧のことを、以下では「ポンプセル電圧」とも称する。また、ポンプセル電圧が印加された状態で、ポンプ電極 1 1 1 と共通電極 1 1 4 との間に流れる電流のことを、以下では「ポンプセル電流」とも称する。
- [0032] 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。
- [0033] 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 1 つに該当する。
- [0034] センサ電極 1 1 2 と共通電極 1 1 4 との間に印加される電圧のことを、以下では「センサセル電圧」とも称する。また、センサセル電圧が印加された

状態で、センサ電極 112 と共通電極 114 との間に流れる電流のことを、以下では「センサセル電流」とも称する。

[0035] 固体電解質体 110 が高温の活性状態となっているときに、モニタ電極 113 と共通電極 114 との間に電圧が印加されると、測定室 121 の排出ガスに含まれる酸素がモニタ電極 113 において分解され、酸素イオンとなって固体電解質体 110 を通過する。その結果、モニタ電極 113 と共通電極 114 との間には、モニタ電極 113 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 10 によって取得される。

[0036] つまり、モニタ電極 113、共通電極 114、及び固体電解質体 110 のうちモニタ電極 113 と共通電極 114 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電流を出力するモニタセル 170 として機能する部分となっている。モニタセル 170 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 150 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 170 は、上記のセンサセル 160 と共に、本実施形態における「第 2 セル」の 1 つに該当する。

[0037] モニタ電極 113 と共通電極 114 との間に印加される電圧のことを、以下では「モニタセル電圧」とも称する。また、モニタセル電圧が印加された状態で、モニタ電極 113 と共通電極 114 との間に流れる電流のことを、以下では「モニタセル電流」とも称する。

[0038] このように、ポンプセル 150 の下流側となる位置には、ポンプセル 150 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電流を出力するモニタセル 170 と、ポンプセル 150 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電流を出力するセンサセル 160 と、が配置されている。

[0039] 拡散抵抗体 140 を通って測定室 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A R 1 0で示されるのは、拡散抵抗体1 4 0を通過して測定室1 2 1に流入した後、ポンプセル1 5 0によって排出される酸素の流れである。ポンプセル1 5 0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1 6 0及びモニタセル1 7 0のそれぞれに到達することとなる。矢印A R 1 1で示されるのはセンサセル1 6 0に到達する酸素の流れであり、矢印A R 1 2で示されるのはモニタセル1 7 0に到達する酸素の流れである。

[0040] 既に述べたように、ポンプ電極1 1 1及びモニタ電極1 1 3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1 2 1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1 5 0やモニタセル1 7 0によっては排出されず、そのままセンサセル1 6 0のセンサ電極1 1 2に到達することとなる。矢印A R 2 0で示されるのは、このようにセンサセル1 6 0に到達する窒素酸化物の流れである。

[0041] 図4に示されるように、センサセル1 6 0には窒素酸化物（矢印A R 2 0）と残余の酸素（矢印A R 1 1）との両方が到達する。このため、センサセル電流の大きさは、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。

[0042] 一方、モニタセル電流の大きさは、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、センサセル電流の値から、モニタセル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1 0 0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。

[0043] 図2に示されるように、本体部1 3 0にはヒーター1 8 0が埋設されている。ヒーター1 8 0は、本体部1 3 0の内側において発熱し、ポンプセル1 5 0、センサセル1 6 0、及びモニタセル1 7 0のそれぞれを加熱するためのものである。ヒーター1 8 0によって、固体電解質体1 1 0が活性となる温度に保たれる。ヒーター1 8 0の出力は制御装置1 0によって調整される

。

[0044] 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、その機能を表すブロック要素として、濃度検知部11と、内燃機関制御部12と、第1セル制御部13と、第1取得部14と、第2取得部15と、記憶部16と、劣化率算出部17と、を備えている。

[0045] 濃度検知部11は、モニタセル電流及びセンサセル電流のそれぞれに基づいて、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、センサセル電流の値からモニタセル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。

[0046] 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。

[0047] 第1セル制御部13は、ポンプセル電圧を変化させることにより、第1セルであるポンプセル150による酸素の排出を制御する部分である。排出ガスセンサ100による窒素酸化物の濃度検知が行われているとき、すなわち通常時においては、第1セル制御部13はポンプセル電圧を概ね一定の値に維持する。一方、後に説明する劣化率の算出が行われる際には、第1セル制御部13はポンプセル電圧を一時的に低下させる。

[0048] 第1取得部14は、第2セルから出力される電流の変化の傾き、具体的には、センサセル電流の変化の傾きを取得する処理を行う部分である。第2取

得部 15 は、第 2 セルから出力される電流の収束値、具体的には、センサセル電流の収束値を取得する処理を行う部分である。第 1 取得部 14 により取得された傾き、及び、第 2 取得部 15 により取得された収束値は、後に説明する劣化率の算出に用いられる。

[0049] 記憶部 16 は、制御装置 10 に設けられた不揮発性の記憶装置であり、具体的にはフラッシュメモリである。記憶部 16 には、劣化率の算出を行うために必要となる情報が予め記憶されている。当該情報の具体的な内容については後に説明する。

[0050] 劣化率算出部 17 は、排出ガスセンサ 100 の劣化率を算出する処理を行う部分である。「劣化率」とは、排出ガスセンサ 100 で生じている劣化の度合いを示す指標であって、排出ガスセンサ 100 の劣化が進行するほど大きな値として算出されるものである。本実施形態では、劣化率は 0% から 100% までの範囲のいずれかの値、として算出される。劣化率の具体的な算出方法については後に説明する。

[0051] 劣化率算出部 17 によって算出される劣化率は、例えば、排出ガスセンサ 100 が正常か否かを判定するための指標として用いられる。算出された劣化率が所定値を超えた場合には、車両に設けられた警告灯を点灯させ、乗員に対し交換等の対応を促すことができる。排出ガスセンサ 100 で取得される窒素酸化物の濃度の値を、劣化率を用いて補正することとしてもよい。

[0052] 劣化率を算出するために行われる処理の概要について説明する。図 5 (A) に示されるのは、劣化率の算出が行われる際における、ポンプセル電圧の時間変化の例である。図 5 (B) に示されるのは、ポンプセル電流の時間変化の例である。図 5 (C) に示されるのは、センサセル電流の時間変化の例である。

[0053] 図 5 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、劣化率を算出するための処理が開始されている。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_{P1} から、これよりも低い V_{P0}

へと変更されている（図5（A））。当該処理は第1セル制御部13によって行われる。その結果、ポンプセル150による酸素の排出は、時刻 t_0 以降においては一時的に抑制された状態となる。第1セル制御部13によって、図5における時刻 t_0 から時刻 t_3 まで期間で行われる処理、すなわち、ポンプセル150による酸素の排出を一時的に抑制する処理のことを、以下では「排出抑制処理」とも称する。

[0054] 排出抑制処理が開始されると、ポンプセル電流は、当初の IP_0 から、これよりも低い IP_1 へと低下している（図5（B））。ポンプセル電流がこのような減少したことは、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5（C）の線L10に示されるように、センサセル電流は時刻 t_0 から増加し始めており、最終的には概ね一定の値に収束している。

[0055] その後の時刻 t_3 では、ポンプセル電圧が元の値 VP_1 に戻され（図5（A））、これにより排出抑制処理が終了する。その後、ポンプセル電流の値は上昇し、時刻 t_4 において IP_2 に収束している（図5（B））。 IP_2 は、元の値である IP_0 に等しくなることもあるが、それまでにおける内燃機関の状態変化等により、 IP_0 とは異なる値となることもある。

[0056] 排出抑制処理が終了した時刻 t_3 以降は、センサセル160へと到達する酸素の量が減少する。これに伴い、センサセル電流の値は時刻 t_3 以降において減少している（図5（C））。このように、劣化率を算出するにあたっては、排出抑制処理が行われ、ポンプセル150による酸素の排出が一時的に抑制される。図5においては、排出抑制処理が実行される期間が「期間 TM_0 」として示されている。

[0057] 図5（C）の線L10は、センサセル160に劣化が生じていない正常時における、センサセル電流の時間変化を示している。一方、同図の線L11は、センサセル160に劣化が生じているときにおける、センサセル電流の時間変化を示している。

[0058] 線L10と線L11とを比較すると明らかなように、時刻 t_0 以降におけ

るセンサセル電流の変化の傾きは、センサセル１６０に劣化が生じている場合には、正常時に比べて小さくなる。また、センサセル１６０の劣化の度合いが大きくなるほど、上記の傾きは小さくなる傾向がある。このため、時刻 t_0 以降のセンサセル電流の変化の傾きに基づけば、劣化率を算出することができる。例えば、センサセル電流の変化の傾きと劣化率との対応関係を、予めマップとして作成しておけば、当該マップを参照することにより、センサセル電流の変化の傾きに基づいて劣化率を算出することができる。

[0059] しかしながら、センサセル電流の変化の傾きと、劣化の度合いを示す劣化率と、の対応関係は、常に同じなのではなく、ポンプセル１５０に到達する酸素の量（濃度といってもよい）に応じて変化する。これについて、図６を参照しながら説明する。

[0060] 図６の線Ｌ２０は、図５（Ｃ）の線Ｌ１０と同様に、センサセル１６０に劣化が生じていないときにおけるセンサセル電流の時間変化を示すものである。線Ｌ２１は、図５（Ｃ）の線Ｌ１１と同様に、センサセル１６０に劣化が生じているときにおける、センサセル電流の時間変化を示すものである。上記のように、センサセル１６０において劣化が生じた場合には、期間ＴＭ０におけるセンサセル電流の変化の傾き（線Ｌ２１）が、正常時の傾き（線Ｌ２０）に比べて小さくなる。

[0061] 図６の線Ｌ２２は、センサセル１６０に劣化が生じていないときであって、且つ、ポンプセル１５０に到達する酸素の量が線Ｌ２０のときよりも少ない場合における、センサセル電流の時間変化を示すものである。この場合、増加しているときにおけるセンサセル電流の傾きは、線Ｌ２０に比べて線Ｌ２２の方が小さくなる。このため、劣化率が大きな値として算出される可能性がある。

