

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4989540号  
(P4989540)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.CI.

GO 1 N 27/41 (2006.01)

F 1

GO 1 N 27/46 325 N

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-90184 (P2008-90184)  
 (22) 出願日 平成20年3月31日 (2008.3.31)  
 (65) 公開番号 特開2009-244051 (P2009-244051A)  
 (43) 公開日 平成21年10月22日 (2009.10.22)  
 審査請求日 平成23年1月31日 (2011.1.31)

(73) 特許権者 000006895  
 矢崎総業株式会社  
 東京都港区三田1丁目4番28号  
 (74) 代理人 100060690  
 弁理士 瀧野 秀雄  
 (74) 代理人 100108017  
 弁理士 松村 貞男  
 (74) 代理人 100134832  
 弁理士 瀧野 文雄  
 (72) 発明者 岡本 卓  
 静岡県浜松市天竜区二俣町南鹿島23 矢  
 崎計器株式会社内  
 (72) 発明者 鈴木 隆之  
 静岡県浜松市天竜区二俣町南鹿島23 矢  
 崎計器株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】空燃比検出装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

酸素イオン伝導性を有するポンプ用固体電解質、及び、前記ポンプ用固体電解質の両面に設けられた一対のポンプ用電極、から構成されるポンピングセルと、酸素イオン伝導性を有する測定用固体電解質、及び、前記測定用固体電解質の両面に設けられた一対の測定用電極、から構成されるセンシングセルと、前記ポンピングセル及び前記センシングセル間に設けられた測定対象ガスを拡散律速させるガス律速体と、前記ポンプ用電極間に定電流を供給する定電流源と、前記測定用電極間に定電圧を供給する定電圧源と、前記測定用電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、が設けられた空燃比検出装置において、

前記検出対象ガスが還元雰囲気のときの前記ポンピングセルの限界電流より大きく、かつ、前記検出対象ガスが酸化雰囲気のときの前記ポンピングセルの限界電流より小さい大きさの定電流を供給するように前記定電流源が、設けられ、そして、

前記ポンプ用電極間の電圧の大きさに基づいて前記検出対象ガスが酸化雰囲気であるか、還元雰囲気であるかを判別する酸化・還元雰囲気判別手段が、設けられていることを特徴とする空燃比検出装置。

## 【請求項 2】

前記酸化・還元雰囲気判別手段が、前記ポンプ用電極間の電圧の大きさが第1の閾値以上のときに前記検出対象ガスが還元雰囲気であると判別して、前記ポンプ用電極間の電圧の大きさが前記第1の閾値と等しい、又は、前記第1の閾値より小さい第2の閾値以下のときに前記検出対象ガスが酸化雰囲気であると判別するように設定されている

10

20

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比検出装置。

**【請求項 3】**

前記電流検出手段により検出された前記電流の検出値を増幅するアンプと、

前記酸化・還元雰囲気判別手段による判別結果に基づいて酸化雰囲気から還元雰囲気に切り替わるときの前記検出値が基準値になるように前記アンプのゲインを調整するゲイン調整手段と、が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の空燃比検出装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

10

本発明は、空燃比検出装置に係り、特に、酸化雰囲気から還元雰囲気までの広範囲の雰囲気の空燃比を検出することができる空燃比検出装置に関するものである。

**【背景技術】**

**【0002】**

内燃機関においては、燃焼室で空気と燃料との混合気が燃焼される。この燃焼室での燃焼を完全燃焼とするため、一般に燃焼後の排気ガスが排出される排気通路に空燃比を検出する空燃比検出装置が設けられている。そして、空燃比検出装置が検出した空燃比が燃料の完全燃焼に必要な最小の空気量のときの空燃比である理想空燃比と一致するように混合気中の燃料量が制御されている。

