

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3855877号

(P3855877)

(45) 発行日 平成18年12月13日(2006.12.13)

(24) 登録日 平成18年9月22日(2006.9.22)

(51) Int. Cl.	F I	
GO 1 N 27/26 (2006.01)	GO 1 N 27/26	3 9 1 A
FO 2 D 35/00 (2006.01)	GO 1 N 27/26	3 6 1 D
FO 2 D 41/22 (2006.01)	FO 2 D 35/00	3 6 8 C
FO 2 D 45/00 (2006.01)	FO 2 D 41/22	3 0 5 K
	FO 2 D 45/00	3 6 8 H

請求項の数 9 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2002-228273 (P2002-228273)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成14年8月6日(2002.8.6)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2004-69457 (P2004-69457A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成16年3月4日(2004.3.4)	(74) 代理人	100096998
審査請求日	平成16年10月6日(2004.10.6)		弁理士 碓氷 裕彦
		(74) 代理人	100118197
			弁理士 加藤 大登
		(72) 発明者	飯田 寿
			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	岡本 喜之
			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】 空燃比検出装置の劣化検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固体電解質素子に電極が配されて成り、エンジンからの排ガス中における空燃比を検出する空燃比検出手段と、

前記空燃比検出手段における前記固体電解質素子の温度を所定の温度に調整する温度調整手段と、

前記温度調整手段により前記固体電解質素子の温度を少なくとも2つの異なる温度に調整したときの前記空燃比検出手段の出力を比較し、前記空燃比検出手段の劣化を検出する空燃比検出劣化検出手段と、

前記温度調整手段の故障を検出する温度調整故障検出手段とを備え、

前記空燃比検出劣化検出手段は、前記温度調整故障検出手段により故障が検出されていない場合のみ、前記空燃比検出手段の劣化を検出することを特徴とする空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項2】

前記空燃比検出劣化検出手段は、同一運転条件中に、前記温度調整手段により前記固体電解質素子の温度を少なくとも2つの異なる温度に調整したときの前記空燃比検出手段の出力を比較することにより前記空燃比検出手段の劣化を検出することを特徴とする請求項1に記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項3】

前記空燃比検出劣化検出手段は、前記温度調整手段により前記固体電解質素子の温度を

10

20

少なくとも2つの異なる温度に調整したときの、所定の空燃比変動に対する前記空燃比検出手段の出力を比較することにより前記空燃比検出手段の劣化を検出することを特徴とする請求項1または2に記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項4】

前記空燃比検出劣化検出手段は、前記温度調整手段により前記固体電解質素子の温度を少なくとも2つの異なる温度に調整したときの、所定の空燃比変動に対する前記空燃比検出手段の応答性もしくは排ガスに対する出力特性と関連するパラメータを比較することにより前記空燃比検出手段の劣化を検出することを特徴とする請求項1に記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項5】

前記応答性もしくは排ガスに対する出力特性と関連するパラメータとは、前記空燃比検出手段の出力変動幅、出力積算値、出力微分値、出力微分値の積算値、出力周期、出力周波数の少なくとも1つであることを特徴とする請求項4に記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項6】

前記温度調整手段は、前記空燃比検出手段の内部抵抗を検出することにより前記固体電解質素子の温度を推定し、この推定温度に基づいて前記固体電解質素子の温度を調整することを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1つに記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項7】

前記温度調整手段は、運転条件に応じて前記固体電解質素子の温度を調整するための熱量を決定することを特徴とする請求項6に記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項8】

前記温度調整手段は、所定運転条件で前記固体電解質素子の温度を調整するための熱量を供給または停止することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つに記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【請求項9】

エンジンからの排ガスを処理する触媒を備え、前記空燃比検出手段は、前記触媒の下流に設置されていることを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1つに記載の空燃比検出装置の劣化検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空燃比検出装置、特に触媒の下流に配設された下流空燃比センサの劣化を診断する空燃比検出装置の劣化検出装置に関し、詳しくは下流空燃比センサに対する劣化検出を早期に、且つ、正確に行い得る空燃比検出装置の劣化検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、エンジンの排気系に介装された触媒の上流と下流とに酸素センサをそれぞれ配設する構成が知られている。また、このような構成において、触媒の上流に配設した上流酸素センサの出力値に基づいて空燃比フィードバック補正係数を設定し、触媒上流の空燃比が目標空燃比となるように空燃比を制御している。さらに、触媒の下流に配設した下流酸素センサの出力値に基づいて空燃比フィードバック補正係数を補正して空燃比の適正化を図る、いわゆる202空燃比制御が知られている。

【0003】

ところで、このような202空燃比制御システムにおいて各酸素センサが劣化すると、酸素センサの応答性が悪化するため適正な空燃比制御が損なわれてしまう。

【0004】

また、上記202空燃比制御システムにおいては、触媒上下流に設けられた両酸素センサの出力を比較することで触媒の劣化を診断している。よって、各酸素センサが劣化した場

10

20

30

40

50

合、この酸素センサを用いた触媒の劣化診断の精度も低下するため、空燃比センサの劣化検出を行う必要がある。

【0005】

このとき、上流酸素センサは触媒上流に配設されているのでエンジンから排出される排ガス中の酸素濃度を直接的に検出する。よって、空燃比変動が生じた場合、上流酸素センサはこの空燃比変動に直ちに反応する。そこで、上流酸素センサの劣化検出については、空燃比変動が生じたときの上流空燃比センサの出力をモニタすることにより、比較的容易に行うことができる。

【0006】

これに対して、下流酸素センサは触媒の下流に設けられているため、触媒通過後の排気ガス中の空燃比を検出する。よって、空燃比変動が生じても、その空燃比変動が触媒の酸化、還元反応による酸素吸脱、触媒のストレージ効果によりなまされてしまい、下流酸素センサは、このなまされた空燃比を検出することになる。また、触媒のストレージ効果は劣化により変化してしまう。よって、エンジンの空燃比変動に対する下流酸素センサの反応状態から下流酸素センサ自体の劣化を検出することが困難となる。

10

【0007】

この課題を解決するため、触媒の影響を受け難い下流空燃比センサの劣化検出手法が提案されている。例えば実開平03-037949号公報では、触媒が活性する前に触媒上流の空燃比変動に対する触媒下流酸素センサの出力を検出するようにしている。また、特開昭62-250351号公報では、燃料カット時のような触媒ストレージ能力以上の空燃比変化時に劣化検出を実施するようにしている。

20

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、実開平03-037949号公報のように、触媒が活性する前に酸素センサの劣化を検出する手法では、劣化を検出することのできる条件が冷間始動時に限定されてしまう。同様に特開昭62-250351号公報のように、燃料カット時に酸素センサの劣化を検出する手法では、劣化を検出することのできる条件が燃料カット時に限定されてしまう。特に自動変速機の車両では市街地走行においては燃料カットが殆ど作動しないため、劣化検出の実行頻度が少なくなってしまう。

30

【0009】

このように、どちらの手法も実行条件が著しく限定されてしまうため、検出頻度が少なくなってしまう。さらに実行条件が成立しても過渡的な条件下であるため検出精度を確保することが困難という課題がある。

【0010】

従って本発明の目的は、触媒ストレージ能力の影響を受け難く、また検出頻度を確保することのできる空燃比検出装置の故障検出装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1にかかる発明においては、温度調整手段により固体電解質素子の温度を少なくとも2つの異なる温度に調整したときの空燃比検出手段の出力を比較し、空燃比検出手段の劣化を検出する。

40

【0012】

空燃比検出手段の固体電解質素子温度が変化すると、固体電解質素子温度すなわち電極部の活性度の違いにより排ガス成分に対して感度が変化する特性を利用し、空燃比検出手段の異常検出を実施するようにしたものである。

【0013】

例えば、正常な空燃比検出手段であれば素子温の変化に伴い排ガスに対する感度が変化するため、異なる素子温で出力波形を比較すると差が生じる。これに対して劣化している空燃比検出手段は、電極部が劣化し活性度が低下しているため、固体電解質の素子温が変化しても出力波形の変化が小さくなる。ゆえに、異なる固体電解質素子温での空燃比検出手

50

段の出力を比較することにより空燃比検出装置の劣化を検出することができる。

【0014】

また、温度調整手段の故障を検出する温度調整故障検出手段を設け、空燃比検出劣化検出手段が、温度調整故障検出手段により故障が検出されていない場合のみ、空燃比検出手段の劣化を検出するようにする。

これにより、温度調整手段が故障しているときに、空燃比検出手段が劣化していないにもかかわらず、劣化していると誤判定することを防止することができる。

ここで、空燃比検出手段としては、上記特性を備えるものであれば良く、リニア空燃比センサ、酸素センサを含む。また、請求項1に係る発明は、請求項9に記載されているように特に触媒下流に設けられた空燃比検出手段に有効であるが、触媒上流に設けられた空燃比検出手段に用いることもできる。

10

【0015】

また、請求項2に記載されているように、同一運転条件中に空燃比検出手段の出力を比較するとより検出精度を向上することができる。

【0016】

また、空燃比検出手段の出力を比較する方法としては、請求項3に記載されているように、所定の空燃比変動に対する空燃比検出手段の出力を比較するようにすると良い。また、請求項4に記載されているように、所定の空燃比変動に対する空燃比検出手段の応答性もしくは排ガスに対する出力特性と関連するパラメータを比較するようにすると良い。さらに、前記応答性もしくは排ガスに対する出力特性と関連するパラメータとして、請求項5

20

【0017】

このように空燃比検出手段の出力を比較することにより劣化検出の精度を向上することができる。

【0018】

また、温度調整手段としては、請求項6に記載されているように、空燃比検出手段の内部抵抗を検出することにより固体電解質素子の温度を推定し、この推定温度に基づいて固体電解質素子の温度を調整するようにするとよい。

【0019】

これにより、劣化検出を行うときの固体電解質素子の温度調整を精度良く行えるため、劣化検出の精度を向上することができる。

30

【0020】

さらに、温度調整手段として、請求項7に記載されているように、運転条件に応じて固体電解質素子の温度を調整するための熱量を決定するようにすると良い。これにより、さらに固体電解質の温度調整の精度を向上することができる。

【0021】

このとき、請求項8に記載されているように、温度調整手段を、所定運転条件で固体電解質素子の温度を調整するための熱量を供給または停止するようにすると良い。

【0024】

【発明の実施の形態】

実施形態(1)

以下、本発明の実施形態(1)を図1乃至図17に基づいて説明する。

【0025】

以下、この発明を空燃比検出装置に具体化した一実施の形態を図面に従って説明する。なお、本実施の形態における空燃比検出装置は、特に自動車に搭載される電子制御ガソリン噴射エンジンに適用されるものである。同エンジンの空燃比制御システムにおいては空燃比検出装置による検出結果に基づいてエンジンへの燃料噴射量を所望の空燃比に制御する。