[0062] このように、ポンプセル１５０に到達する酸素の量によっては、センサセル１６０に劣化が生じていないにも拘らず、センサセル電流の変化の傾きが小さくなり、その結果として、排出ガスセンサ１００の劣化率が大きな値として誤算出されてしまう可能性がある。

- [0063] ところで、線L 2 0と線L 2 2とを比較すると明らかなように、ポンプセル1 5 0に到達する酸素の量が少ない場合（線L 2 2）には、センサセル電流の変化の傾きが上記のように小さくなることに加えて、センサセル電流の収束値も小さくなっている。
- [0064] 本発明者らは、センサセル電流の変化の傾きを、センサセル電流の収束値で除して正規化することで得られる値、について調査を行った。その結果、排出ガスセンサ1 0 0の劣化率が同じであれば、ポンプセル1 5 0に到達する酸素の量によることなく、当該値は概ね一定の値として算出される、という新たな知見を得た。従って、センサセル電流の変化の傾きを、センサセル電流の収束値で正規化することで得られる値、に基づけば、ポンプセル1 5 0に到達する酸素の量によることなく、劣化率を正確に算出することが可能となる。
- [0065] 劣化率算出部1 7が劣化率を算出する具体的な方法について説明する。図7に示されるのは、排出抑制処理が実行される期間T M 0における、センサセル電流の変化の一例である。制御装置1 0は、このようなセンサセル電流の変化の波形を、所定の周期でサンプリングすることにより取得する。
- [0066] 図7では、時刻t 3におけるセンサセル電流の値がI S 3として示されている。このI S 3は、排出抑制処理が開始されたタイミング（時刻t 0）から、一定の期間T M 0が経過したタイミングにおけるセンサセル電流の値である。期間T M 0は、センサセル電流の値が概ね一定値に収束するまでの期間として予め設定された期間であって、本実施形態では4秒間の期間として設定されている。
- [0067] 上記のI S 3は、ポンプセル1 5 0による酸素の排出が抑制されてから、しばらく時間が経過して収束した後におけるセンサセル電流の値、すなわち、センサセル電流の「収束値」に該当する。以下では、I S 3のことを「収束値B」とも称する。制御装置1 0の第2取得部1 5は、排出抑制処理が開始されてから一定の期間T M 0が経過したタイミング（時刻t 3）で取得されたセンサセル電流の値（I S 3）を、収束値Bとして取得する。尚、収束

値Bが取得されるタイミングにおけるセンサセル電流は、「概ね」一定値に収束していればよいのであって、時間の経過と共に僅かに変動していてもよい。

[0068] 図7に示されるIS1は、IS3（つまり収束値B）に対する所定割合の値として設定されたセンサセル電流の値である。この「所定割合」は、0%から50%までの何れかの値として設定されるのであるが、20%以上の値として設定されるのが好ましい。図7では、センサセル電流の値がIS1に到達したタイミングが、時刻t1として示されている。また、図7のグラフ上には、時刻t1に対応する点P1が示されている。

[0069] 図7に示されるIS2は、IS3（つまり収束値B）に対する所定割合の値として設定されたセンサセル電流の値である。この「所定割合」は、30%から100%までの何れかの値として設定されるのであるが、90%以下の値として設定されるのが好ましい。図7では、センサセル電流の値がIS2に到達したタイミングが、時刻t2として示されている。また、図7のグラフ上には、時刻t2に対応する点P2が示されている。

[0070] 制御装置10の第1取得部14は、時刻t1から時刻t2までの期間におけるセンサセル電流の値の変化の傾きを、「傾きA」として算出する。傾きAは、点P1と点P2とを結ぶ直線の傾きであって、
$$A = (IS2 - IS1) / (t2 - t1)$$
の式により算出される。

[0071] 本実施形態では上記のように、傾きAが、所定の期間における傾きとして算出される。このような態様に替えて、傾きAが、所定のタイミングにおける傾きとして算出されてもよい。所定のタイミングにおける傾きとは、例えば、センサセル電流の変化を示すグラフにおける、特定の時点における微分係数のことである。すなわち、上記の「所定の期間」の長さを極限まで0に近づけた上で、傾きAが算出されることとしてもよい。

[0072] 劣化率算出部17は、以上のように算出された傾きAの値を、先に述べた収束値Bで除することにより正規化することで、指標 A_N を算出する。つまり

、指標 A_N は、

$$A_N = A / B$$

の式により算出されるものである。排出ガスセンサ 100 の劣化の度合いが大きいほど、指標 A_N は小さな値として算出される。その一方で、ポンプセル 150 に到達する酸素の量に変化しても、指標 A_N の算出値はほとんど変化しない。

[0073] 劣化率算出部 17 は、図 8 に示されるマップを参照することで、排出ガスセンサ 100 の劣化率を算出する。図 8 のマップは、 A_N / 基準値（横軸）と、劣化率（縦軸）との対応関係を示すものであり、制御装置 10 の記憶部 16 に予め記憶されている。尚、上記の「基準値」とは、排出ガスセンサ 100 が製造された直後の時点で測定された指標 A_N の値のことである。つまり、排出ガスセンサ 100 の劣化率が 0 のときにおいて実験により求められた、指標 A_N の実測値のことである。この基準値も、制御装置 10 の記憶部 16 に予め記憶されている。尚、図 8 に示されるマップの横軸は、指標 A_N の値そのものであってもよい。また、指標 A_N と劣化率との対応関係は、マップではなく数式として記憶されていてもよい。

[0074] 以上に述べたような劣化率の算出を実現するために、制御装置 10 により実行される具体的な処理の流れについて、図 9 を参照しながら説明する。図 9 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 によって繰り返し実行されるものである。

[0075] 当該処理の最初のステップ S01 では、車両のイグニッションスイッチが OFF となっているか否かが判定される。イグニッションスイッチが ON となっている場合には、劣化率の算出を行うことなく、図 9 に示される一連の処理を終了する。

[0076] イグニッションスイッチが ON となっており、内燃機関 EG から排出ガスが排出されているときには、排出ガスセンサ 100 の周囲における酸素濃度に変動している可能性がある。このような状況の下では、センサセル電流の変化の傾きが、劣化率以外の要因によって変化してしまうため、センサセル

電流の変化の傾きに基づいて劣化率を精度良く算出することが難しい。そこで、本実施形態では、イグニッションスイッチがONのときには劣化率の算出が禁止されることとしている。

[0077] ステップS01において、イグニッションスイッチがOFFとなっている場合には、ステップS02に移行する。ステップS02では、所定の環境条件が成立しているか否かが判定される。「環境条件」とは、劣化率の算出を行うために必要な条件として、予め設定されたものである。本実施形態では、排出ガスセンサ100の周囲における酸素濃度の値が所定範囲内であり、且つ、同酸素濃度の変動幅の大きさが所定値以下であることが、環境条件として設定されている。尚、「排出ガスセンサ100の周囲における酸素濃度」は、ポンプセル電流の値に基づいて取得することができる。

[0078] 環境条件が成立していない場合には、センサセル電流の変化の傾きに基づいて劣化率を精度良く算出することが難しい。このため、この場合には劣化率の算出を行うことなく、図9に示される一連の処理を終了する。環境条件が成立している場合にはステップS03に移行する。

[0079] ステップS03では、第1セル制御部13により排出抑制処理が実行される。先に述べたように、ここでは、ポンプセル電圧が、当初のVP1から、これよりも低いVP0へと一時的に変更される。排出抑制処理が開始されると共に、センサセル電流の変化の波形が、所定の周期で制御装置10によりサンプリングされ始める。

[0080] このサンプリングは、図5(B)に示される時刻t0から、期間TMOの経過する時刻t3までの期間において繰り返し行われる。このような態様に換えて、期間TMOよりも長い期間に亘り、センサセル電流のサンプリングが実行されることとしてもよい。

[0081] ステップS03に移行した時点（時刻t0）から、上記のサンプリング期間が経過すると、排出抑制処理及びサンプリングを停止すると共に、ステップS04に移行する。サンプリングされたセンサセル電流の波形は、記憶部16に記憶される。

- [0082] ステップS 0 4 では、サンプリングされたセンサセル電流の波形から、図 7 に示される I_{S1} 、 I_{S2} 、及び I_{S3} のそれぞれの値が取得される。それぞれの値の意味及びそれぞれの値が取得されるタイミングは、図 7 を参照しながら先に述べた通りである。
- [0083] ステップS 0 4 に続くステップS 0 5 では、第 1 取得部 1 4 により、傾き A の値を算出し取得する処理が行われる。先に述べた通り、傾き A の値は、ステップS 0 4 で取得された I_{S1} 、 I_{S2} の値を用いて、 $A = (I_{S2} - I_{S1}) / (t_2 - t_1)$ の式により算出される。
- [0084] ステップS 0 5 に続くステップS 0 6 では、第 2 取得部 1 5 により、収束値 B の値を算出し取得する処理が行われる。第 2 取得部 1 5 は、ステップS 0 4 で取得された I_{S3} の値を、そのまま収束値 B として取得する。
- [0085] ステップS 0 6 に続くステップS 0 7 では、劣化率算出部 1 7 により、傾き A を正規化して指標 A_N を算出する処理が行われる。先に述べた通り、指標 A_N は、 $A_N = A / B$ の式により算出される。ステップS 0 7 に続くステップS 0 8 では、劣化率算出部 1 7 により、指標 A_N / 基準値の値を算出する処理が行われる。
- [0086] ステップS 0 8 に続くステップS 0 9 では、ステップS 0 7 で算出された指標 A_N / 基準値の値と、図 8 のマップに示される対応関係とを参照することにより、劣化率を算出する処理が行われる。当該処理も劣化率算出部 1 7 により行われる。
- [0087] 以上のように、本実施形態に係る制御装置 1 0 では、第 1 セル制御部 1 3 が、ポンプセル 1 5 0 による酸素の排出を一時的に抑制する排出抑制処理、を開始した後、劣化率算出部 1 7 は、第 1 取得部 1 4 で取得された傾き A を、第 2 取得部 1 5 で取得された収束値 B を用いて正規化した値に基づいて、劣化率を算出するように構成されている。具体的には、劣化率算出部 1 7 は、傾き A を収束値 B で除することにより正規化し、当該正規化により得られた指標 A_N に基づいて劣化率を算出するように構成されている。
- [0088] 尚、以上に説明した方法においては、ステップS 0 5 において傾き A の算