**【0003】**

20

上述したような空燃比検出装置として、従来より限界電流式酸素センサを用いたものが知られている（例えば特許文献 1、2）。ところで、自動車エンジンの混合気は、運転状態により定速時の燃費対策上良好な酸化混合気と、加速高速時の出力良好な還元混合気とに広範囲に変動する。このような混合気状態を作り出すためには、酸化雰囲気から還元雰囲気までの広範囲の雰囲気の空燃比を検出する必要がある。しかしながら、上述した従来の限界電流式酸素センサでは酸化雰囲気から還元雰囲気までの広範囲の空燃比を検出することができなかった。

**【0004】**

そこで、酸化雰囲気から還元雰囲気までの広範囲の空燃比を検出できる空燃比センサとして、図 1 に示されたものが提案されている（特許文献 3）。同図に示すように、空燃比センサ 1 は、ポンピングセル 2 と、センシングセル 3 と、ガス律速体 4 と、から構成されている。ポンピングセル 2 は、ポンプ用電極 22a、22b 間に定電流を流すと一定濃度の酸素ガスがガス律速体 4 を介してセンシングセル 3 に供給される。測定用電極 32a、32b 間に定電圧を供給するとガス律速体 4 により律速された排ガス（検出対象ガス）とポンピングセル 2 からの一定濃度の酸素ガスとの混合ガス中の酸素濃度に応じた電流が測定用電極 32a、32b 間に流れれる。

30

**【0005】**

この測定用電極 32a、32b 間に流れれる電流は、排ガスが還元雰囲気であるときは排ガス中の未燃ガス濃度に対応した値となり、排ガスが酸化雰囲気であるときは排ガス中の酸素濃度に対応した値となる。しかしながら、上述した空燃比センサ 1 では、経年劣化によって測定用電極 32a、32b に流れれる電流が変動するため、測定用電極 32a、32b に流れれる電流に基づいて排ガスが酸化雰囲気であるか、還元雰囲気であるかを判別することが非常に困難である。このため、従来では、酸化雰囲気であるか還元雰囲気であるかを判別するセンサを空燃比センサ 1 とは別に設ける必要があり、コスト的に問題があった。

40

【特許文献 1】特開平 9 - 159648 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 2873 号公報

【特許文献 3】特開 2007 - 101201 号公報

**【発明の開示】**

**【発明が解決しようとする課題】**

50

**【0006】**

そこで、本発明は、上記のような問題点に着目し、検出対象ガスが酸化雰囲気であるか還元雰囲気であるかを判別できる空燃比検出装置を安価に提供することを課題とする。

**【課題を解決するための手段】****【0007】**

本発明者らは、空燃比検出装置単体で検出対象ガスが酸化雰囲気であるか還元雰囲気であるかを判別できる方法を鋭意探求したところ、検出対象ガスが還元雰囲気のときのポンピングセルの還元限界電流と、検出対象ガスが酸化雰囲気のときのポンピングセルの酸化限界電流と、は大きな差があることが分かった。よって、還元限界電流～酸化限界電流の範囲内の定電流をセンシングセルに供給すると、定電流源によりポンプ用電極間に印加される電圧が酸化雰囲気と還元雰囲気とで大きく異なる、ことを見出し、本発明を完成するに至った。10

**【0008】**

即ち、請求項1記載の発明は、酸素イオン伝導性を有するポンプ用固体電解質、及び、前記ポンプ用固体電解質の両面に設けられた一対のポンプ用電極、から構成されるポンピングセルと、酸素イオン伝導性を有する測定用固体電解質、及び、前記測定用固体電解質の両面に設けられた一対の測定用電極、から構成されるセンシングセルと、前記ポンピングセル及び前記センシングセル間に設けられた測定対象ガスを拡散律速させるガス律速体と、前記ポンプ用電極間に定電流を供給する定電流源と、前記測定用電極間に定電圧を供給する定電圧源と、前記測定用電極間に流れる電流を検出する電流検出手段と、が設けられた空燃比検出装置において、前記検出対象ガスが還元雰囲気のときの前記ポンピングセルの限界電流より大きく、かつ、前記検出対象ガスが酸化雰囲気のときの前記ポンピングセルの限界電流より小さい大きさの定電流を供給するように前記定電流源が、設けられ、そして、前記ポンプ用電極間の電圧の大きさに基づいて前記検出対象ガスが酸化雰囲気であるか、還元雰囲気であるかを判別する酸化・還元雰囲気判別手段が、設けられていることを特徴とする空燃比検出装置に存する。20