40

【0026】

50

まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。エンジン（内燃機関）11の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側には、吸入空気量を検出するエアフロメータ14が設けられている。このエアフロメータ14の下流側には、スロットルバルブ15とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ16とが設けられている。

【0027】

更に、スロットルバルブ15の下流側には、サージタンク17が設けられ、このサージタンク17に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ18が設けられている。また、サージタンク17には、エンジン11の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド19が設けられ、各気筒の吸気マニホールド19の吸気ポート近傍に、燃料を噴射する燃料噴射弁20が取り付けられている。

10

【0028】

一方、エンジン11の排気管21（排ガス通路）の途中には、排ガス中の有害成分（CO、HC、NOx等）を低減させる上流側触媒22と下流側触媒23とが直列に設置されている。この場合、上流側触媒22は、始動時に早期に暖機が完了して始動時の排気エミッションを低減するように比較的小容量に形成されている。これに対して、下流側触媒23は、排ガス量が多くなる高負荷域でも、排ガスを十分に浄化できるように比較的大容量に形成されている。

【0029】

更に、上流側触媒22の上流側には、排ガスの空燃比に応じたリニアな空燃比信号を出力するリニア空燃比センサ24が設けられ、上流側触媒22の下流側と下流側触媒23の下流側には、それぞれ理論空燃比近傍で比較的急激に出力が変化する、いわゆるZ特性を備えた第1の酸素センサ25、第2の酸素センサ26が設けられている。以下、リニア空燃比センサ及び酸素センサを合わせて空燃比センサと記載する。また、エンジン11のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ27や、エンジン回転数NEを検出するクランク角センサ28が取り付けられている。

20

【0030】

これら各種のセンサ出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」という）29に入力される。このECU29は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM（記憶媒体）に記憶されたプログラムを実行することで、例えば排ガスの空燃比をフィードバック制御する。

30

【0031】

本実施の形態において、排ガスの空燃比は、例えば特開2001-193521号公報に記載のフィードバック制御で制御される。

【0032】

図2は、図1の構成において、触媒上流側の空燃比センサとしてリニア空燃比センサ24を用い、触媒下流側の空燃比センサとして第1の酸素センサ25および第2の酸素センサ26のいずれか一方を切り換えて用いた時の空燃比フィードバック制御のフローチャートである。

【0033】

また図3、図4は、図1のリニア空燃比センサ24および第1の酸素センサ25に加え、第2の酸素センサ26を用いた場合の他の空燃比フィードバック制御のフローチャートである。

40

【0034】

まず、図2の目標空燃比設定プログラムの処理内容を説明する。本プログラムが起動されると、ステップ701で、目標空燃比TGの設定に用いる下流側の酸素センサを第1の酸素センサ25と第2の酸素センサ26の中から選択する。

【0035】

例えば、排ガス流量の少ない低負荷運転時等には、上流側触媒22のみでも排ガスをかなり浄化できる。よって、目標空燃比TGの設定に用いる下流側のセンサとしては、第1

50

の酸素センサ 25 を用いた方が空燃比制御の応答性が良い。しかし、排ガス流量が多くなると、上流側触媒 22 内で浄化されずに通り抜ける排ガス成分量が多くなるため、上流側触媒 22 と下流側触媒 23 の両方を有効に使用して排ガスを浄化する必要がある。この場合は、下流側触媒 23 の状態も考慮した空燃比フィードバック制御を行うことが好ましいため、目標空燃比 T G の設定に用いる下流側のセンサとしては、第 2 の酸素センサ 26 を用いることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

また、エンジン 11 から排出される排ガスの空燃比の変化（上流側触媒 22 上流側の空燃比センサ 24 の出力変化）が第 1 の酸素センサ 25 の出力変化に現れるまでの遅れ時間が短くなるほど、上流側触媒 22 内で浄化されずに通り抜ける排ガス成分量が多くなっている（つまり浄化効率が低下している）ことを意味する。よって、第 1 の酸素センサ 25 の出力変化の遅れ時間が短い場合は、目標空燃比 T G の設定に用いる下流側のセンサとして、第 2 の酸素センサ 26 の出力を用いることが好ましい。

10

【 0 0 3 7 】

そこで、目標空燃比 T G の設定に用いる下流側のセンサとして第 2 の酸素センサ 26 を選択する条件は、 1 エンジン 11 から排出される排ガスの空燃比変化（リニア空燃比センサ 24 の出力変化）が第 1 の酸素センサ 25 の出力変化に現れるまでの遅れ時間（又は周期）が所定時間（又は所定周期）よりも短いこと、又は、 2 吸入空気量（排ガス流量）が所定値以上であることとしている。

【 0 0 3 8 】

これら 2 つの条件 1 、 2 のどちらか一方を満たしたときは、第 2 の酸素センサ 26 を選択し、どちらも満たさない場合は、第 1 の酸素センサ 25 を選択する。尚、 1 と 2 の両方の条件を満たしたときに第 2 の酸素センサ 26 を選択するようにしても良い。

20

【 0 0 3 9 】

このようにして、目標空燃比 T G の設定に用いる下流側のセンサを選択した後、ステップ 702 に進み、選択した酸素センサの出力電圧 V O X 2 が理論空燃比（ $\lambda = 1$ ）に相当する目標出力電圧（例えば 0.45 V）より高いか低いかによって、リッチかリーンかを判定する。ここで、リーンのときには、ステップ 703 に進み、前回もリーンであったか否かを判定する。前回も今回もリーンである場合には、ステップ 704 に進み、リッチ積分量 I R を、現在の吸入空気量 Q A に応じてマップから求める。

30

【 0 0 4 0 】

このリッチ積分量 I R のマップとして、図 5 (a) の上欄に示される上流側触媒下流側センサ（第 1 の酸素センサ）用マップと図 5 (b) の上欄に示される下流側触媒下流側センサ（第 2 の酸素センサ）用のマップとが記憶されており、使用するセンサに応じていずれか一方のマップが選択される。これらのリッチ積分量 I R のマップ特性は、吸入空気量 Q A が大きくなるほど、リッチ積分量 I R が小さくなるように設定され、吸入空気量 Q A が小さい領域では、下流側触媒下流側センサ用のマップの方が上流側触媒下流側センサ用マップよりもリッチ積分量 I R が少し大きくなるように設定されている。リッチ積分量 I R の算出後、ステップ 705 に進み、目標空燃比 T G を I R だけリッチ側に補正し、そのときのリッチ/リーンを記憶して（ステップ 713）、本プログラムを終了する。

40

【 0 0 4 1 】

また、前回リッチで今回リーンに反転した場合には、ステップ 703 からステップ 706 に進み、リッチ側へのスキップ量 S K R を、触媒のリッチ成分ストレージ量 O S T R i c h に応じて求める。なお、リッチ成分ストレージ量 O S T R i c h 算出処理は、特開 2001 - 193521 号公報記載の処理と同じであり、ここでは省略する。

【 0 0 4 2 】

図 6 のマップ特性は、リッチ成分ストレージ量 O S T R i c h の絶対値が小さくなるほどリッチスキップ量 S K R も小さくなるように設定されている。スキップ量 S K R の算

50

出後、ステップ707進み、目標空燃比 TG を $IR + SKR$ だけリッチ側に補正し、そのときのリッチ/リーンを記憶して(ステップ713)、本プログラムを終了する。

【0043】

一方、スキップ702で、酸素センサの出力電圧 $VOX2$ がリッチであるときには、ステップ708に進み、前回もリッチであったか否かを判定する。前回も今回もリッチである場合には、ステップ709に進み、リーン積分量 IL を現在の吸入空気量 QA に応じて図5に示すマップから求める。このリーン積分量 IL のマップとして、図5(a)の下欄に示される上流側触媒下流側センサ(第1の酸素センサ)用マップと図5(b)の下欄に示される下流側触媒下流側センサ(第2の酸素センサ)用のマップが設定され、下流側のセンサとして選択されたセンサに応じていずれか一方のマップが選択される。

10

【0044】

図5(a)、図5(b)のリーン積分量 IL のマップ特性は、吸入空気量 QA が大きくなるほど、リーン積分量 IL が小さくなるように設定され、吸入空気量 QA が小さい領域では、下流側触媒下流側センサ用のマップの方が上流側触媒下流側センサ用マップよりもリーン積分量 IL が少し大きくなるように設定されている。リーン積分量 IL の算出後、ステップ710に進み、目標空燃比 TG を IL だけリーン側に補正し、そのときのリッチ/リーンを記憶して(ステップ713)、本プログラムを終了する。

【0045】

また、前はリーン側で今回リッチに反転した場合には、ステップ708からステップ711に進み、リーン側へのスキップ量 SKL を、触媒のリーン成分ストレージ量 $OSTL$ $Lean$ に応じて図6に示すマップから求める。なお、リーン成分ストレージ量 $OSTL$ $Lean$ 算出処理は、特開2001-193521号公報記載の処理と同じであり、ここでは省略する。

20

【0046】

図6のマップ特性は、リーン成分ストレージ量 $OSTL$ $Lean$ が小さくなるほどリーンスキップ量 SKL も小さくなるように設定されている。この後、ステップ712で、目標空燃比 TG を $IL + SKL$ だけリーン側に補正し、そのときのリッチ/リーンを記憶して(ステップ713)、本プログラムを終了する。

【0047】

図6のマップから明らかなように、触媒22, 23の劣化によってリッチ成分ストレージ量 $OSTR$ ich やリーン成分ストレージ量 $OSTL$ $Lean$ が低下してきたときには、リッチスキップ量 SKR やリーンスキップ量 SKL も次第に小さな値に設定されるため、触媒22, 23の吸着限界を越えた過補正が行われて有害成分が排出されるのを未然に防止することができる。

30

【0048】

次に目標空燃比設定処理の他の実施形態を図3および図4のフローチャートに沿って説明する。

【0049】

ECU29は、図3の目標空燃比設定プログラム及び図4の目標出力電圧設定プログラムを実行して、空燃比フィードバック制御の目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサとして第1の酸素センサ25を選択したときに、第2の酸素センサ26の出力に応じて第1の酸素センサ25の目標出力電圧 $TGOX$ を変化させるようにしている。

40

【0050】

なお、図3において、図2と同様の処理を実行するステップには図2と同じステップ番号を付している。以下では、主に図2との相違点について説明する。

【0051】

図3の目標空燃比設定プログラムでは、まず、ステップ701で、目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサを上流側触媒22下流側の酸素センサ25と下流側触媒23下流側の酸素センサ26の中から選択した後、ステップ714に進み、後述する図4の目標出力電圧設定プログラムを実行して、目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサの

50

目標出力電圧 TGOX を設定する。

【 0 0 5 2 】

この後、ステップ 715 に進み、選択した酸素センサの出力電圧 VOX2 が目標出力電圧 TGOX より高いか低いかによって、リッチかリーンかを判定し、その結果に応じてステップ 703 ~ 713 で、前述した方法で、目標空燃比 TG を算出して、そのときのリッチ/リーンを記憶し、本プログラムを終了する。

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 のステップ 714 で実行される図 4 の目標出力電圧設定プログラムの処理内容を説明する。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 901 で、目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサとして第 1 の酸素センサ 25 が選択されているか否かを判定する。もし、目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサとして第 1 の酸素センサ 25 が選択されていれば、ステップ 902 に進み、第 2 の酸素センサ 26 の出力電圧をパラメータとする目標出力電圧 TGOX のマップから、現在の第 2 の酸素センサ 26 の出力電圧に応じた目標出力電圧 TGOX を算出する。

10

【 0 0 5 4 】

この場合、目標出力電圧 TGOX のマップは、第 2 の酸素センサ 26 の出力電圧（下流側触媒 23 の流出ガスの空燃比）が理論空燃比付近の所定範囲（出力電圧）では、第 2 の酸素センサ 26 の出力が大きくなる（リッチになる）に従って目標出力電圧 TGOX が小さくなる（リーンになる）ように設定されている。更に、第 2 の酸素センサ 26 の出力が所定値 よりも大きい領域では、目標出力電圧 TGOX が所定下限値（例えば 0 . 4 V）となり、第 2 の酸素センサ 26 の出力が所定値 よりも小さい領域では、目標出力電圧 TGOX が上限値（例えば 0 . 6 5 V）となるように設定されている。

20

【 0 0 5 5 】

これにより、第 1 の酸素センサ 25 の目標出力電圧 TGOX は、下流側触媒 23 の排ガス成分の吸着量が所定値以下となる範囲内又は下流側触媒 23 を流れる排ガスの空燃比が所定の浄化ウインドの範囲内となるように設定される。

【 0 0 5 6 】

一方、目標空燃比 TG の設定に用いる下流側のセンサとして第 2 の酸素センサ 26 を選択している場合は、ステップ 901 からステップ 903 に進み、目標出力電圧 TGOX を所定値（例えば 0 . 4 5 V）に設定する。以上説明した目標出力電圧設定プログラムがセカンドフィードバック制御手段に相当する役割を果たす。

30

【 0 0 5 7 】

図 7 は、本実施の形態における空燃比検出装置の概要を示す構成図である。図 7 において、ECU 29 は、その内部演算の中枢をなすマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）120 を備え、マイコン 120 は燃料噴射制御や点火制御等を実現するためのホストマイコン 116 に対して相互に通信可能に接続されている。リニア空燃比センサ 24 は、エンジン 11 のエンジン本体から延びる排気管 21 に取り付けられており、マイコン 120 で出力を検出する。マイコン 120 は、図示しない各種演算処理を実行するための周知の CPU, ROM, RAM, バックアップ RAM 等により構成され、所定の制御プログラムに従いヒータ制御回路 125 及びバイアス制御回路 140 を制御する。

40

【 0 0 5 8 】

ここで、マイコン 120 から出力されるバイアス指令信号 Vr は、D/A 変換器 121、ローパスフィルタ（LPF）122 及びスイッチ 160 を介してバイアス制御回路 140 に入力される。また、その時々々の空燃比（酸素濃度）に対応するリニア空燃比センサ 24 の出力を検出し、その検出値は A/D 変換器 123 を介してマイコン 120 に入力される。さらに、ヒータ電圧及びヒータ電流は、後述するヒータ制御回路 125 にて検出され、その検出値は A/D 変換器 124 を介してマイコン 120 に入力される。

【 0 0 5 9 】

また、所定のバイアス指令信号 Vr を素子に印加し、図 8 に示す所定時間 T1 と T2 間の变化、すなわち素子電圧変化 V、および素子電流 I を検出し、下記式より素子インピ

50

ーダンスを検出する。

【0060】

インピーダンス = V / I

検出された素子インピーダンス値はマイコン120に入力される。素子インピーダンスは図9に示すように素子温度と強い相関を有し、この素子インピーダンスが所定値になるように空燃比センサが備えるヒータをデューティ制御することで空燃比センサの素子温度を制御可能である。

【0061】

また、第1の酸素センサ25、第2の酸素センサ26にも同様に素子インピーダンスを検出し、この素子インピーダンスが所定値になるように、第1、第2の酸素センサ25、26が各々備えるヒータをデューティ制御することで、酸素センサの素子温度を制御できる。

10

【0062】

この手法として本実施の形態では、図10に示すように、実際に検出される素子インピーダンスと目標素子温度より算出される目標インピーダンスとの偏差によりPI制御(比例、積分)する手法を採用しており、この手法によりリニアA/Fセンサ24(第1の酸素センサ25、第2の酸素センサ26)の素子温度を制御している。

【0063】

この詳細について図10のフローチャートを用い説明する。このフローチャートは所定タイミング(ステップ400)においてプログラム処理が実行される。

20

【0064】

まず、ステップ401において目標素子温度から算出された目標インピーダンスと素子インピーダンス検出回路により検出された素子インピーダンスの偏差(i_{mp})を算出する。ステップ402において積分制御を実施するためのインピーダンス偏差の積分値(i_{mp})を算出する。ステップ403では、この偏差、積分値、比例係数P1および積分係数I2を用いて下記式からヒータデューティを算出する。

【0065】

ヒータデューティ(%) = $P1 \times i_{mp} + I2 \times i_{mp}$

ここで算出されたヒータデューティは図7の125で示すヒータ制御回路へ入力され、リニア空燃比センサ24(第1の酸素センサ25、第2の酸素センサ26)のヒータ制御が実施される。

30

【0066】

ここでヒータデューティとは酸素センサ素子の温度を制御する発熱量調整量であり、電力(W)に基づくものである。温度を一定に制御するためには電力を一定に制御することが望ましく、ヒータデューティで温度制御する場合には、供給される電圧が異なることで温度が変化することを防止するため、基準電圧(例えば13.5V)に対する補正、すなわち電力 $\times (13.5 / \text{電圧})^2$ で補正を実施する。

【0067】

図7において、リニア空燃比センサ24は排気管21の内部に向けて突設されており、同センサ24は大別して、カバー、センサ本体及びヒータから構成されている。カバーは断面コ字状をなし、その周壁にはカバー内外を連通する多数の小孔が形成されている。センサ素子部としてのセンサ本体は、空燃比リーン領域における酸素濃度、若しくは空燃比リッチ領域における未燃ガス(CO, HC, H₂等)濃度に対応する電圧を発生する。

40

【0068】

ヒータは大気側電極層内に收容されており、その発熱エネルギーによりセンサ本体(大気側電極層、固体電極質層、排気ガス側電極層)を加熱する。ヒータは、センサ本体を活性化するのに十分な発熱容量を有している。

【0069】

また、第1の酸素センサ25、第2の酸素センサ26の構成も上述した構成と同様である。

50

【0070】

なお、近年、ヒータ性能向上のため素子とヒータを一体構造とする積層型空燃比センサが提案されているが、本案はそのようなセンサは勿論のこと、その種類によらず固体電解質素子に電極が配された空燃比センサであればいずれにも適用されるものである。

【0071】

次に、図11に示すシステムブロック図において本案の制御動作を説明する。特に図1の上流側触媒直下に配置される第1の酸素センサ25に本案を適用した場合の実施例について記載する。

【0072】

第1の酸素センサ(酸素センサ)25がエンジンから排出される排気ガス成分(リッチガスおよびリーンガス)による出力をECU29の出力検出回路203にて検出し、空燃比制御量算出ブロック204で空燃比制御量を算出する。ここでは図示しない目標電圧と検出電圧の比較により、燃料噴射量の増減量を決定する。空燃比制御量として決定された燃料噴射量は燃料噴射弁20に供給され、所望の燃料噴射量が噴射される。インピーダンス算出ブロック202では図7、図8で説明したように素子インピーダンスを算出し、ヒータ制御量算出ブロック214にて目標インピーダンス設定ブロック213で設定される目標インピーダンスとの偏差によりヒータ制御量が決定され、第1の酸素センサ25のセンサ素子の温度が所望の温度となるようにヒータを制御する。

10

【0073】

ここで目標インピーダンスは次の手順で算出される。エンジンの運転状態を示すクランク角センサ28、エアフローメータ14、スロットル開度センサ16、冷却水温センサ27などからの情報により運転状態判定ブロック210にて運転状態の判定を実施する。

20

【0074】

この運転状態判定結果に基づいて特定ガス感度優先度決定ブロック211において、現在の運転条件において、または直後の運転状態においてエンジンから排出される排気ガス組成がリッチガス主体かまたはリーンガス主体かを判断する。特定ガス感度優先度決定ブロック211で高負荷、加速時などNOxが発生しやすい状態ではリーンガスが主体と判断された場合、目標素子温度設定ブロック212において、リーンガス反応性が向上するように酸素センサ素子温度を高温化させるべく目標素子温度を、例えば720に設定する。

30

【0075】

逆に、特定ガス感度優先度決定ブロック211で、低温、低負荷時、減速などでのHC、COが発生しやすい状態であり、リッチガスが主体である(またはリッチガスが主体となる)と判断された場合、目標素子温度設定ブロック212において、リッチガス反応性が向上するように酸素センサ素子温度を低温化させるべく、目標素子温度を、例えば420に設定する。

【0076】

また、ダイアグ実行判定ブロック215において、運転状態判定ブロック210の運転状態判定結果に基づいて第1酸素センサ25または第2酸素センサ26の劣化検出(ダイアグ)を実行すべき運転状態であるか否かを判定する。

40

【0077】

ダイアグを実行すべき運転状態であると判定された場合、目標素子温度設定ブロック212において酸素センサ素子温度を所定期間低温状態(例えば400)へ制御した後、酸素センサ素子温度を所定期間高温状態(例えば700)へ制御する。

【0078】

ここで、目標素子温度設定ブロック212は、特定ガス感度優先度決定ブロックの決定結果よりもダイアグ実行判定ブロック215の判定結果を優先して目標素子温を決定する。つまり、ダイアグ実行判定ブロック215にてダイアグを実行すべき運転状態であると判定された場合は、ダイアグを実行するための目標素子温度に設定する。そして、ダイアグ実行判定ブロック215にてダイアグを実行すべき運転状態でないと判定された場合は、