出が行われた後に、ステップS07において傾きAを正規化する処理が行われる。このような態様に換えて、先ず、ステップS04で取得されたIS1、IS2の値のそれぞれを、IS3で除することにより正規化した後に、正規化後の各値を用いて傾きAを算出することとしてもよい。この場合、得られた傾きAが、そのまま指標 A_N として用いられることとなる。

[0089] 以上に述べた方法で劣化率を算出することの利点について説明するために、比較例に係る劣化率の算出方法について説明する。

[0090] 図5や図6を参照しながら説明したように、センサセル電流の変化の傾きAと、劣化率との対応関係は、ポンプセル150に到達する酸素の量に応じて変化する。また、図5(B)の ΔIP も、ポンプセル150に到達する酸素の量に応じて変化する。

[0091] そこで、比較例では、センサセル電流の変化の傾きAと、劣化率との対応関係を、互いに異なる ΔIP の値ごとに予め複数記憶しておくこととしている。比較例に係る制御装置は、図5(B)に示されるポンプセル電流の値を、例えば時刻t0から時刻t4までの期間においてサンプリングにより取得し、得られたデータに基づいて ΔIP を算出する。その後、当該 ΔIP に対応した上記対応関係（つまり、傾きAと劣化率との対応関係）と、センサセル電流の傾きAとを参照すれば、本実施形態と同様に劣化率を正確に算出することができるはずである。

[0092] ΔIP は、例えば以下のような方法で算出することができる。先ず、図5(B)に示される点線DL1の式を算出する。点線DL1は、時刻t0の直前においてサンプリングされたポンプセル電流の値(IP0)と、時刻t4においてサンプリングされたポンプセル電流の値(IP2)と、を繋ぐ直線である。当該直線は、ポンプセル電圧の値が仮にVP1のまま一定に維持されていた場合における、ポンプセル電流の値の変化を示すもの、ということができる。得られた点線DL1の式を用いれば、点線DL1と、時刻t3の直前におけるポンプセル電流の値(IP1)との差分を、 ΔIP として算出することができる。

[0093] しかしながら、実際には、 ΔI_P を正確に算出することは難しい場合が多く、上記方法では劣化率を正確に算出することができない可能性が高い。 ΔI_P を正確に算出することが難しい理由について、図10を参照しながら説明する。図10には、排出抑制処理が行われる際におけるポンプセル電流の変化の例が、複数示されている。

[0094] 図10(A)に示される例では、図5(B)に示される例と同様に、 I_{P0} が取得されるまでの期間におけるポンプセル電流の変化を示す直線と、 I_{P2} が取得された後の期間におけるポンプセル電流の変化を示す直線と、が互いに一致している。このような場合において、仮に排出抑制処理が行われなかったとすると、ポンプセル電流は、概ね図10(A)の点線DL1に沿って変化すると推測される。従って、点線DL1の式を用いれば、 ΔI_P を正確に算出することができる。

[0095] 図10(B)に示される例では、 I_{P0} が取得されるまでの期間におけるポンプセル電流の変化を示す直線と、 I_{P2} が取得された後の期間におけるポンプセル電流の変化を示す直線と、が互いに一致しておらず、前者の傾きよりも後者の傾きの方が緩やかとなっている。このような場合において、仮に排出抑制処理が行われなかったとすると、ポンプセル電流は、その変化の傾きを次第に減少させながら、概ね図10(B)の点線DL2に沿って変化すると推測される。

[0096] 一方、 ΔI_P を算出するために用いられる点線DL1は、 I_{P0} と I_{P2} とを単純に直線で繋いだ線であるから、点線DL1と点線DL2との間には、図10(B)に示されるように差が生じてしまうこととなる。図10(B)に示される「 $\Delta I_P'$ 」は、 I_{P1} から、点線DL2とグラフとの交点までの電流変化量であって、本来算出されるべき ΔI_P の値を示している。しかしながら、実際に算出される ΔI_P は、 I_{P1} から、点線DL1とグラフとの交点までの電流変化量となるので、本来の値である $\Delta I_P'$ よりも小さな値として算出されてしまう。

[0097] 図10(C)に示される例では、 I_{P0} が取得されるまでの期間における

ポンプセル電流の変化を示す直線と、 I_{P2} が取得された後の期間におけるポンプセル電流の変化を示す直線と、が互いに一致しておらず、前者の傾きよりも後者の傾きの方が急となっている。このような場合において、仮に排出抑制処理が行われなかったとすると、ポンプセル電流は、その変化の傾きを次第に増加させながら、概ね図10(C)の点線DL2に沿って変化すると推測される。

[0098] 一方、 ΔI_P を算出するために用いられる点線DL1は、 I_{P0} と I_{P2} とを単純に直線で繋いだ線であるから、点線DL1と点線DL2との間には、図10(C)に示されるように差が生じてしまうこととなる。図10(C)に示される「 $\Delta I_P'$ 」は、 I_{P1} から、点線DL2とグラフとの交点までの電流変化量であって、本来算出されるべき ΔI_P の値を示している。しかしながら、実際に算出される ΔI_P は、 I_{P1} から、点線DL1とグラフとの交点までの電流変化量となるので、本来の値である $\Delta I_P'$ よりも大きな値として算出されてしまう。

[0099] このように、ポンプセル150に到達する酸素の変化によっては、 ΔI_P が本来の値とは異なる値として誤って算出されることがある。尚、図10に示される例はいずれも、ポンプセル150に到達する酸素が次第に増加する例となっているが、ポンプセル150に到達する酸素が次第に減少する場合においても、上記と同様の問題が生じ得る。

[0100] このため、 ΔI_P に基づいて劣化率を算出する比較例の方法においては、劣化率を正確に算出することが難しい。 ΔI_P の値を用いてセンサセル電流の値を正規化する、特許第6776533号公報に記載の方法についても同様である。これに対し、本実施形態に係る劣化率の算出方法によれば、上記のように誤差を含み得る ΔI_P を用いる必要が無いので、劣化率を精度良く算出することが可能となる。

[0101] 更に、上記比較例の方法では、センサセル電流の変化の傾きAと、劣化率との対応関係を、互いに異なる ΔI_P の値ごとに複数記憶しておく必要があるので、排出ガスセンサ100のそれぞれについて、複数の対応関係（例え

ばマップ)を予め個別に作成しておく作業を要する。これに対し、本実施形態に係る方法では、図8に示されるような対応関係を1つだけ要しておけばよいので、マップ等の作成作業を、従来に比べて大幅に簡素化することも可能となる。

[0102] 先に述べたように、第1取得部14は、図7に示される点P1と点P2とを結ぶ直線の傾きAを算出する。点P1及び点P2は、センサセル電流の値が、収束値Bの所定割合に到達したタイミングの点を表している。上記「所定割合」の好ましい範囲について、図11及び図12を参照しながら説明する。

[0103] 図11に示されるそれぞれのグラフは、排出ガスセンサ100の動作時間(横軸)と、算出される傾きA(縦軸)との対応関係を表している。各グラフの右側に示されている「10%~15%」等の文字列は、傾きAを算出するにあたり、上記「所定割合」がどのような範囲に設定されたのかを表している。

[0104] 例えば「10%~15%」が付されたグラフは、センサセル電流の値が、収束値Bの10%から15%の範囲内となっているときに取得された2点のデータ(点P1、P2)を用いて傾きAが算出された場合における、当該傾きAの時間変化を表している。

[0105] 尚、図11の横軸に示される動作時間は、排出ガスセンサ100の劣化率が大きくなる程度に十分に長い時間となっている。このため、傾きAは、時間の経過と共に次第に小さな値として算出されるはずである。

[0106] 図11に示されるように、収束値Bの20%よりも大きな範囲内で取得されたデータを用いて、傾きAが算出された場合には、当該傾きAの時間変化は上記の通り次第に小さくなって行く。つまり、劣化率が次第に大きくなる様子を顕著に表している。

[0107] これに対し、収束値Bの20%よりも小さな範囲内で取得されたデータを用いて、傾きAが算出された場合には、当該傾きAの時間変化は比較的小さくなっている。つまり、これらのグラフからは、劣化率が次第に大きくなる

様子を明確に読み取ることが難しい。これは、排出抑制処理が開始された直後におけるセンサセル電流の時間変化には、劣化率の違いが反映されにくいことを示している。

[0108] 従って、傾き A を算出するための上記の「所定割合」は、20%以上とすることが好ましい。そこで、本実施形態に係る制御装置 10 の第 1 取得部 14 は、排出抑制処理が開始された後、センサセル 160（第 2 セル）から出力されるセンサセル電流が収束値 B の 20% となった以降の期間内における、当該センサセル電流の変化に基づいて、傾き A を取得するように構成されている。これにより、取得される傾き A には劣化率が大きく反映されることとなるので、劣化率を精度良く算出することができる。

[0109] 図 12 のグラフには、傾き A を算出するための上記所定割合（横軸）と、算出される傾き A の値（縦軸）との関係が示されている。尚、同グラフの横軸に示される「所定割合」は、軸上の値を上限とする幅 5% の範囲を表している。例えば、図 12 のグラフにおいて横軸の値が「80%」となっているデータは、センサセル電流の値が、収束値 B の「75% から 80% まで」の範囲内となっているときに取得された 2 点のデータ（点 P1、P2）を用いて算出された場合における、傾き A の値を表している。

[0110] 図 12 においては、上記「所定割合」を同じ条件として、傾き A を複数回取得した場合における平均値がプロットされており、傾き A のバラつき範囲がエラーバーとして示されている。線 L30 は傾き A の平均値を表しており、線 L31 はエラーバーの上限を表しており、線 L32 はエラーバーの下限を表している。

[0111] 図 12 に示されるように、傾き A の算出に用いられる「所定割合」が 90% 以下の範囲として設定されている場合には、傾き A のバラつき範囲は比較的小さくなっている。一方、「所定割合」が 90% を超えると、傾き A のバラつき範囲は次第に大きくなって行く。このため、傾き A を算出するための上記の「所定割合」は、90% 以下とすることが好ましい。