**【0009】**

請求項2記載の発明は、前記酸化・還元雰囲気判別手段が、前記ポンプ用電極間の電圧の大きさが第1の閾値以上のときに前記検出対象ガスが還元雰囲気であると判別して、前記ポンプ用電極間の電圧の大きさが前記第1の閾値と等しい、又は、前記第1の閾値より小さい第2の閾値以下のときに前記検出対象ガスが酸化雰囲気であると判別するように設定されていることを特徴とする請求項1に記載の空燃比検出装置に存する。30

**【0010】**

請求項3記載の発明は、前記電流検出手段により検出された前記電流の検出値を増幅するアンプと、前記酸化・還元雰囲気判別手段による判別結果に基づいて酸化雰囲気から還元雰囲気に切り替わるときの前記検出値が基準値になるように前記アンプのゲインを調整するゲイン調整手段と、が設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の空燃比検出装置に存する。

**【発明の効果】****【0011】**

以上説明したように請求項1記載の発明によれば、別途酸化・還元雰囲気を判別するセンサを設ける必要がなく、検出対象ガスが酸化雰囲気であるか還元雰囲気であるかを判別できる空燃比検出装置を安価に提供することができる。40

**【0012】**

請求項2記載の発明によれば、閾値を用いて簡単に酸化・還元雰囲気の判別を行うことができる。

**【0013】**

請求項3記載の発明によれば、別途酸化・還元雰囲気を判別するセンサを設ける必要がなく、ゲイン調整手段により電流検出手段により検出された電流の検出値の校正を行うことができる。50

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1に示すように、空燃比センサ1は、ポンピングセル2と、センシングセル3と、ガス律速体4とを備えている。ポンピングセル2は、安定化ジルコニアからなる板状のポンプ用固体電解質21と、このポンプ用固体電解質21の両面の少なくとも一部に設けられた白金などからなる多孔質の一対のポンプ用電極22a及び22bとから構成されている。

【0015】

また、センシングセル3は、安定化ジルコニアからなる板状の測定用固体電解質31と、この測定用固体電解質31の両面の少なくとも一部に設けられた白金などからなる多孔質の一対の測定用電極32a及び32bとから構成されている。

10

【0016】

さらに、空燃比検出装置は、定電流源としての定電流回路5と、定電圧源6と、電流検出手段としての電流検出部7と、電圧検出手段としての電圧検出部8と、を備えている。定電流回路5は、上述したポンピングセル2のポンプ用電極22a、22b間に定電流を流す回路である。定電流回路5は、ポンプ用電極22aを陽極、ポンプ用電極22bを陰極として定電流を流す。定電圧源6は、センシングセル3の測定用電極32a、32b間に定電圧を印加する。定電圧源6は、測定用電極32aを陽極、測定用電極32bを陰極として定電圧を印加する。上記定電流回路5及び定電圧源6は各々、後述するμCOM9によって動作が制御される。

20

【0017】

上記電流検出部7は、センシングセル3と定電圧源6との間に直列接続されている。電流検出部7は、センシングセル3の測定用電極32aから測定用電極32bに向かって流れる電流を検出して、アンプ10を介して後述するμCOM9に対して出力する。電圧検出部8は、ポンピングセル2のポンプ用電極22a - ポンプ用電極22b間の電圧を検出して、後述するμCOM9に対して出力する。