50

特定ガス感度優先度決定ブロック 2 1 1 で決定された結果に基づいて目標素子温度を設定する。

【 0 0 7 9 】

次に酸素センサのリッチおよびリーンガスの反応性について図 1 2 および図 1 3 の特性図に基づいて説明する。

【 0 0 8 0 】

図 1 2 は窒素 (N₂) 中において一酸化炭素 (C O) に対する O₂ センサの反応性を示したものである。図示するように低素子温度では微量な C O に反応するが、素子温度が上昇するにつれ低濃度 C O に対する反応性が低下することを示している。これは O₂ センサ電極での C O の反応性に温度特性があるからであり、素子低温下では

$$C O (吸 着) + 1 / 2 O_2^{2-} (吸 着) \rightarrow C O_2 + 2 e^-$$
の反応が促進され O₂ が奪われるからである。

【 0 0 8 1 】

また、図 1 3 は窒素 (N₂) と一酸化炭素 (C O) 雰囲気中に一酸化窒素 (N O) を導入した場合の O₂ センサの反応性を示したものである。図示するように素子高温状態においては、微量な N O に反応するが、素子温度が低下するにつれて低濃度 N O には反応しなくなる。これは O₂ センサ電極表面 及び 電極において、

$$C O + N O \rightarrow C O_2 + N_2$$

$$2 N O + 4 e^- \rightarrow N_2 + 2 O_2^{2-}$$

の反応が行われ、高温域は低温域に比べ、リッチガス (C O) との燃焼及び電極での N O の分解がより促進されるため、低濃度側で起電力が低下するからである。

【 0 0 8 2 】

図 1 1 の目標素子温度設定ブロック 2 1 2 で設定された目標温度に基づいて、目標インピーダンス設定ブロック 2 1 3 において、図 1 5 に示す素子インピーダンスと素子温度の関係より目標インピーダンスを設定する。そしてヒータ制御量算出ブロック 2 1 4 にて前述した素子インピーダンス検出値との比較によりヒータ制御量を決定する。

【 0 0 8 3 】

次に、図 1 4 のフローチャートにしたがって第 1 の酸素センサ 2 5 のダイアグ処理を説明する。なお、第 2 の酸素センサ 2 6 についても同様のダイアグ処理が実行されるが、ここではその説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

本ルーチンは、時間または噴射回数などの所定タイミングにて起動され (ステップ 5 0 0) る。まず、ステップ 5 0 1 にてエンジン回転速度や吸入空気量などが所定の範囲内であるか否か、または、触媒温度が所定温度以上であるか否か等に基づいてダイアグの実行条件が判断される。ここで、劣化検出の精度を向上させるためにダイアグの実行条件は安定した定常走行状態であることが望ましい。

【 0 0 8 5 】

ステップ 5 0 1 でダイアグの実行条件が成立していると判定されると、ステップ 5 0 2 にて第 1 の酸素センサ 2 5 の素子温度が低温 (例えば 4 0 0) となるように目標素子インピーダンスを 2 0 0 0 に設定し低素子温度制御を開始する。

【 0 0 8 6 】

ステップ 5 0 3 では素子温度が所望の温度であるかどうか検出するために素子インピーダンスが所定範囲内になったか否かを判断する。ここで、インピーダンスが所定範囲となるまでステップ 5 0 2 及びステップ 5 0 3 の処理が繰り返され、所定範囲内となったら、ステップ 5 0 4 に進む。

【 0 0 8 7 】

ステップ 5 0 4 では低素子温度状態での第 1 の酸素センサ 2 5 出力電圧の所定タイミング間における変化量 ΔV を求めることで第 1 の酸素センサ 2 5 の出力電圧変化速度を算出する。

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

$$V1 = |V1n - V1n - 1|$$

ここで、 $V1n$ は第1の酸素センサ25出力の今回値、 $V1n - 1$ は第1の酸素センサ25出力の前回値である。

【0089】

なお、本実施形態では変化速度はO₂センサのリッチ方向（変化速度は正の値）とリーン方向（変化速度は負の値）を区別なく算出しているが、リッチまたはリーンの特定方向のみを算出してもよい。

【0090】

続くステップ505では、劣化検出精度を高めるために、所定期間、変化速度を積算して変化速度積算値($sdl ox sl$)を以下の式に基づいて算出する。

【0091】

$$sdl ox sl = V1n - 1 + V1n$$

ここで、 $V1n$ は変化量 $V1$ の今回値、 $V1n - 1$ は変化量 $V1$ の前回値である。

【0092】

次に、ステップ506で所定期間T3が経過したか否かが判断される。ここで所定期間経過したと判断されるまでは、ステップ504からステップ506の処理を繰り返す。ステップ506で所定期間経過したと判断された場合は、ステップ507に進む。

【0093】

ステップ507では、素子温度制御を高素子温度制御に切り換える。本実施形態では素子が低温（例えば700）となるように目標インピーダンスを25に設定する。

【0094】

続くステップ508では、素子インピーダンスが所定範囲内（15 素子インピーダンス 25）となったか否かが判定される。ここで、素子インピーダンスが所定範囲となったと判定されるまではステップ507及びステップ508の処理を繰り返す。ステップ508にて素子インピーダンスが所定範囲になったと判定されると、低温時の処理と同様にステップ509にて高温時酸素センサ電圧変化速度 $Vh (= |Vhn - Vhn - 1|)$ 、510にて素子高温時におけるO₂センサ電圧変化速度積算値 $sdl ox sh (= Vhn - 1 + Vhn)$ を算出する。

【0095】

次にステップ511にて所定時間T5が経過したか否かを判定する。ここで所定時間経過していないときは、所定時間が経過するまでステップ509からステップ511の処理を繰り返す。所定時間が経過した場合には、ステップ512に進む。

【0096】

ステップ512では、低温時の変化速度積算値 $sdl ox sl$ と高温時の変化速度積算値 $sdl ox sh$ との偏差量 ($dexhl$)を次式より算出する。

【0097】

$$dexhl = sdl ox sl - sdl ox sh$$

次にステップ513にて、変化速度積算値偏差量 $dexhl$ とあらかじめ設定された所定値とを比較する。ここで、変化速度積算値偏差量 $dexhl$ があらかじめ設定された所定値より小さい場合は、ステップ514に進み、第1の酸素センサが劣化していると判定する。また、変化速度積算値偏差量 $dexhl$ があらかじめ設定された所定値より大きい場合は、ステップ515に進み、第1の酸素センサが正常であると判断する。

【0098】

次に図15のタイムチャートに沿って本実施形態の作動を説明する。

【0099】

ここで、図15の(a)は、ダイアグ処理実行条件が成立しているか否かを示している。また、図15(b)は、素子温度制御要求がダイアグ処理非実行時の通常制御時か、ダイアグ処理実行時の低素子温度制御時または高素子温度制御時かを示している。また、図15(c)は、固体電解質素子温度を示している。図15(d)は劣化時の第1の酸素セン

10

20

30

40

50

サ出力を、図15(e)は正常時の第1の酸素センサ出力を示している。図15(f)は低素子温度制御時の変化速度積算値 $s d l o x s l$ を、図15(g)は高素子温度制御時の変化速度積算値 $S d l o x s h$ を示している。図15(h)は変化速度積算値偏差量 $d e l x h l$ を示している。そして、図15(i)は異常検出フラグを示している。

【0100】

図15において、ダイアグ処理実行条件が成立した時刻T1において、第1の酸素センサ素子温度の低素子温度制御(低温制御)が要求され、図示しない目標インピーダンスが大きく(例えば2000)設定される。これにより、固体電解質素子温度が400になるようにヒータが制御される。

【0101】

次に固体電解質素子温度が低温で安定した(素子インピーダンスが所定範囲(1800 素子インピーダンス 2200)となった)時刻T2以降では、正常な酸素センサの電圧はリッチガス(CO)による反応性が増すため出力が大きく変動する。これに対して、劣化した酸素センサの出力は反応性が低下しているために変動量が小さい。このときの酸素センサの出力変動量を所定タイミング毎に算出することにより、変化速度を計算する。このように計算された変化速度を時刻T3になるまで積算し、低温制御時の変化速度積算値 $s d l o x s l$ を算出する。

【0102】

続いて時刻T3になると、今度は第1の酸素センサ素子温度の高素子温度制御(高温制御)が要求され、目標インピーダンスが小さく(例えば25)設定する。これにより、固体電解質素子温度が700となるようにヒータが制御される。

固体電解質素子が高温で安定した(素子インピーダンスが所定範囲(15 素子インピーダンス 25)となった)時刻T4以降では正常な酸素センサの出力電圧は低温制御時と比較してリッチガス(CO)による反応性が低下するために変動量が小さくなる。また劣化しているセンサも同様に変動量が小さくなる。

【0103】

低温制御時と同様に時刻T5に到達するまでの間で、高温制御時の変化速度積算値 $s d l o x s h$ を算出する。

【0104】

そして、時刻T5の時点で低温制御時の変化速度積算値 $s d l o x s l$ と高温制御時の変化速度積算値 $s d l o x s h$ との偏差である変化速度積算値偏差量 $d e l x h l$ を求める。この偏差量 $d e l x h l$ は上述した理由により、酸素センサの正常時は大きく、劣化時は小さい値となるため、所定の判定値と比較することにより劣化の有無を判別することができる。なお、本実施例では劣化か正常かを判定するようにしているが、判定値を複数設けることにより劣化度合を検出することもできる。もちろん、偏差量 $d e l x h l$ をそのまま劣化度合の指標として用いることもできる。

【0105】

また、本実施形態においては第1の酸素センサ25の劣化検出について説明したが、これに限られることはなく第2の酸素センサ26の劣化検出にも用いることができる。またリニア空燃比センサ24にも用いることができる。

【0106】

次に図16、図17を用いて本実施形態によるダイアグ処理が触媒ストレージ能力の影響を受け難いことを説明する。

【0107】

図16に示されるように、酸素センサの変化速度は、素子温度が低いほどリッチガス(CO)成分の感受性が増すために大きくなる。よって、素子温度が高い時(例えば700)と低い時(例えば400)の変化速度偏差で酸素センサの劣化度合いを検出することができる。

【0108】

また、触媒が劣化して特にO2ストレージ能力が低下した状態においては、触媒が正常な

10

20

30

40

50

ときに比べて酸素センサ出力の変化速度は図 16 に示すごとく大きくなる。ところが、本手法においては、素子の高温制御時と低温制御時との変化速度の偏差を演算し、この偏差に基づいて酸素センサの劣化を判定するため、触媒ストレージによる変化分はキャンセルされ、その影響を受けにくくなる。