[0112] そこで、本実施形態に係る制御装置 10 の第 1 取得部 14 は、排出抑制処

理が開始された後、センサセル160（第2セル）から出力されるセンサセル電流が収束値Bの90%となるまで期間内における、当該センサセル電流の変化に基づいて、傾きAを取得するように構成されている。これにより、取得される傾きAの誤差が小さくなるので、劣化率を更に精度良く算出することができる。

[0113] 先に述べたように、本実施形態に係る制御装置の第2取得部15は、排出抑制処理が開始されてから所定期間（TMO）が経過したタイミング、におけるセンサセル電流（つまり、第2セルから出力される電流）を、収束値Bとして取得する。上記「所定期間」の好ましい範囲について、図13を参照しながら説明する。

[0114] 図13のグラフには、排出抑制処理が開始されてから、図7のIS3が取得されるまでの所定期間の長さ（横軸）と、算出される劣化率（縦軸）との関係が示されている。横軸に示される所定期間の長さは、IS3すなわち収束値Bの取得タイミングということもできる。

[0115] 図13に示されるように、上記「所定期間」が4秒間よりも短い場合には、算出される劣化率は、その真値よりも小さな値として算出される。これは、所定期間が短く設定され過ぎたことにより、センサセル電流が十分には収束しない状態でIS3が取得された結果として、正規化に用いられる収束値Bが大きな誤差を含んでしまうためである。このため、IS3の取得タイミングである上記の「所定期間」の長さは、本実施形態のように4秒間もしくはそれ以上とすることが好ましい。尚、所定期間の長さが15秒を超えてしまうと、劣化判定のために排出ガスセンサ100の動作を中断する期間が長くなり過ぎて、窒素酸化物の濃度測定に支障が生じてしまう。このため、IS3の取得タイミングである上記の「所定期間」の長さは、15秒間以下とすることが好ましい。

[0116] 以上においては、排出抑制処理が行われている期間におけるセンサセル電流の変化に基づいて、傾きAや収束値Bを取得し、これらに基づいて劣化率が算出される例について説明した。このような態様に換えて、同期間におけ

るモニタセル電流の変化に基づいて、傾きAや収束値Bを取得し、これらに基づいて劣化率が算出される態様としてもよい。その場合であっても、本実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0117] 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。

[0118] 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により、図9に示される一連の処理に換えて実行されるものである。本実施形態では、ステップS07における指標 A_N の算出方法において、第1実施形態と異なっている。

[0119] 本実施形態に係る劣化率算出部17は、指標 A_N を、

$$A_N = A / (B \times C)$$

の式を用いて算出する。当該式における「C」は、ゲインとして用いられる一定値である。このような方法で指標 A_N を算出することとすれば、ゲインCの値を適宜変更することにより、正規化の度合いを調整することが可能となり、その結果として劣化判定の動作を調整することが可能となる。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。

[0120] 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。

[0121] 本開示に記載の制御装置及び制御方法は、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。本開示に記載の制御装置及び制御方法

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。本開示に記載の制御装置及び制御方法は、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。

請求の範囲

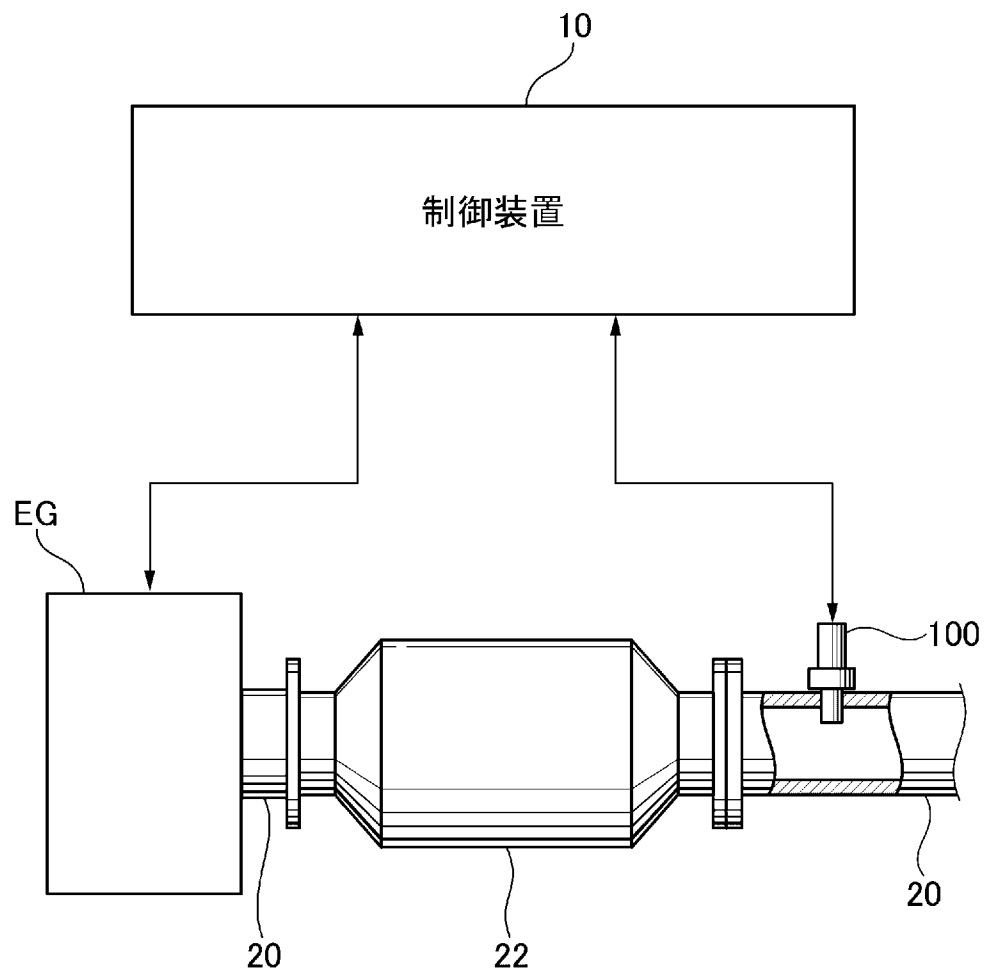
- [請求項1] 排出ガスセンサ（１００）の制御装置（１０）であって、
- 前記排出ガスセンサは、内燃機関（ＥＧ）で生じた排出ガスから酸素を排出する第１セル（１５０）と、前記第１セルによって酸素が排出された後の排出ガスに含まれる残留酸素の濃度、に応じた大きさの電流を出力する第２セル（１６０，１７０）と、を有するものであり、
- 前記第１セルによる酸素の排出を制御する第１セル制御部（１３）と、
- 前記第２セルから出力される電流の変化の傾きを取得する第１取得部（１４）と、
- 前記第２セルから出力される電流の収束値を取得する第２取得部（１５）と、
- 前記排出ガスセンサで生じている劣化の度合いを示す指標、である劣化率を算出する劣化率算出部（１７）と、を備え、
- 前記第１セル制御部が、前記第１セルによる酸素の排出を一時的に抑制する排出抑制処理、を開始した後、
- 前記劣化率算出部は、
- 前記第１取得部で取得された前記傾き（Ａ）を、前記第２取得部で取得された前記収束値（Ｂ）を用いて正規化した値に基づいて、前記劣化率を算出する、制御装置。
- [請求項2] 前記劣化率算出部は、
- 前記第１取得部で取得された前記傾きを、前記第２取得部で取得された前記収束値で除することにより正規化する、請求項１に記載の制御装置。
- [請求項3] 前記排出抑制処理が開始された後、
- 前記第１取得部は、
- 前記第２セルから出力される電流が前記収束値の２０％となつてか

ら、前記収束値の90%となるまで、の期間内における、当該電流の変化に基づいて、前記傾きを取得する、請求項1又は2に記載の制御装置。

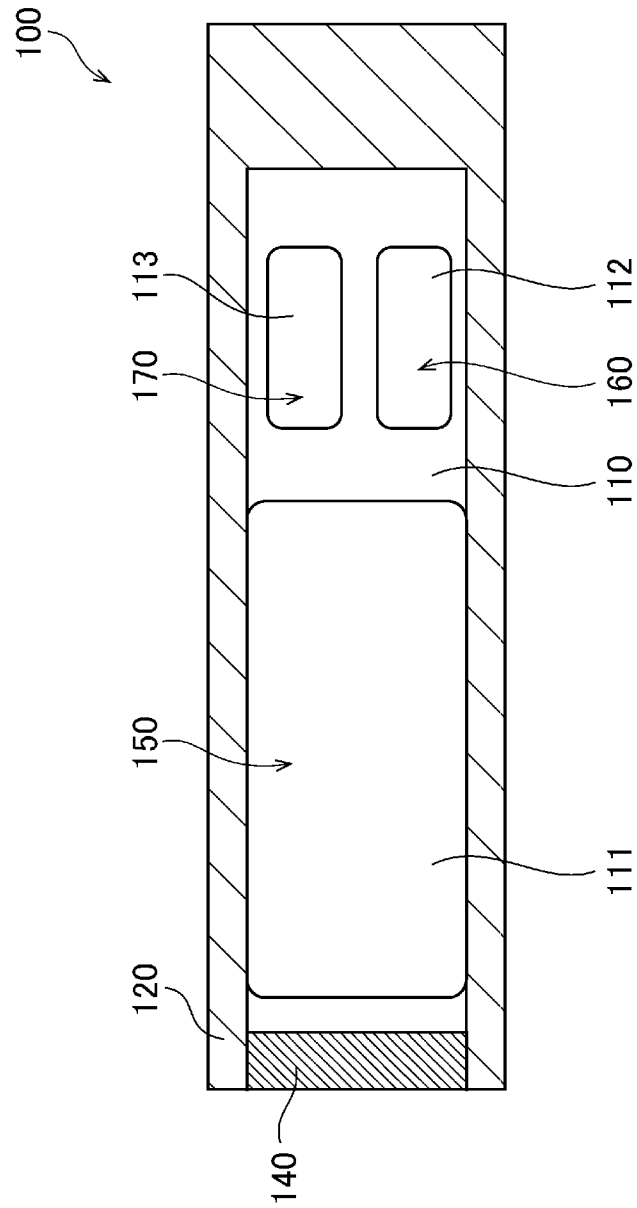
[請求項4] 前記第2取得部は、
前記排出抑制処理が開始されてから所定期間が経過したタイミング、において前記第2セルから出力される電流を、前記収束値として取得する、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の制御装置。