【0018】

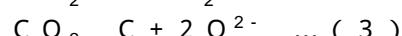
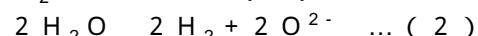
μCOM9は、処理プログラムに従って各種の処理を行う中央演算処理ユニット(CPU)91と、CPU91が行う処理のプログラムなどを格納した読み出し書き込み自在のメモリであるROM92と、CPU91での各種の処理過程で利用するワークエリア、各種データを格納するデータ記憶エリアなどを有する読み出し書き込み自在のメモリであるRAM93と、を有し、これらがバスラインによって接続されている。

30

【0019】

上述した構成の空燃比検出装置の空燃比の検出原理について以下説明する。上述した空燃比センサ1は排ガス(被測定ガス)が排出される排気通路などに配置される。上述した定電流回路5は、ポンピングセル2に対してポンプ用電極22aからポンプ用電極22bに向かって流れる定電流を供給する。これにより、ポンピングセル2は、排気通路中に存在する酸素ガスO<sub>2</sub>、水蒸気H<sub>2</sub>O、炭酸ガスCO<sub>2</sub>をポンプ用電極22bで、下記に示す式(1)～(3)に示す分解により酸素イオンO<sup>2-</sup>をポンプ用固体電解質21中へ汲み取り、汲み取られた酸素イオンはポンプ用固体電解質21中を伝導する。酸素イオンがポンプ用電極22aに達すると電子を放出して酸素ガスとしてガス律速体4内に導入される。

40



【0020】

ポンピングセル2は定電流回路5から供給される定電流に応じた濃度の酸素ガスをガス律速体4内に導入する。また、ガス律速体4には、ポンプ用電極22a及び測定用電極32aの何れも設けられておらず排ガスに直接、曝されている側面43などから自然拡散により排ガスが導入される。従って、ガス律速体4内では、拡散律速された排ガスとポンピングセル2により導入された一定濃度の酸素ガスとが混合される。そして、ガス律速体4

50

は、拡散律速された排ガスとポンピングされた一定濃度の酸素ガスとの混合ガスをセンシングセル3の測定用電極32aに供給する。

#### 【0021】

センシングセル3では、定電圧源6により一定電圧を印加することにより、ガス律速体4内で混合された拡散律速された排ガスとポンピングセル2により導入された一定濃度の酸素ガスとの混合中の酸素ガスをキャリアとした電流が流れる。定電圧源6は、測定用電極32a、32b間に流れる電流が飽和するような定電圧を印加する。飽和時の電流は、混合ガス中の酸素濃度に対応した値となる。このため、電流検出部7により検出される測定用電極32a、32b間に流れる電流は上記混合ガス中の酸素濃度に応じた値となる。

#### 【0022】

今、排ガスが還元雰囲気である場合について考えてみる。還元雰囲気の排ガスには、余剰酸素が零で還元性の未燃ガス(HC、CO、H<sub>2</sub>)が含まれる。ガス律速体4内では、還元雰囲気の排ガス中のHC、CO、H<sub>2</sub>といった未燃ガスがポンピングセル2により導入された酸素ガスと燃焼反応を起こして酸素ガスを消費する。このため、ガス律速体4内の混合ガスの酸素濃度はポンピングセル2により汲み出された一定濃度の酸素ガスが消費され尽くし零になるまで排ガス中の未燃ガス濃度に対応した値を示す。

#### 【0023】

一方、排ガスが酸化雰囲気であった場合について考えてみる。酸化雰囲気の排ガスには、余剰酸素が多く含まれ、未燃ガスは含まれていない。従って、ガス律速体4内の混合ガス中の酸素濃度は排ガスの酸素濃度に対応した値を示す(正確には、ポンピングセル2により汲み出された酸素ガス分、嵩増しされている)。