【0109】

図 17 に触媒の劣化度合いに応じた O₂ センサ変化速度偏差を示す。このように、本発明によれば触媒ストレージ能力の影響を受けにくいため、触媒の浄化能力や劣化度合いによらず、正常な酸素センサと劣化した酸素センサを区別することができる。

【0110】

《実施形態(2)》

以下、本発明の実施形態(2)を図 18 乃至図 25 に基づいて説明する。

【0111】

実施形態(1)において、ある特定運転条件下において O₂ センサ素子温度を高温および低温時に制御した場合のセンサ出力変動を比較することで、O₂ センサの異常を検出する手法を述べた。実施形態(2)ではさらに検出性を向上させる手法を説明する。

【0112】

図 18 に概略フローチャートを示す。まず、所定のタイミングでステップ 1000 が起動される。次に、ステップ 1001 においてエンジン回転速度や空気量等が所定運転条件であるか否か、および/または、触媒温度が所定温度以上であるか否か等のダイアグ実行条件が判断される。また、図示しないセンサ素子温度制御実施後の経過時間またはセンサ素子温度推定値(素子インピーダンス含む)によりセンサ素子温度が安定したかどうか

【0113】

ステップ 1001 にて、ダイアグ実行条件が成立していないとの判断がなされた場合、ステップ 1008 に進み、このプログラムを終了する。ステップ 1001 にて、ダイアグ実行条件が成立していると判断された場合には、ステップ 1002 に進む。

【0114】

ステップ 1002 では、低素子温度制御を実施するか否かが判断される。ここで低素子温度制御を実施すると判断された場合、ダイアグの検出性をより向上するためステップ 1003 に進み、第 1 の酸素センサ 25 によるサブフィードバック制御の比例制御ゲイン(リッチ側比例ゲイン)を通常制御より大きくし、より大きなガス変化を与える。本実施形態では、通常時のゲイン 0.1 から 0.2 に変更する。

【0115】

センサ低素子温度制御時は、酸素センサのリッチガス(CO)に対する反応性が向上しているため、このように制御ゲインを大きくすることで、より大きな補正を得ることが可能となる。このため、センサがリッチ(出力大)を検出すると大きな減量補正を実施することで、即座にリーンガスを供給でき、酸素センサはリッチ/リーンに大きく反応することになる。そしてステップ 1004 に進み、センサ出力変動の積算を実施する。

【0116】

また、ステップ 1002 で低素子温度制御でないと判断された場合、ステップ 1005 に進む。ステップ 1005 では、高素子温度制御かどうか判断される。高素子温度制御の場合には、ステップ 1006 へ進み、ステップ 1003 と同様にサブフィードバック制御の比例制御ゲイン(リーン側比例ゲイン)を通常より大きくする。本実施形態では、通常時のゲイン 0.05 から 0.1 に変更する。そしてステップ 1007 においてセンサ出力変動の積算を実施する。

【0117】

本実施形態では、センサ高素子温度制御に応じて、リッチ側またはリーン側の比例ゲインを大きく変更したが、それはそれぞれのガス反応特性をより顕著に引き出すためである。しかし検出性を向上するためには、必ずしもこのような各々のゲインを変更する必要はなく、ダイアグ実行時には温度制御によらずサブフィードバック制御の比例ゲインを大きく

10

20

30

40

50

するだけでも良い。またはリッチ側の反応性のみあるいはリーン側の反応性のみを利用するようにサブフィードバック制御の比例ゲインを変更しても良い。

【0118】

次に図19において、第1の酸素センサ25の異常判定について説明する。なお、ここでは第1の酸素センサ25について説明しているが、第2の酸素センサ26にも同様に適用可能である。

【0119】

まず、所定のタイミングでステップ1100が起動されると、続くステップ1101で第1酸素センサ25の正常/異常を判定しても良いかどうかの判断が実施される。これは図18で示すセンサ出力変動積算が所定時間実施されたかどうか、および、センサ高素子温度制御、低素子温度制御の各々が実施されたかどうかに基づいて判断される。

【0120】

ステップ1101にてダイアグ判定条件が成立していると判断された場合、ステップ1102に進む。ステップ1102では、センサ低素子温度制御時のセンサ出力変動積算($sdl \times sl$)と高素子温度制御時のセンサ出力変動積算($sdl \times sh$)との比 $pd \times s (= sdl \times sl / sdl \times sh)$ を算出する。これにより、触媒劣化などの経時変化を排除し、安定的にセンサの劣化を判断することが可能となる。

【0121】

次にステップ1103に進み、センサ出力変動積算比 $pd \times s$ が所定値以下かどうかを判断する。ここで、所定値以下であった場合、センサ素子低温時と高温時とのセンサ電極の反応性が損なわれていると判断し、ステップ1104へ進む。そして、ステップ1104にて第1の酸素センサ異常フラグを立てる。一方、ステップ1103でセンサ出力変動積算比 $pd \times s$ が所定値より大きいと判断された場合はステップ1105に進む。そして、第1の酸素センサ正常フラグを立てる。

【0122】

図18では酸素センサのストイキ(0.45V)以上または以下でサブフィードバック制御の比例ゲインを変更するようになっているが、図20の変形例ではストイキより弱リッチ(0.55V)以上または弱リーン(0.35V)以下で比例ゲインを変更するようにしている。これにより、通常よりもリッチまたはリーンに反応する場合の正常判定を容易に実施することができ、異常を誤判定することを防止できる。以下、図18に対する変更部分について説明する。

【0123】

本変形例では、図20のステップ1002において低素子温度制御中であると判定されると、ステップ1020に進み、第1の酸素センサ出力が0.55Vより大きいかが判定される。ここで、0.55Vよりも大きいと判定されるとステップ1003に進み、図18と同様の処理を行う。一方、ステップ1020において、第1の酸素センサ出力が0.55V以下であると判定されたときは、ステップ1021に進み、リッチの比例ゲインを0.1に、リーンの比例ゲインを0.05に設定し、ステップ1004に進む。

【0124】

ステップ1005で高素子温度制御中と判定されたときも同様に、続くステップ1022にて、今度は第1の酸素センサ出力が0.35V未満か否かを判定する。ここで、0.35V未満であると判定されたときには、ステップ1006に進み、図18と同様の処理を実施する。一方、第1の酸素センサ出力が0.35V以上であったときには、ステップ1023に進み、リッチの比例ゲインを0.1に、リーンの比例ゲインを0.05に設定するようにしている。

【0125】

次に、第2実施形態の作動を図21のタイムチャートを用いて説明する。

【0126】

図21において、図21(a)は車速を示している。図21(b)は、ダイアグ実効条件を示している。図21(c)は素子温度制御要求を、図21(d)は素子温度を示してい

10

20

30

40

50

る。また、図 2 1 (e) はサブフィードバックの比例ゲイン要求を示している。図 2 1 (f) は劣化時の第 1 の酸素センサ出力を、図 2 1 (g) は正常時の第 1 の酸素センサ出力を示している。また、図 2 1 (h) は低素子温度制御時の出力積算値 $s d l o x s l$ を、図 2 1 (i) は高素子温度制御時の出力積算値 $s d l o x s h$ を、図 2 1 (j) は出力積算比 $p d l o x s$ を示している。そして、図 2 1 (k) は異常検出フラグを示している。

【 0 1 2 7 】

図 2 1 において、加速走行から定常走行に移行する時刻 $T 1$ でダイアグ実行条件が成立し、ダイアグ実行許可フラグが ON される。このときにセンサ低素子温度制御が要求され、第 1 の酸素センサの、図示しない目標インピーダンスを大きく設定することでセンサ素子温度を低温化する。その結果、素子温度は 4 0 0 に低下する。

10

【 0 1 2 8 】

次に素子温度が安定する時刻 $T 2$ において、サブフィードバック制御の比例ゲインを大きく設定するため、サブフィードバックゲイン要求は、ハイゲインを要求する。このとき酸素センサ出力は、リッチガス (CO) により反応するため出力が大きくなるが、比例ゲインが大きいためリーン側への補正 (噴射量の減量補正) が大きく働き、酸素センサ出力がリーン側へも大きく動作する。

【 0 1 2 9 】

ここで、酸素センサの電極が劣化している場合は、反応性が低下しているため、図示する劣化時の酸素センサ出力のようになるが、酸素センサが正常の場合は図示する正常時の酸素センサ出力のようにさらに大きく変動することになる。このときの酸素センサ出力変動を積算し、低温時出力積算値を算出する。このようにして、時刻 $T 2$ から $T 3$ の所定時間で素子低温時の $O 2$ センサ出力積算を終了し、次にセンサ高素子温度制御を実行する。

20

【 0 1 3 0 】

しかしながら、時刻 $T 4$ にてダイアグ実行条件が不成立となるため、センサ高素子温度制御は通常温度制御へと戻されてしまう。その後、時刻 $T 5$ で再度ダイアグ実行条件が成立すると、高素子温度制御を開始し、センサ素子温度が高温で安定する時刻 $T 6$ においてサブフィードバックゲインを大きくするよう要求が出され、比例ゲインが大きく設定される。

【 0 1 3 1 】

そして、時刻 $T 6$ から $T 7$ の所定時間にセンサ素子高温時の酸素センサ出力変動の積算値を算出する。時刻 $T 7$ ではセンサ素子低温時及び高温時の酸素センサ出力変動の積算値がそれぞれ算出されているので、センサ素子低温時及び高温時の酸素センサ出力変動積算値の比を算出する。

30

【 0 1 3 2 】

センサ電極が正常の場合、この出力変動積算比は所定値より大きくなるが、電極の劣化がある場合には出力変動積算比は小さくなる。このように予め記憶されている判定値と出力変動積算比とを比較することにより、センサ電極の劣化を検出することができる。

【 0 1 3 3 】

前述の方法は触媒後の酸素センサ出力により、触媒前空燃比センサによる空燃比フィードバック制御 (以下メインフィードバック制御と記載する) を補正するサブフィードバック制御を利用してダイアグ検出するものであるが、変形例としてメインフィードバック制御を利用した方法を図 2 2 に従って説明する。

40

【 0 1 3 4 】

図 2 2 において、ステップ 1 0 0 2 およびステップ 1 0 0 5 のセンサ素子温度制御の判定は図 1 8 で示すものと同様であるが、サブフィードバック制御の比例ゲインを大きくすることを、メインフィードバック制御の目標空燃比を変更することに置き換えている。つまり、ステップ 1 0 3 0、1 0 3 1 では、メインフィードバック制御の目標空燃比を弱リッチ (1 4 . 5) に設定し、ステップ 1 0 3 2、1 0 3 3 では逆にメインフィードバック制御の目標空燃比を弱リーン (1 4 . 7) に設定する。