[請求項5] 前記所定期間の長さは、4秒間以上であり且つ15秒間以下である、請求項4に記載の制御装置。

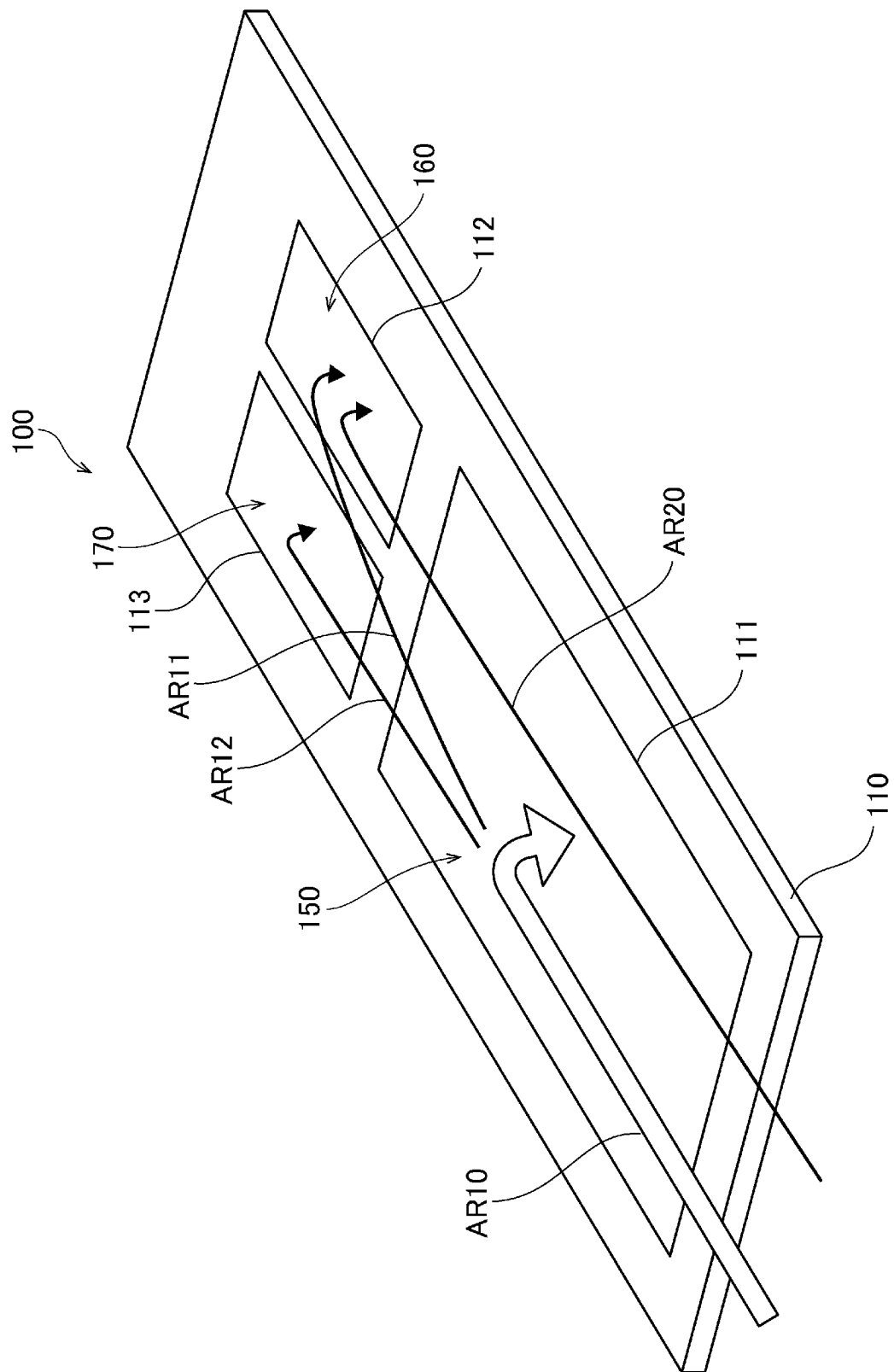
[図1]



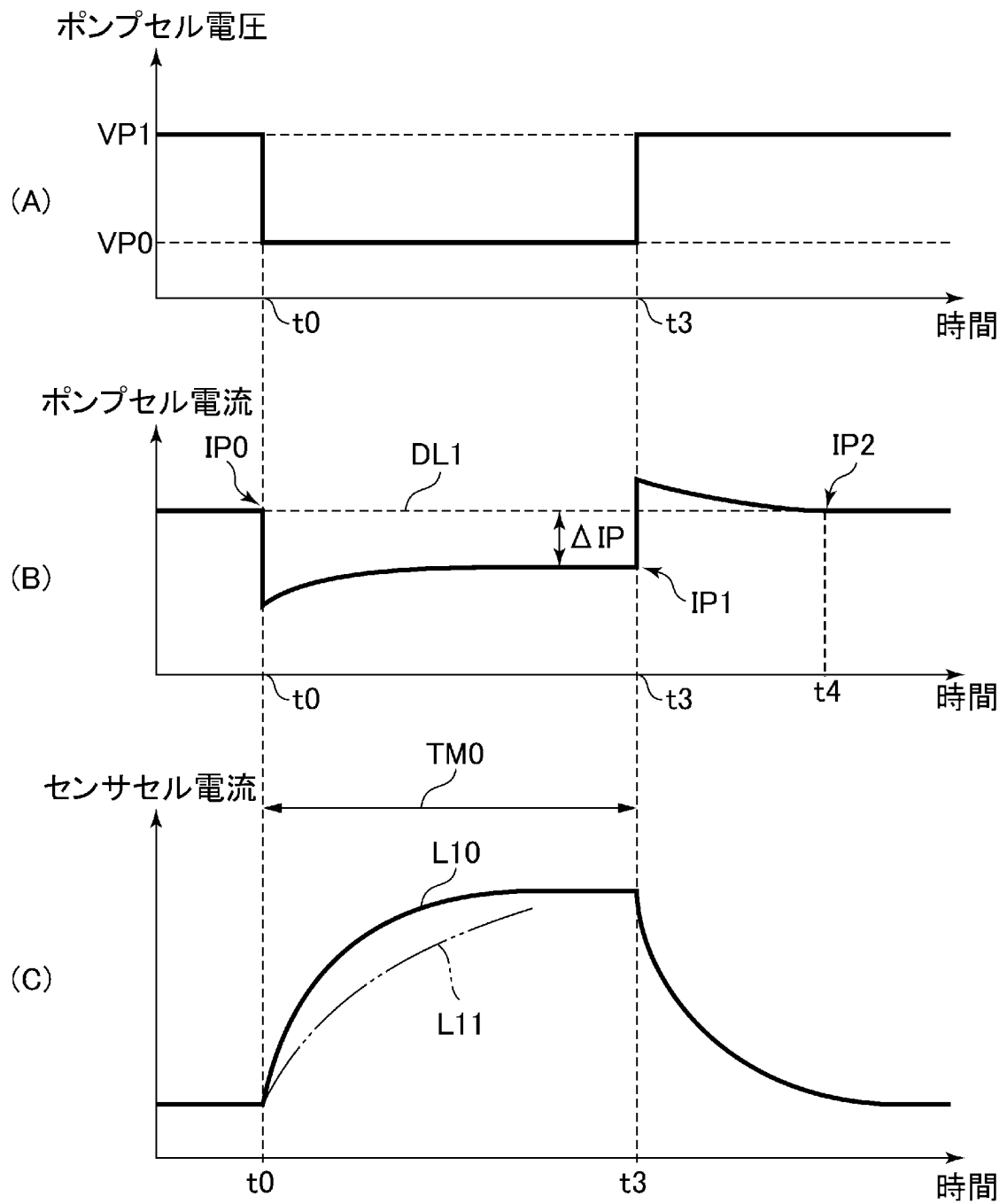
[図3]



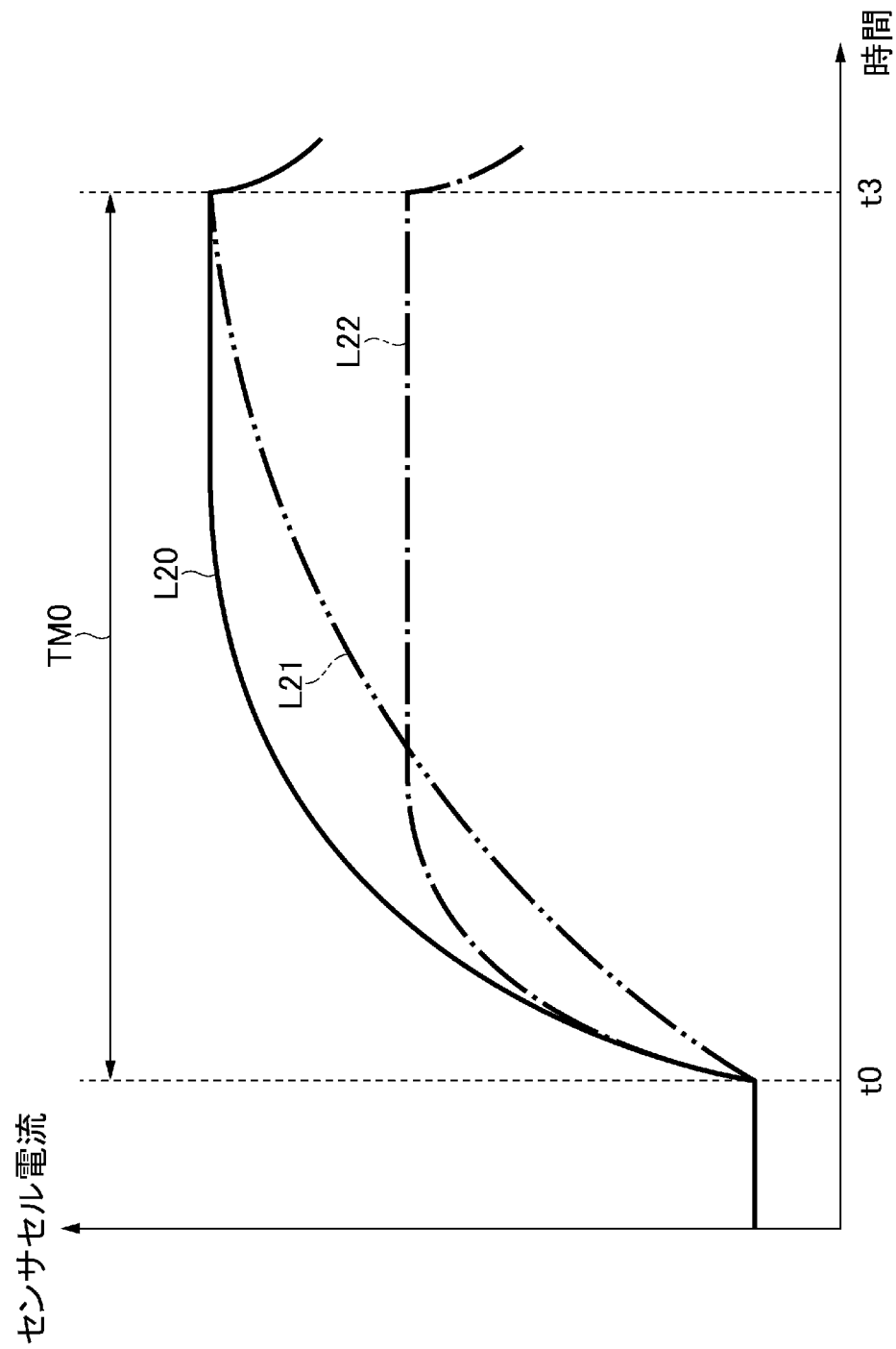
[図4]