#### 【0024】

従って、電流検出部7により検出したセンシングセル3に流れる限界電流は、酸化雰囲気であった場合排ガス中の酸素ガス濃度に応じた値となり、還元雰囲気であった場合排ガス中の未燃ガス濃度に応じた値となる。従って、センシングセル3に流れる電流は、酸素濃度が0%以上の酸化雰囲気領域だけでなく酸素濃度0%で未燃ガスがある還元雰囲気領域に対してもリニアに変化する。

#### 【0025】

次に、上述した構成の空燃比検出装置の酸化雰囲気・還元雰囲気判別原理について以下説明する。まず、本発明者は、H<sub>2</sub>=0%、O<sub>2</sub>=5%の酸化雰囲気中、H<sub>2</sub>=1%、CO<sub>2</sub>=10%、H<sub>2</sub>O=2%の還元雰囲気中、H<sub>2</sub>=2%、CO<sub>2</sub>=10%、H<sub>2</sub>O=2%の還元雰囲気中におけるポンプ用電極22a、22b間に電圧に対するポンプ用電極22a、22b間に流れる電流を測定した。結果を図2及び図3に示す。なお、図中、マイナス電流はポンプ用電極22aからポンプ用電極22bに向かって流れる電流を示し、マイナス電圧は、ポンプ用電極22aを陽極、ポンプ用電極22bを陰極とした電圧を示す。また以下、電流、電圧の大きい、小さいは、電流、電圧の大きさ(絶対値)が大きい、小さいを意味する。

#### 【0026】

同図に示すように、H<sub>2</sub>=1%、CO<sub>2</sub>=10%、H<sub>2</sub>O=2%の還元雰囲気と、H<sub>2</sub>=2%、CO<sub>2</sub>=10%、H<sub>2</sub>O=2%の還元雰囲気と、ではほぼ同じ電流-電圧特性となることが分かった。これに対して、電圧がマイナスの領域において、還元雰囲気と酸化雰囲気とでは電流-電圧特性が大きく異なることが分かった。即ち、還元雰囲気では-0.1mA付近で電流が飽和する限界電流となり、酸化雰囲気では-1mA付近で限界電流となることが分かった。これは、還元雰囲気では未燃ガスであるH<sub>2</sub>ガスと酸素ガスとが燃焼反応を起こして酸素ガスが消費されるため、ポンピングセル2内を伝導する酸素イオンO<sup>2-</sup>数が制限される。これに対して、酸化雰囲気では未燃ガスが存在しないためポンピングセル2内を伝導する酸素イオンO<sup>2-</sup>数が未燃ガスにより制限されない。このため、酸化雰囲気に比べて還元雰囲気では-0.1mAという小さい電流で限界電流となってしまう。

#### 【0027】

よって、図3に示すように、上記還元雰囲気のときのポンピングセル2の限界電流(以

10

20

30

40

50

下還元限界電流)の大きさ0.1mAよりも大きく、酸化雰囲気のときのポンピングセル2の限界電流(以下酸化限界電流)の大きさ1mAより小さい電流範囲内の定電流をセンシングセル2に供給すると、定電流回路5によりポンプ用電極22a、22b間に印加する印加電圧が酸化雰囲気と還元雰囲気とで大きく異なることが分かった。

#### 【0028】

そこで、還元限界電流の大きさ0.1mAよりも大きく、還元限界電流の大きさ1mAよりも小さい定電流がポンプ用電極22aからポンプ用電極22bに向けて流れるように定電流回路5を設ける。本実施形態では、例えばポンプ用電極22aからポンプ用電極22bに向けて(0.1mA < ) 0.5mA (< 1mA)の定電流が流れるように定電流回路5を設けている。これにより、還元雰囲気のときはポンプ用電極22a、22b間に大きさ1.15Vの印加電圧を印加する必要があり、酸化雰囲気のときはポンプ用電極22a、22b間に大きさ0.1Vの印加電圧を印加する必要がある。そこで、第1の閾値を上記1.15Vより小さい0.8Vに設定して、第2の閾値を上記0.1Vよりも大きい0.3Vに設定して、ポンプ用電極22a、22b間の電圧の大きさが0.8Vより大きいときに排ガスが還元雰囲気であると判別し、ポンプ用電極22a、22b間の電圧の大きさが0.3Vより小さいときに排ガスが酸化雰囲気であると判別する。  
10