【 0 1 3 5 】

50

このようにセンサ素子温度が低温に制御されているときはリッチガス(CO)により反応性が向上するため、排ガスをリッチ側で制御することで効果が出る。対してセンサ素子温度が高温に制御されているときは排ガスをリーン側で制御することでその効果を向上させる。

【0136】

ここでは、ステップ1031で触媒後の空燃比を弱リッチに設定し、またステップ1033では触媒後の空燃比を弱リーンに設定しており、サブフィードバック制御によるO₂センサの変動を検出することで、ダイアグを実施している。

【0137】

しかしながら、ここでサブフィードバック制御を停止し、メインフィードバック制御において所定時間毎に微小な空燃比変動を与えた場合でも、同様な効果を得ることができる。

10

【0138】

センサ出力変動の積算は、図23に示すように、触媒前空燃比の変動に大きく影響を受ける。前述のように安定した運転状態のみでダイアグを実行する場合は触媒前の空燃比変動の影響を受けないが、検出頻度を向上させるためにはこの影響を排除しなければならない。

【0139】

この実施形態を、図24を用いて説明する。基本構成は図19と同じであるため、相違点を中心に説明する。ステップ1101にてダイアグ判定条件が成立していると判定されると、ステップ1120にて、触媒前空燃比変動の積算と触媒後空燃比変動(酸素センサ出力変動)の積算の比をセンサ素子低温制御時及び高温制御時についてそれぞれ算出する。これにより触媒前空燃比変動の影響を排除する。

20

【0140】

続くステップ1121ではステップ1120で算出したセンサ素子低温時の触媒前空燃比変動の積算値と触媒後空燃比変動の積算値の比 $k_{dlo} \times s_l$ と、高温時の触媒前空燃比変動の積算値と触媒後空燃比変動の積算値の比 $k_{dlo} \times s_h$ との比 $p_{dlo} \times s (= k_{dlo} \times s_l / k_{dlo} \times s_h)$ を算出する。次にステップ1103に進み、図19で説明したように第1の酸素センサの正常または異常を判定する。

【0141】

本発明は酸素センサ出力変動の積算値を用いてダイアグを実行することを説明してきたが、O₂センサの時間当たりの変化速度(V)や振幅、周波数でもダイアグを実行することは可能である。しかしながら、時間当たりの変化速度(V)では、図25に示すように空気量が大きくなると、O₂センサの反応速度が上昇する特性があり、空気量に応じて変化速度を補正する必要が生じる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の概要構成図である。

【図2】第1実施形態の目標空燃比設定処理のフローチャートである。

【図3】第1実施形態における変形例の目標空燃比設定処理のフローチャートである。

【図4】第1実施形態における変形例の、第1酸素センサの目標出力電圧設定処理のフローチャートである。

40

【図5】第1実施形態におけるリッチ積分量、リーン積分量を設定するためのマップである。

【図6】第1実施形態のスキップ量を設定するためのマップである。

【図7】第1実施形態の空燃比およびインピーダンス検出装置の概略構成図である。

【図8】インピーダンス検出時のタイムチャートである。

【図9】酸素センサのインピーダンス特性図である。

【図10】第1実施形態の酸素センサのヒータ制御のフローチャートである。

【図11】酸素センサの素子温度を制御のブロック図である。

【図12】酸素センサのCO反応特性図である。

【図13】酸素センサのNO反応特性図である。

50

- 【図14】酸素センサ劣化検出処理のフローチャートである。
- 【図15】酸素センサ劣化検出時の作動を示すタイムチャートである。
- 【図16】酸素センサ劣化検出原理を示す特性図である。
- 【図17】酸素センサの劣化検出余裕度を示す特性図である。
- 【図18】第2実施形態のECUにて実行されるフローチャートである。
- 【図19】第2実施形態の酸素センサの劣化検出処理を示すフローチャートである。
- 【図20】第2実施形態の変形例のECUにて実行されるフローチャートである。
- 【図21】第2実施形態の作動を示すタイムチャートである。
- 【図22】第2実施形態の変形例のECUにて実行されるフローチャートである。
- 【図23】触媒前空燃比変動とセンサ出力変動積算値との関係を示す相関図である。
- 【図24】第2実施形態の変形例のECUにて実行されるフローチャートである。
- 【図25】吸入空気量とセンサ出力変動との関係を示す相関図である。

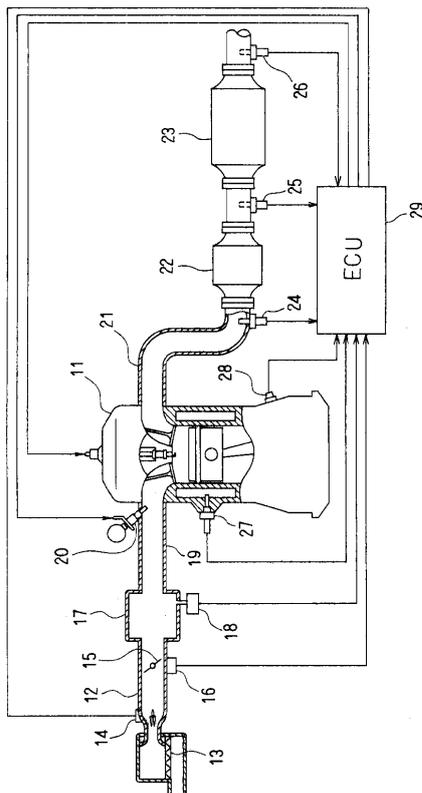
10

【符号の説明】

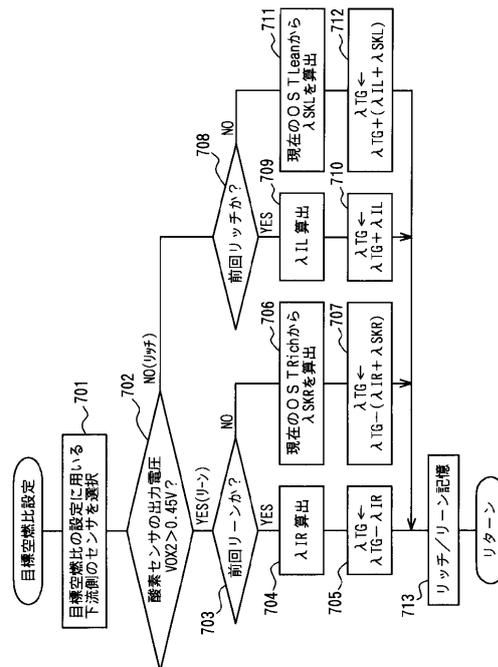
- 11 ... エンジン、
- 14 ... エアフローメータ、
- 16 ... スロットル開度センサ、
- 18 ... 吸気管圧力センサ、
- 22 ... 上流側触媒、
- 23 ... 下流側触媒、
- 24 ... リニア空燃比センサ（限界電流式空燃比センサ）、
- 25 ... 第1の酸素センサ（酸素センサ）、
- 26 ... 第2の酸素センサ（酸素センサ）、
- 27 ... 冷却水温センサ、
- 28 ... クランク角センサ、
- 29 ... エンジン制御回路（ECU）。

20

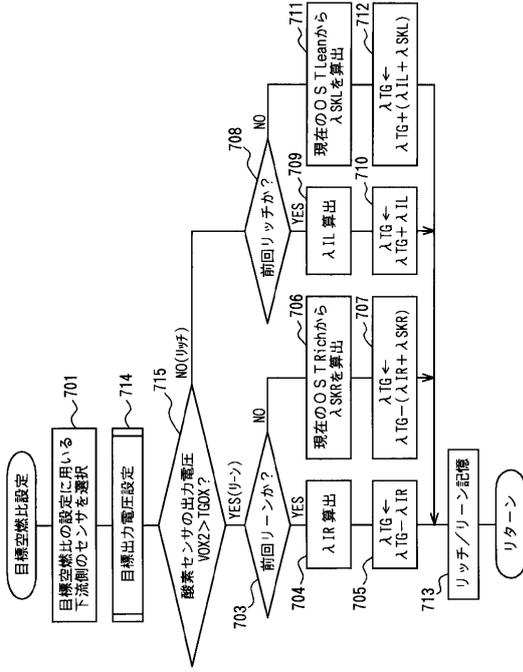
【図1】



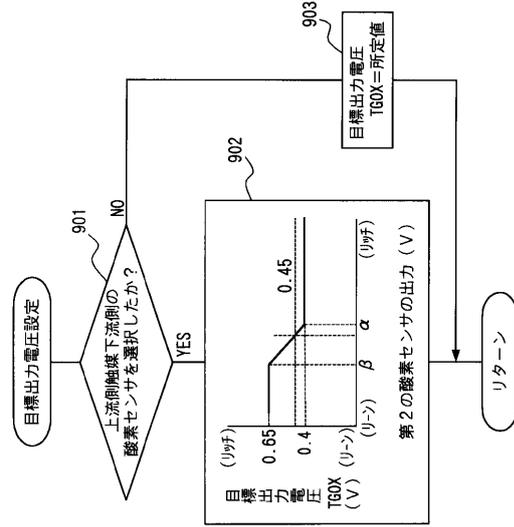
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

第1の酸素センサ用マップ

吸入空気量 (QA) (g/s)	5	10	15	20	30	40	50
リッチ積分量 IR	0.12	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01
リーン積分量 IL	0.12	0.08	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01

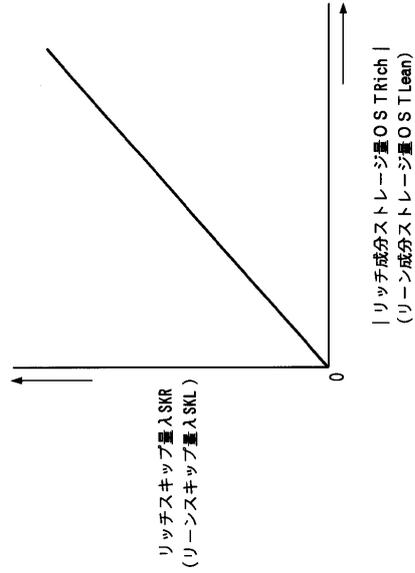
(a)