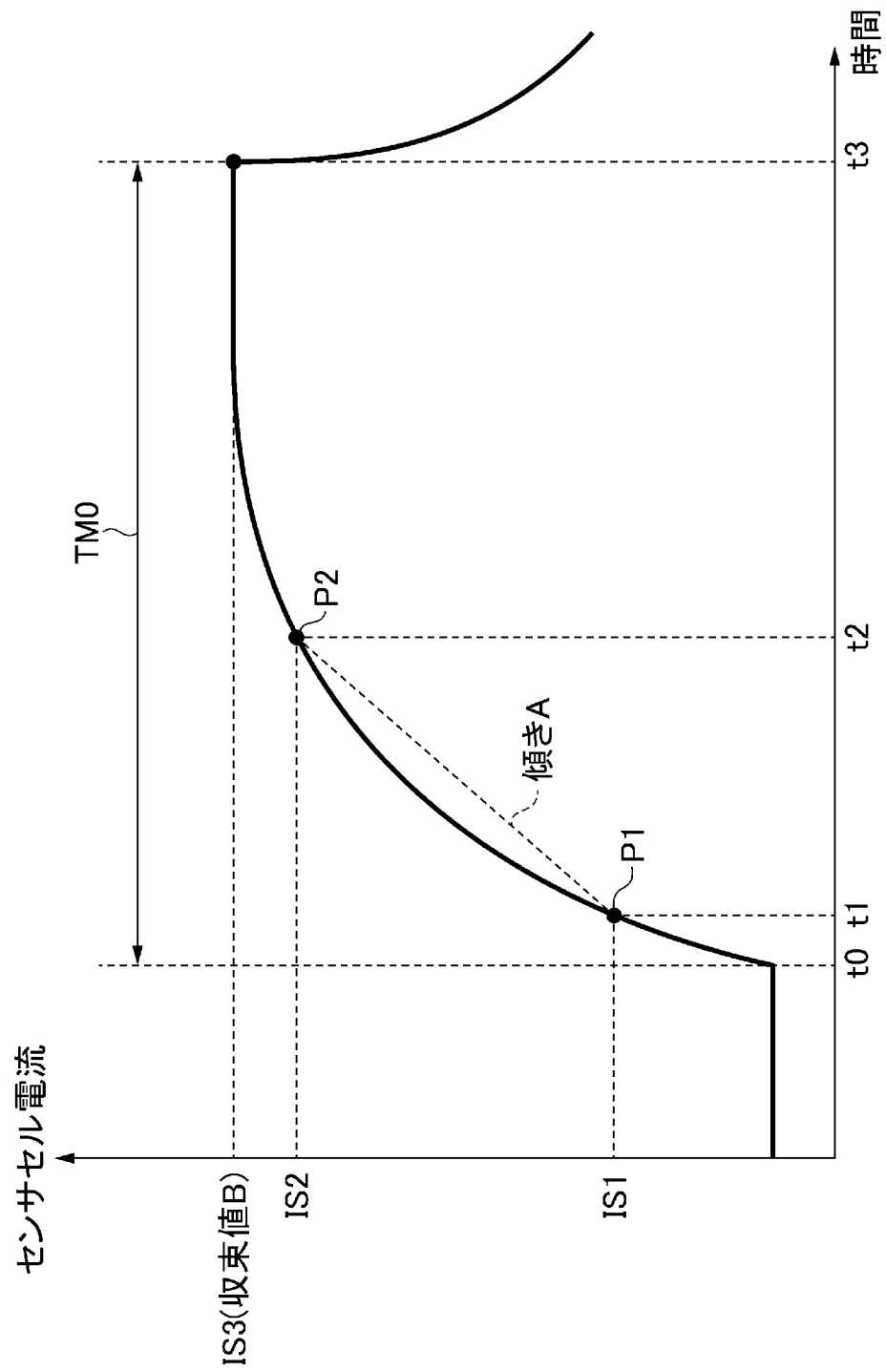
[図5]



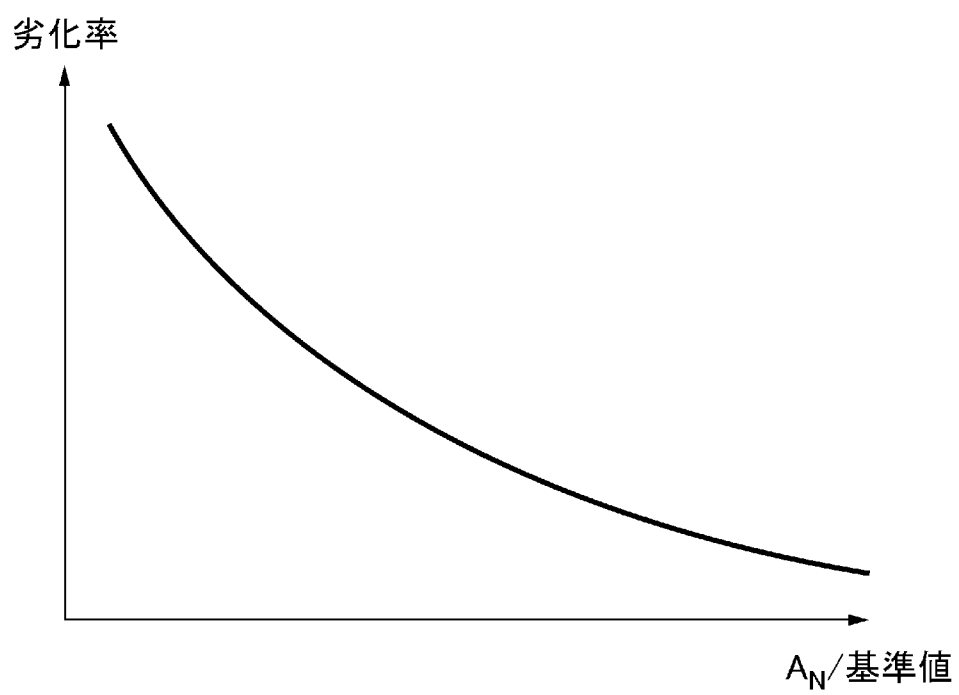
[図6]



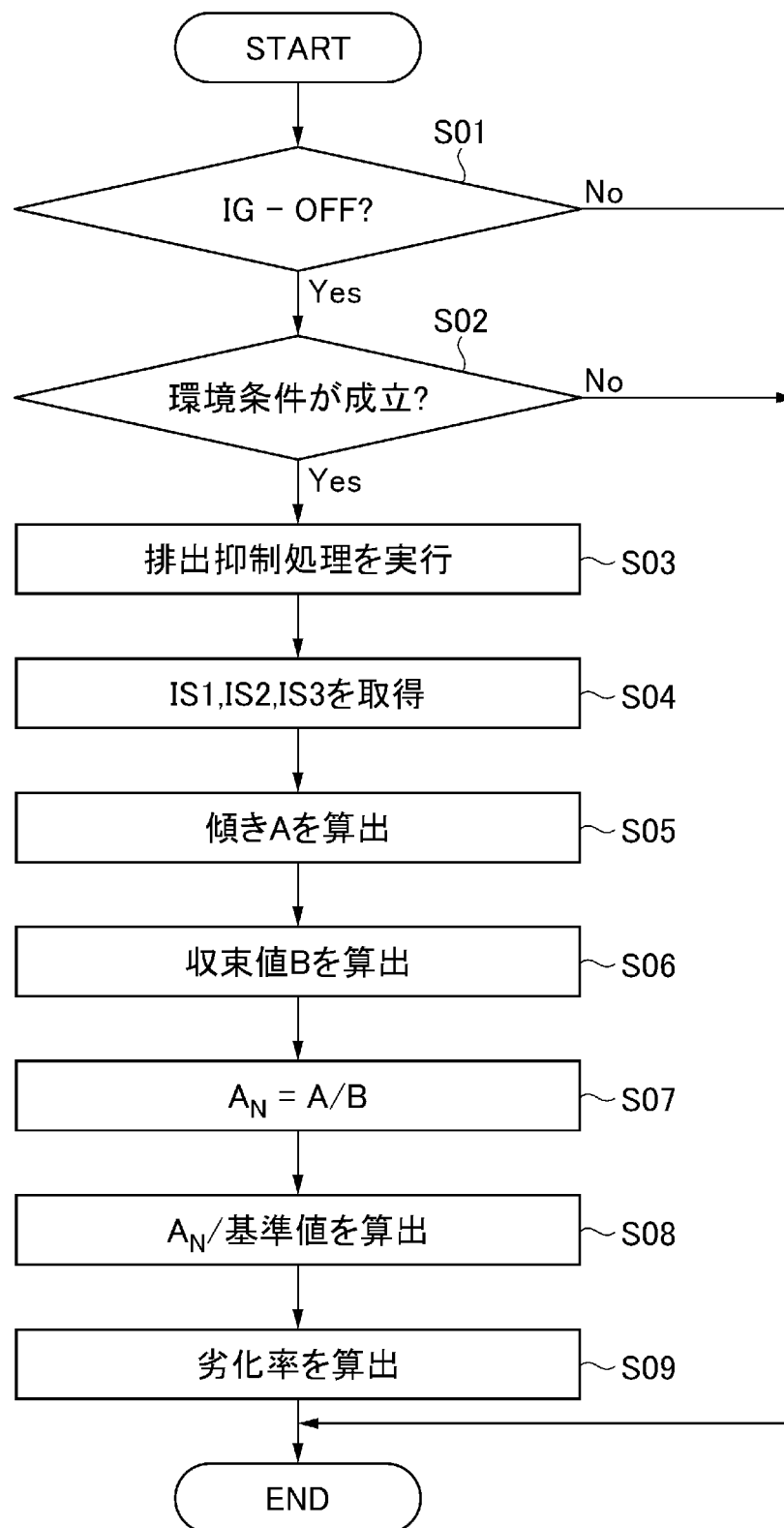
[図7]