#### 【0029】

上記概略で説明した空燃比検出装置の詳細な動作について図4を参照して以下説明する。CPU91は定期的に空燃比検出処理を開始する。空燃比検出処理において、CPU91は、まず定電流回路5及び定電圧源6を駆動させる(ステップS1)。次に、CPU91は、電圧検出部8により検出されたポンプ用電極22a、22b間の電圧値を取り込む(ステップS2)。次に、CPU91は、酸化・還元雰囲気判別手段として働き、取り込んで電圧値に基づいて酸化・還元雰囲気判別処理を行う(ステップS3)。詳しくは、CPU91は、取り込んだ電圧値が-0.8V以下、即ち、ポンプ用電極22a、22b間の電圧の大きさが0.8V以上であれば、排ガスが還元雰囲気であると判別する。  
20

#### 【0030】

一方、CPU91は、取り込んだ電圧値が-0.3V以上、即ち、ポンプ用電極22a、22b間の電圧の大きさが0.3V以下であれば、排ガスが酸化雰囲気であると判別する。その後、CPU91は、ゲイン調整手段として働き、酸化・還元雰囲気判別処理による判別結果に基づいて酸化雰囲気から還元雰囲気に切り替わるときの電流検出部7により検出された電流値が予め定めた基準値になるように10アンプのゲインを調整するゲイン調整処理を行う(ステップS4)。そして、CPU91は、電流検出部7により検出された測定用電極32a、32b間に流れる電流値を取り込み(ステップS5)ステップS3の判定結果が酸化雰囲気であれば取り込んだ電流値を酸素濃度に応じた検出値として出力し、判定結果が還元雰囲気であれば取り込んだ電流値を未燃ガス濃度に応じた検出値として出力した後(ステップS6)、処理を終了する。  
30

#### 【0031】

上述した空燃比検出装置によれば、別途酸化・還元雰囲気を判別するセンサを設ける必要がなく、排ガスが酸化雰囲気であるか還元雰囲気であるかを判別できる空燃比検出装置を安価に提供することができる。  
40

#### 【0032】

上述した空燃比検出装置によれば、第1の閾値、第2の閾値との比較により簡単に酸化・還元雰囲気の判別を行うことができる。

#### 【0033】

また、上述した空燃比検出装置によれば、別途酸化・還元雰囲気を判別するセンサを設ける必要がなく、ゲイン調整処理により電流検出部7より検出された電流の検出値の校正を行うことができる。

#### 【0034】

なお、上述した実施形態によれば、第1の閾値を0.8V、第2の閾値を0.3Vに設定していたが、本発明はこれに限ったものではない。例えば、第1の閾値、第2の閾値を  
50

等しい値に設定することも考えられる。第1の閾値、第2の閾値は、例えば図2、図3に示す特性のセンシングセル2の場合、酸化雰囲気、還元雰囲気のそれぞれにおいて、0.5 mAの定電流を流すのに必要なポンプ用電極22a、22b間に印加する印加電圧1.15V～0.1Vの範囲内に設定されている。例えば、第1の閾値＝第2の閾値＝0.6Vに設定して、CPU91が、電圧検出部8により検出した電圧値が0.6以上であれば還元雰囲気と判別し、0.6V以下であれば酸化雰囲気であると判別するように設定される。

#### 【0035】

また、前述した実施形態は本発明の代表的な形態を示したに過ぎず、本発明は、実施形態に限定されるものではない。即ち、本発明の骨子を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0036】