第2の酸素センサ用マップ

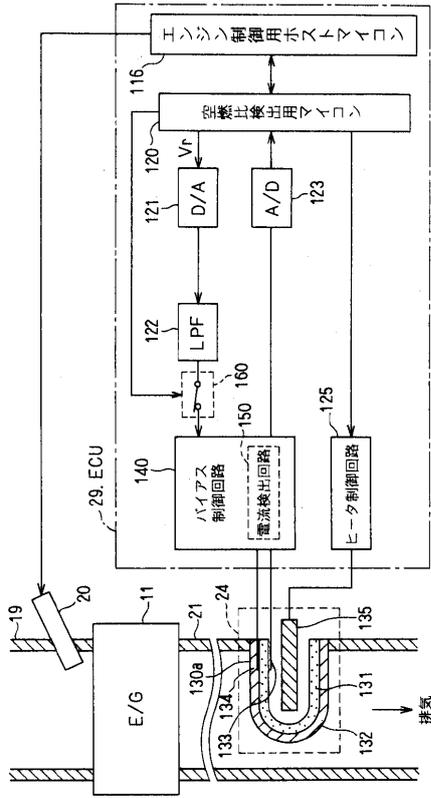
吸入空気量 (QA) (g/s)	5	10	15	20	30	40	50
リッチ積分量 IR	0.15	0.1	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01
リーン積分量 IL	0.15	0.1	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01

(b)