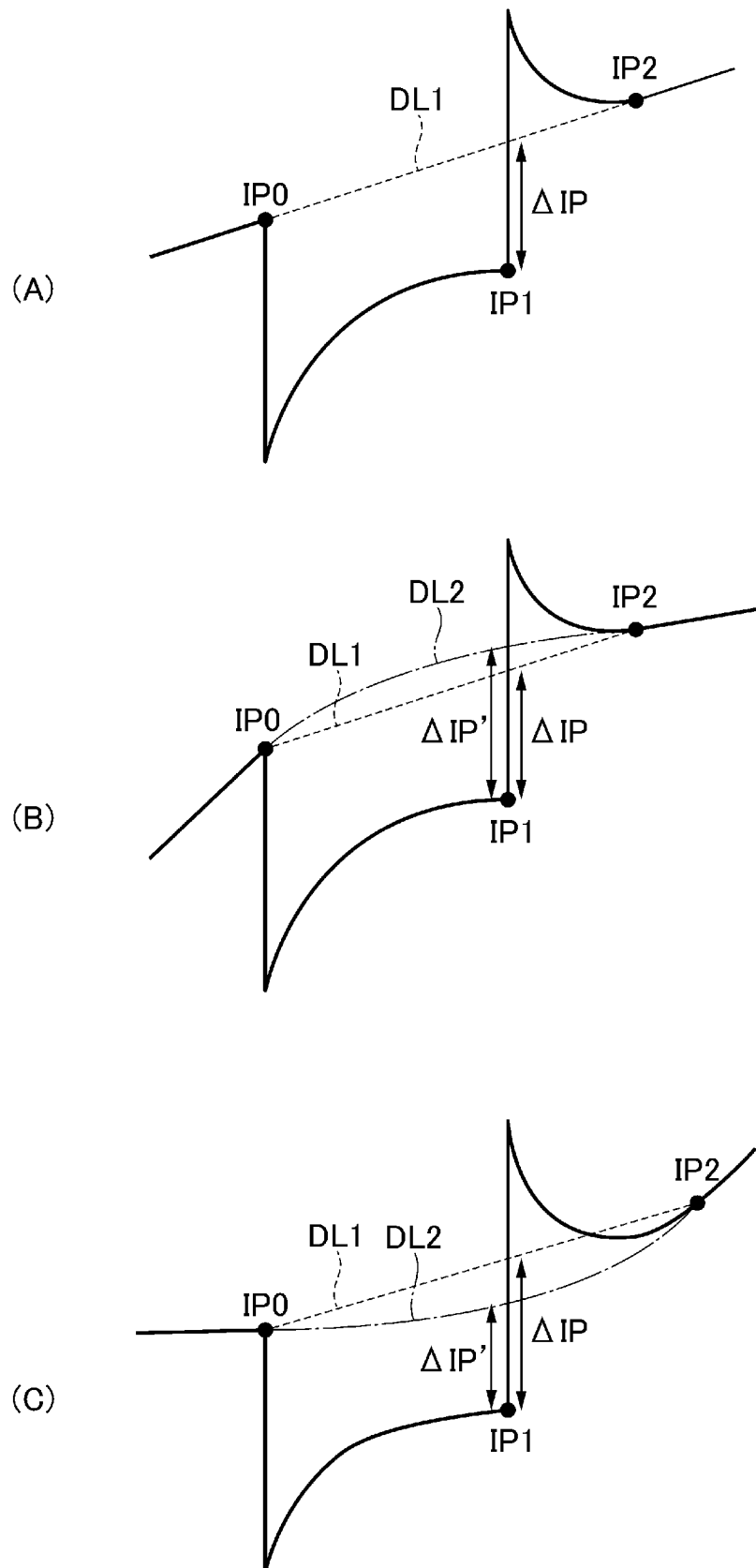
[図8]



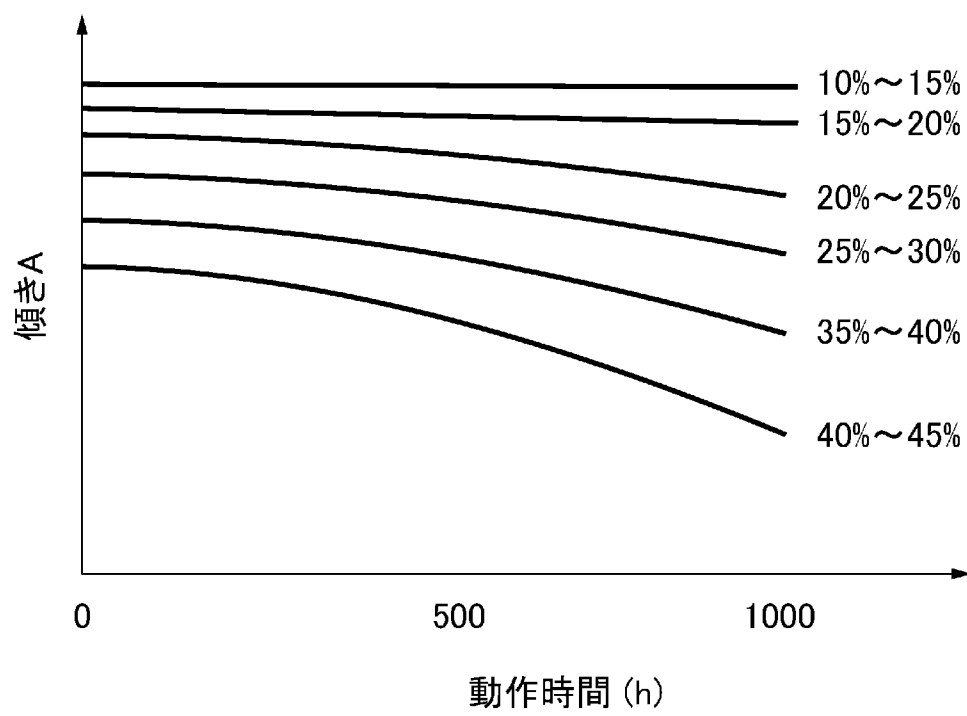
[図9]



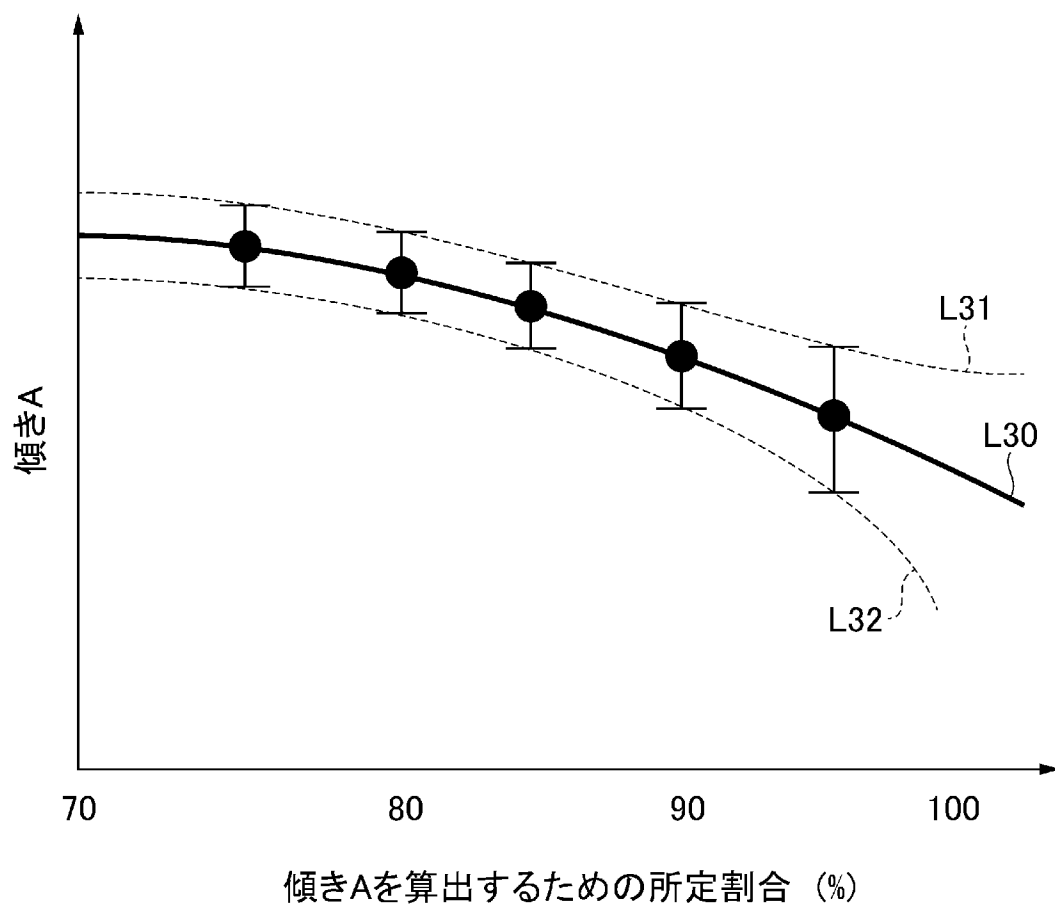
[図10]