【図1】本発明による空燃比検出装置の一実施の形態を示す説明図である。

【図2】図2に示すポンピングセルの電圧-電流特性を示すグラフである。

【図3】図2に示すポンピングセルの電圧-電流特性を示すグラフである。

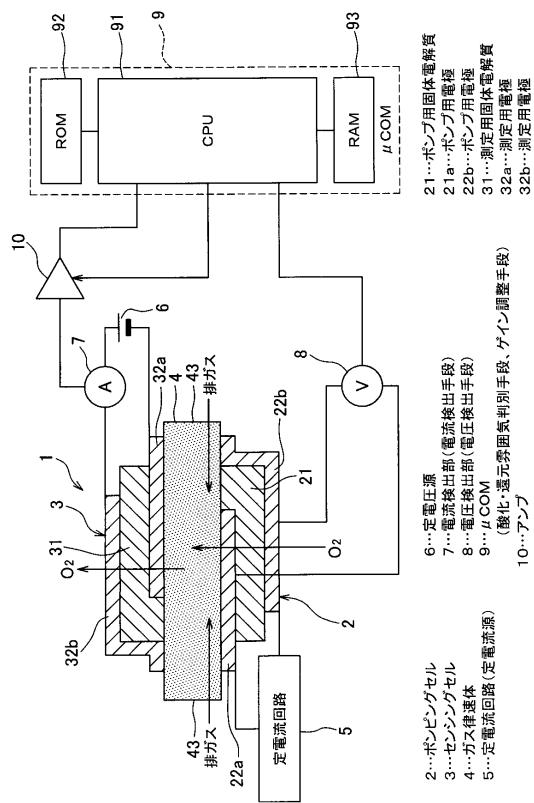
【図4】図1に示す空燃比検出装置を構成するCPUの空燃比検出処理手順を示すフローチャートである。

#### 【符号の説明】

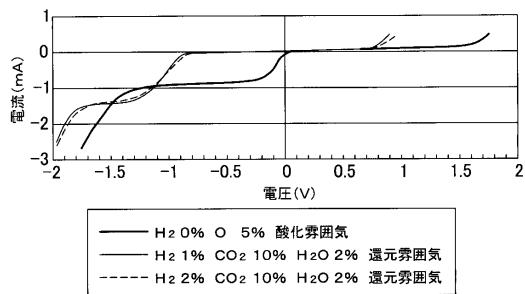
#### 【0037】

- |     |                                   |    |
|-----|-----------------------------------|----|
| 2   | ポンピングセル                           | 20 |
| 3   | センシングセル                           |    |
| 4   | ガス律速体                             |    |
| 5   | 定電流回路(定電流源)                       |    |
| 6   | 定電圧源                              |    |
| 7   | 電流検出部(電流検出手段)                     |    |
| 8   | 電圧検出部(電圧検出手段)                     |    |
| 9   | $\mu$ C O M(酸化・還元雰囲気判別手段、ゲイン調整手段) |    |
| 10  | アンプ                               |    |
| 21  | ポンプ用固体電解質                         |    |
| 22a | ポンプ用電極                            | 30 |
| 22b | ポンプ用電極                            |    |
| 31  | 測定用固体電解質                          |    |
| 32a | 測定用電極                             |    |
| 32b | 測定用電極                             |    |

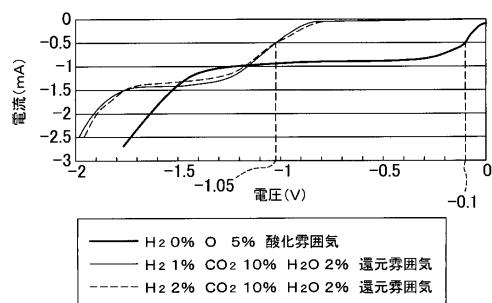
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

審査官 大竹 秀紀

(56)参考文献 特開2007-101201(JP,A)

特開平06-082417(JP,A)

特開2000-321237(JP,A)

特開2003-166968(JP,A)

特表平09-509747(JP,A)

特開昭61-017059(JP,A)

特開昭60-024445(JP,A)

特開昭60-078340(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/41