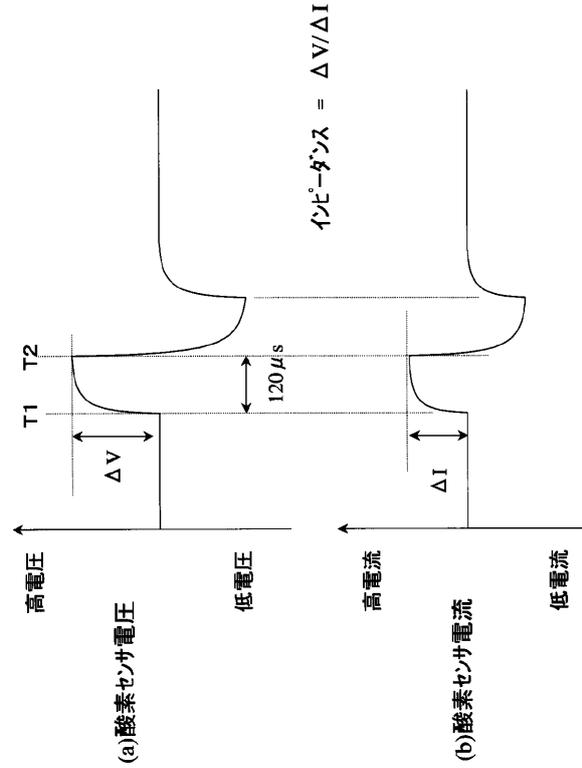
【 図 6 】



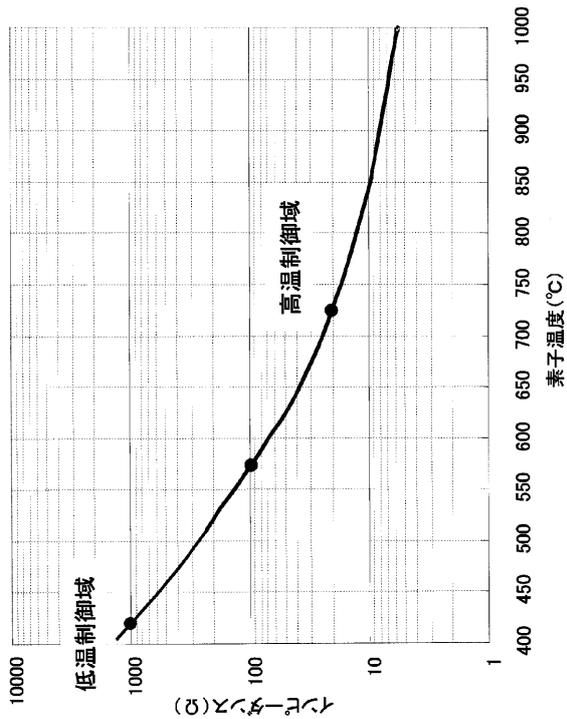
【図7】



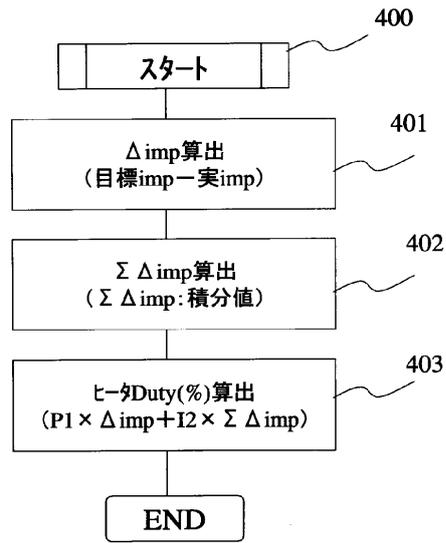
【図8】



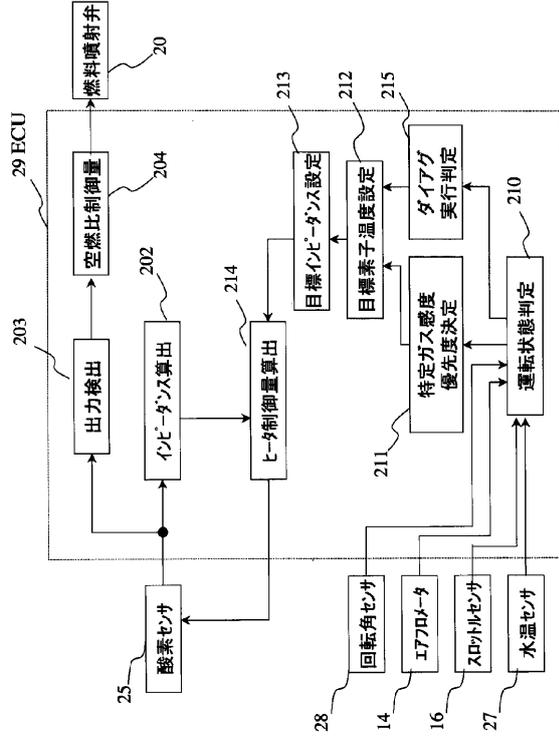
【図9】



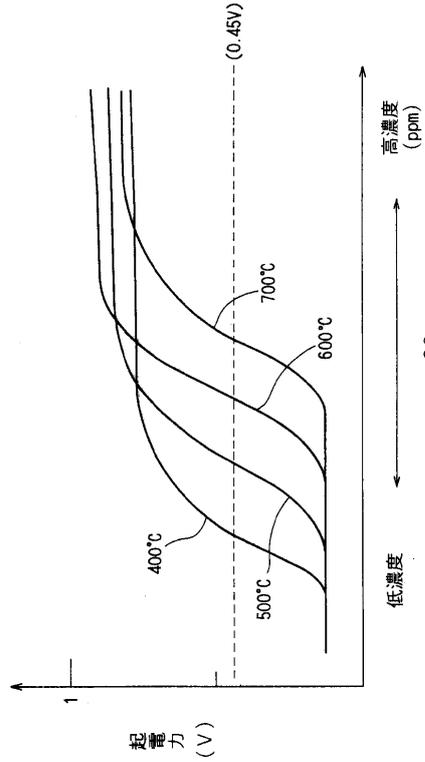
【図10】



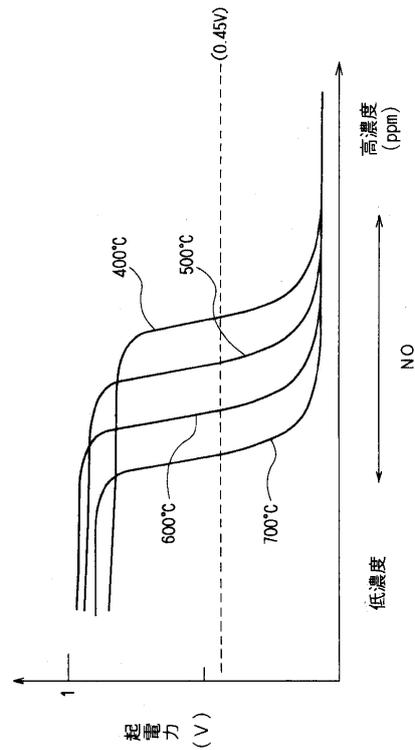
【図11】



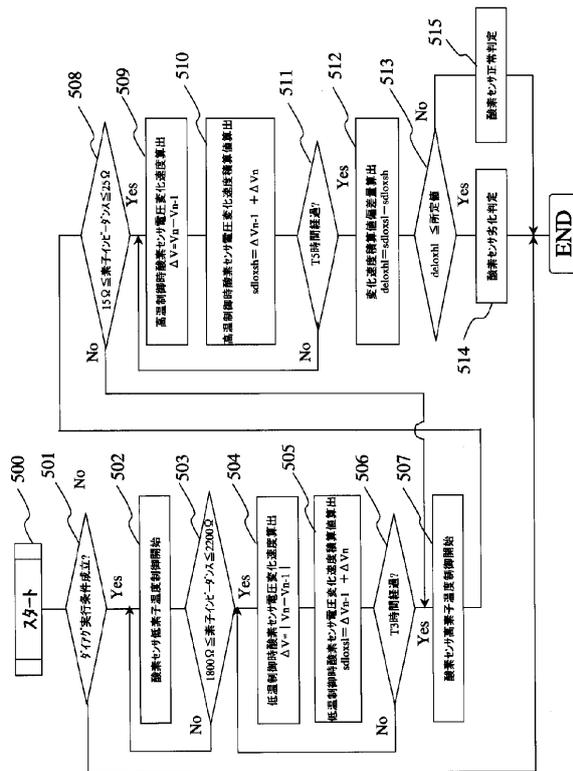
【図12】



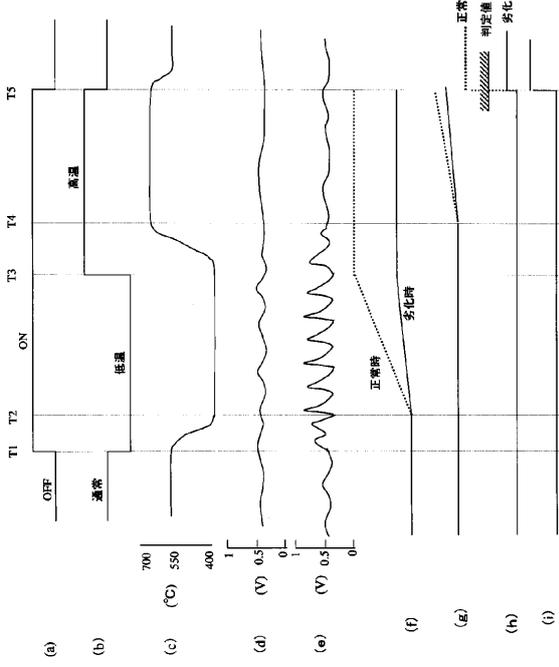
【図13】



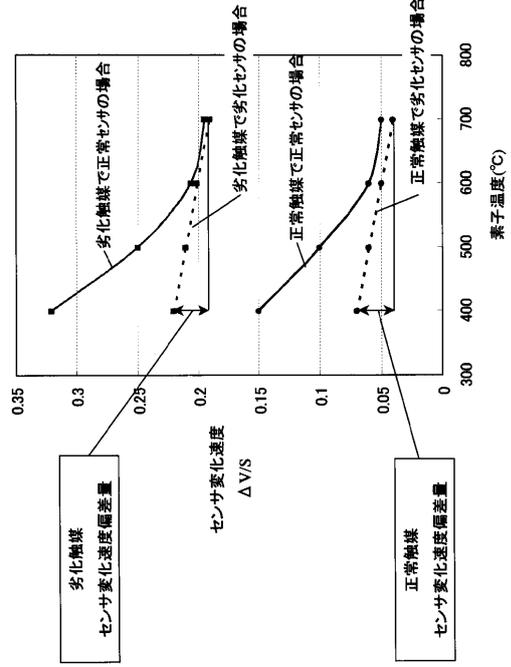
【図14】



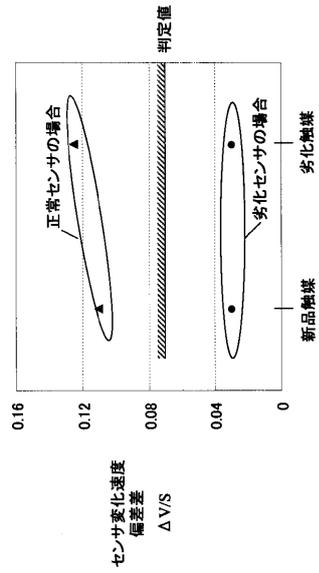
【 図 15 】



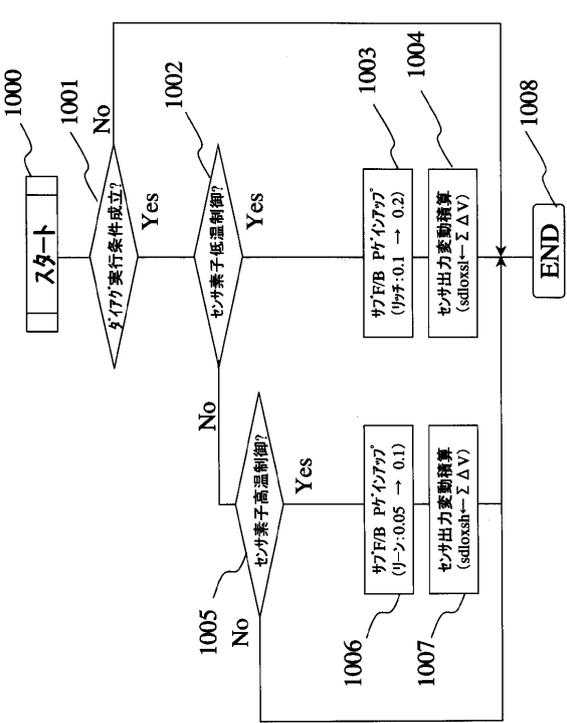
【 図 16 】



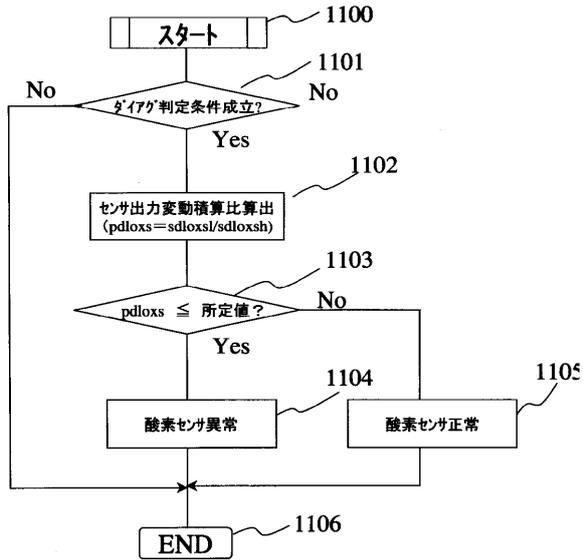
【 図 17 】



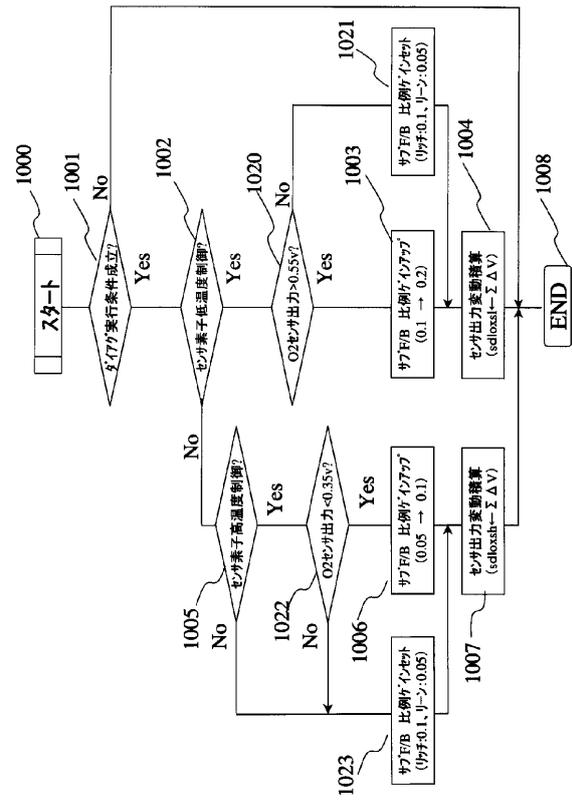
【 図 18 】



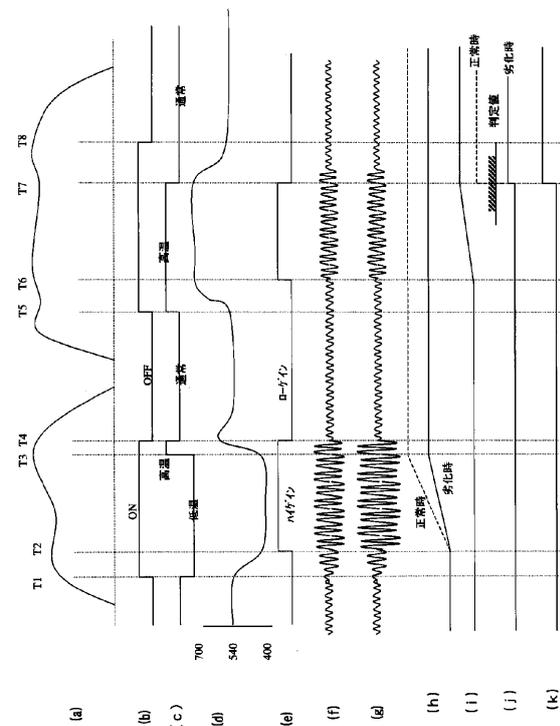
【図19】



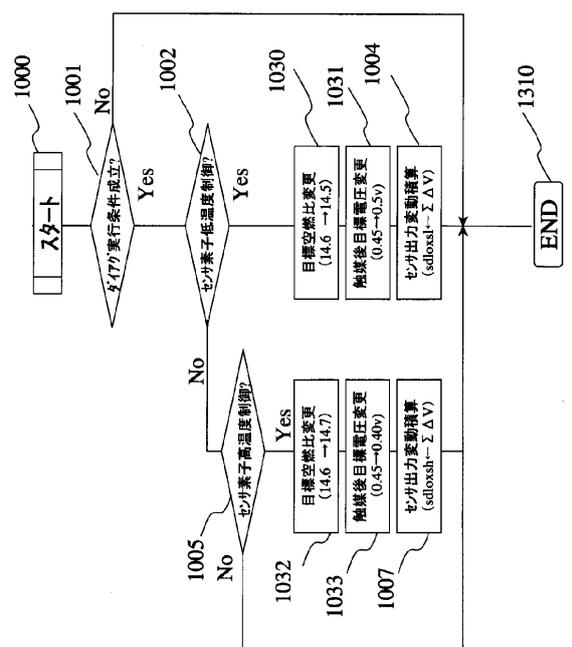
【図20】



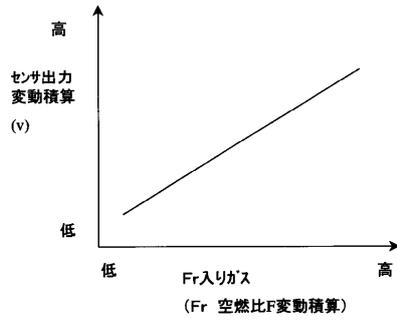
【図21】



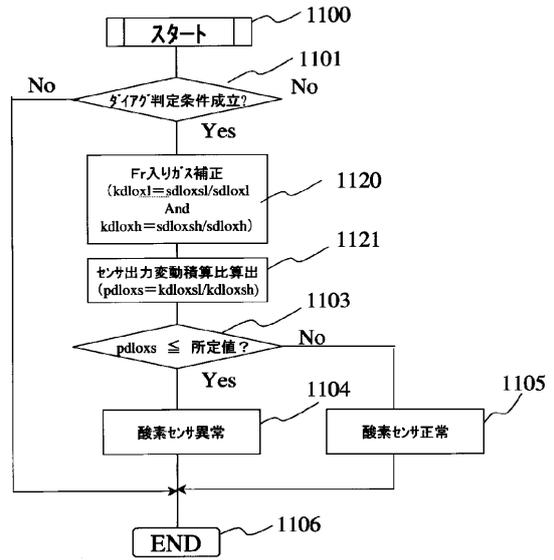
【図22】



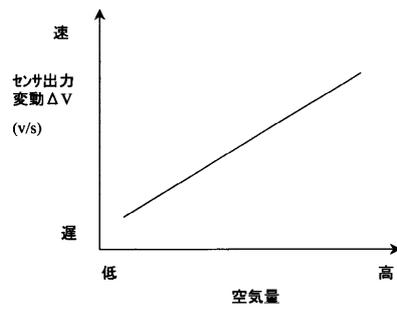
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 森永 修二郎
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 黒田 浩一

(56)参考文献 特開平07-198672(JP,A)
特開2003-329633(JP,A)
特開平04-148083(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/26

F02D 35/00

F02D 41/22

F02D 45/00