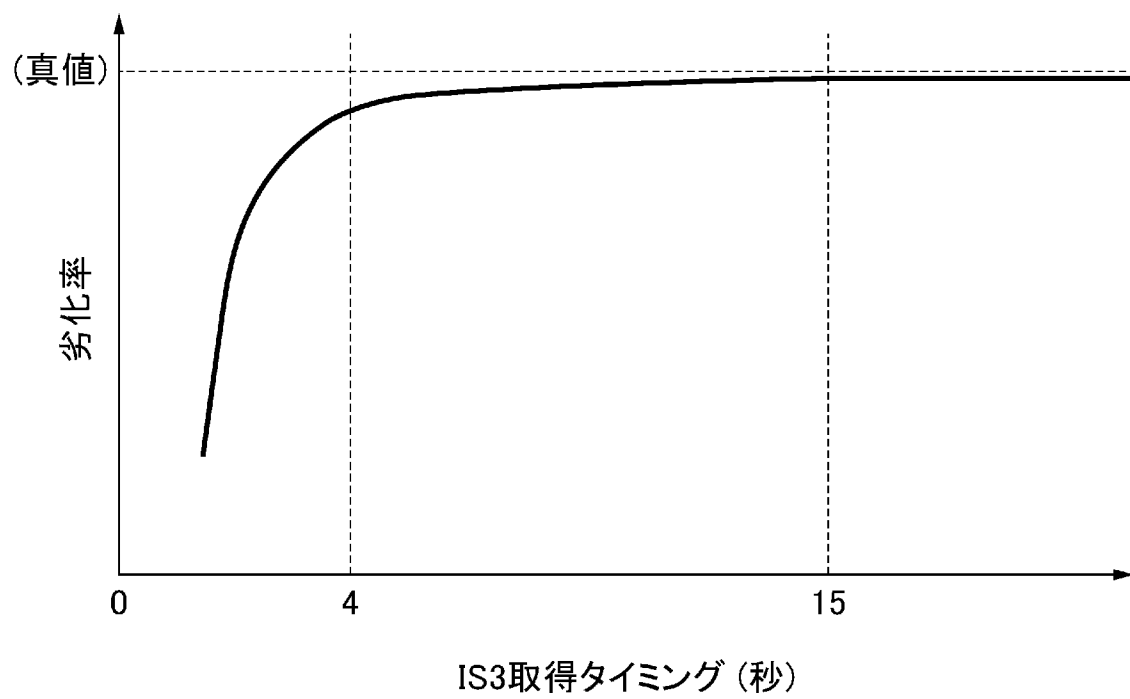
[図11]



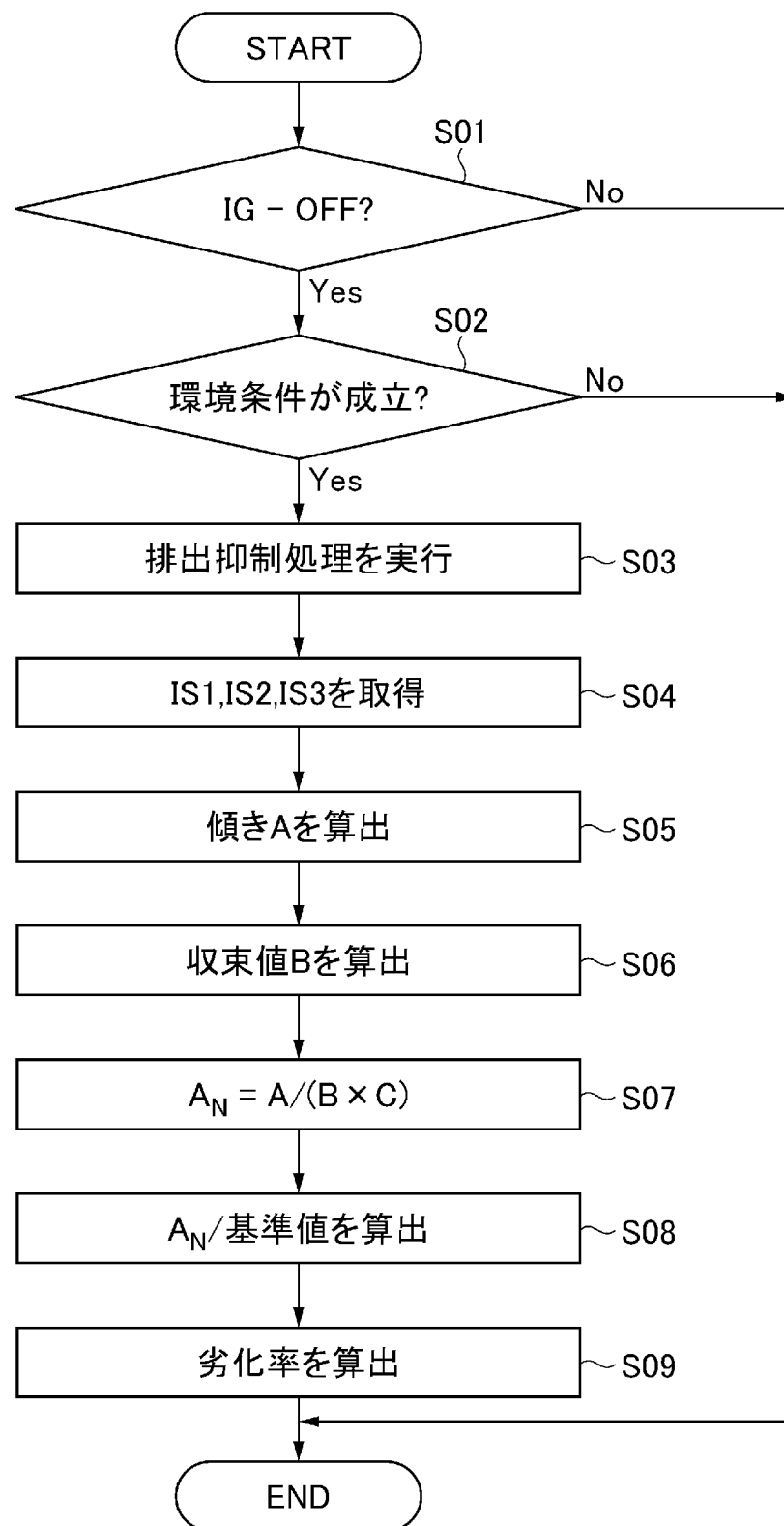
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/038846

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 27/26**(2006.01)i; **G01N 27/416**(2006.01)i

FI: G01N27/26 391Z; G01N27/416 331

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N27/26-27/49

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2021-135177 A (DENSO CORP) 13 September 2021 (2021-09-13) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2021-135176 A (DENSO CORP) 13 September 2021 (2021-09-13) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2020-33949 A (DENSO CORP) 05 March 2020 (2020-03-05) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2020-122741 A (DENSO CORP) 13 August 2020 (2020-08-13) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2018-204985 A (DENSO CORP) 27 December 2018 (2018-12-27) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2018-200229 A (DENSO CORP) 20 December 2018 (2018-12-20) entire text, all drawings	1-5
A	JP 2018-200227 A (DENSO CORP) 20 December 2018 (2018-12-20) entire text, all drawings	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2022

Date of mailing of the international search report

27 December 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/038846

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-116438 A (DENSO CORP) 29 June 2017 (2017-06-29) entire text, all drawings	1-5
<hr/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/038846

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-135177	A	13 September 2021	(Family: none)	
JP	2021-135176	A	13 September 2021	(Family: none)	
JP	2020-33949	A	05 March 2020	(Family: none)	
JP	2020-122741	A	13 August 2020	US 2020/0249124 A1 entire text, all drawings	
JP	2018-204985	A	27 December 2018	(Family: none)	
JP	2018-200229	A	20 December 2018	(Family: none)	
JP	2018-200227	A	20 December 2018	EP 3407059 A1 entire text, all drawings CN 108956867 A	
JP	2017-116438	A	29 June 2017	US 2017/0184536 A1 entire text, all drawings DE 102016124633 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 27/26(2006.01)i; G01N 27/416(2006.01)i FI: G01N27/26 391Z; G01N27/416 331		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01N27/26-27/49		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>日本国実用新案公報</div> <div>1922-1996年</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>日本国公開実用新案公報</div> <div>1971-2022年</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>日本国実用新案登録公報</div> <div>1996-2022年</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>日本国登録実用新案公報</div> <div>1994-2022年</div> </div>		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2021-135177 A（株式会社デンソー） 13.09.2021（2021-09-13） 全文、全図	1-5
A	JP 2021-135176 A（株式会社デンソー） 13.09.2021（2021-09-13） 全文、全図	1-5
A	JP 2020-33949 A（株式会社デンソー） 05.03.2020（2020-03-05） 全文、全図	1-5
A	JP 2020-122741 A（株式会社デンソー） 13.08.2020（2020-08-13） 全文、全図	1-5
A	JP 2018-204985 A（株式会社デンソー） 27.12.2018（2018-12-27） 全文、全図	1-5
A	JP 2018-200229 A（株式会社デンソー） 20.12.2018（2018-12-20） 全文、全図	1-5
A	JP 2018-200227 A（株式会社デンソー） 20.12.2018（2018-12-20） 全文、全図	1-5
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</p> <p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>		
国際調査を完了した日 14.12.2022		国際調査報告の発送日 27.12.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 黒田 浩一 2J 9218 電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2017-116438 A (株式会社デンソー) 29.06.2017 (2017 - 06 - 29) 全文、全図	1-5

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/038846

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-135177	A	13.09.2021	(ファミリーなし)	
JP	2021-135176	A	13.09.2021	(ファミリーなし)	
JP	2020-33949	A	05.03.2020	(ファミリーなし)	
JP	2020-122741	A	13.08.2020	US 2020/0249124 A1	
				全文、全図	
JP	2018-204985	A	27.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-200229	A	20.12.2018	(ファミリーなし)	
JP	2018-200227	A	20.12.2018	EP 3407059 A1	
				全文、全図	
				CN 108956867 A	
JP	2017-116438	A	29.06.2017	US 2017/0184536 A1	
				全文、全図	
				DE 102016124633 A1	