

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3622584号
(P3622584)

(45) 発行日 平成17年2月23日(2005.2.23)

(24) 登録日 平成16年12月3日(2004.12.3)

(51) Int. Cl.⁷

F I

GO 1 N 27/41
FO 2 D 45/00
GO 1 N 27/409

GO 1 N 27/46 3 2 5 Q
FO 2 D 45/00 3 6 0 C
GO 1 N 27/58 B

請求項の数 2 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-220254 (22) 出願日 平成11年8月3日(1999.8.3) (65) 公開番号 特開2001-41923(P2001-41923A) (43) 公開日 平成13年2月16日(2001.2.16) 審査請求日 平成14年4月10日(2002.4.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 100077517 弁理士 石田 敬 (74) 代理人 100092624 弁理士 鶴田 準一 (74) 代理人 100100871 弁理士 土屋 繁 (74) 代理人 100082898 弁理士 西山 雅也 (72) 発明者 鈴木 裕介 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素濃度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の排気管に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータを通電するヒータ通電手段と、を備えた酸素濃度検出装置において、

前記内燃機関の吸気管内へ流入する外気温度の検出手段と、

前記内燃機関の排気管内の前記空燃比センサ下流に設けられた触媒の下流の第1排気温度を算出する第1算出手段と、

前記外気温度と前記第1排気温度とに基づいて、前記空燃比センサ周辺の第2排気温度を算出する第2算出手段と、

前記第2排気温度と前記排気管の熱伝達率とから前記空燃比センサ周辺の前記排気管の温度を算出する排気管温算出手段と、

前記排気管温算出手段により算出された前記排気管の温度に基づいて、前記排気管の壁面に水分が付着しているか否かを判断する判断手段と、

前記判断手段が前記排気管の壁面に水分が付着していると判断したとき、前記ヒータ通電手段による前記ヒータへの通電を制限する通電制限手段と、

を備えたことを特徴とする酸素濃度検出装置。

【請求項2】

前記判断手段が前記排気管の壁面に水分が付着していると判断したとき、前記内燃機関の排気の流速を抑制する流速抑制手段を備えた、

請求項 1 に記載の酸素濃度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は酸素濃度検出装置に関し、特に、排気管壁面に付着した水分の飛散による空燃比センサの素子割れを防止する酸素濃度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年の機関の空燃比制御においては、機関の排気系に空燃比センサと触媒とを配設し、触媒により排気ガス中の有害成分（HC、CO、NO_x等）を最大限浄化するため、空燃比センサにより検出される機関の排気空燃比が目標空燃比、例えば理論空燃比になるようにフィードバック制御されている。この空燃比センサとして、機関から排出される排気ガス中に含まれる酸素濃度から機関の排気空燃比がリッチかリーンを判定するZ特性を有する型酸素センサ（O₂センサと称する）、および機関から排出される排気ガス中に含まれる酸素濃度に比例して限界電流を出力する限界電流式酸素濃度検出素子が用いられている。限界電流式酸素濃度検出素子は、酸素濃度から機関の排気空燃比を広域かつリニアに検出するものであり、空燃比制御精度を向上させたり、リッチ～理論空燃比（ストイキ）～リーンの広域空燃比の間で機関の排気空燃比を目標空燃比にするよう制御するために有用である。

10

【0003】

これら空燃比センサ、すなわちO₂センサおよび限界電流式酸素濃度検出素子は、空燃比の検出精度を維持するため活性状態に保たれることが不可欠であり、通常、O₂センサまたは限界電流式酸素濃度検出素子に付設されたヒータを機関始動時から通電することによりこれらを加熱し、早期活性化させてこれらの活性状態を維持するようヒータの通電制御を行っている。

20

【0004】

特開平8-278279号公報開示の空燃比センサのヒータ制御装置は、ヒータへの通電初期に空燃比センサの素子の早期活性化のためヒータ温度が所定温度に達するまでは全電力、すなわち100%デューティ比でヒータに電力供給し、ヒータ温度が所定温度に達するとヒータ温度に応じた電力をヒータに供給し、空燃比センサの素子温度が所定温度に達したら空燃比センサの素子温度に応じた電力をヒータに供給する。

30

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特開平8-278279号公報開示の空燃比センサのヒータ制御装置において、機関の冷間始動時には、排気管内上流に設けられた触媒で凝縮した水分が排気管壁面に付着しており、機関の冷間始動時に空燃比センサを早期活性化するため電氣的に加熱し空燃比センサの素子温度を高温にすると、排気管壁面に付着した水分が飛散し、排気管内触媒下流に配設された空燃比センサを囲むよう排気管に取付けられた保護カバーの小穴を通過して保護カバー内の空燃比センサ素子が被水し、空燃比センサ素子を急冷することになり、この結果ヒータ温度と空燃比センサの素子温度との温度差が急激に増大し、所謂サーマルショックによる空燃比センサの素子割れが生ずるといった問題がある。

40

【0006】

それゆえ、本発明は上記問題を解決し、機関の冷間始動時または始動前の空燃比のプレヒート時に、空燃比センサ素子の被水に起因したサーマルショックによる空燃比センサの素子割れを防止する酸素濃度検出装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記問題を解決する本発明による酸素濃度検出装置は、内燃機関の排気管に設けられた空燃比センサと、該空燃比センサを加熱するヒータと、該空燃比センサが活性化温度になるように該ヒータを通電するヒータ通電手段と、を備えた酸素濃度検出装置において、前記

50

内燃機関の吸気管内へ流入する外気温度の検出手段と、前記内燃機関の排気管内の前記空燃比センサ下流に設けられた触媒の下流の第1排気温度を算出する第1算出手段と、前記外気温度と前記第1排気温度とに基づいて、前記空燃比センサ周辺の第2排気温度を算出する第2算出手段と、前記第2排気温度と前記排気管の熱伝達率とから前記空燃比センサ周辺の前記排気管の温度を算出する排気管温算出手段と、前記排気管温算出手段により算出された前記排気管の温度に基づいて、前記排気管の壁面に水分が付着しているか否かを判断する判断手段と、前記判断手段が前記排気管の壁面に水分が付着していると判断したとき、前記ヒータ通電手段による前記ヒータへの通電を制限する通電制限手段と、を備えたことを特徴とする。

【0008】

上記構成により、排気管壁面に水分が付着したと判断されたときヒータへの通電を制限するので、空燃比センサの素子の被水が防止され、サーマルショックによる素子割れが防止される。ここで、排気管壁面に水分が付着したときは、水分が付着している可能性が高いことを含む。

また、上記構成により、排気管の壁面に水分が付着するのは、排気管内の水蒸気が結露するからであり、これを排気管温度から判断するので、排気管壁面に水分が付着したことの判断の精度が向上する。

上記酸素濃度検出装置において、前記判断手段が前記排気管の壁面に水分が付着していると判断したとき、前記内燃機関の排気の流速を抑制する流速抑制手段を備える。

【0009】

上記構成により、排気の流速を抑制するので、排気管壁面に付着した水分の飛散が抑制され、空燃比センサの素子への被水が減少し、サーマルショックによる素子割れの確率が低下する。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照しつつ、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1は本発明による酸素濃度検出装置の一実施形態の概略構成図である。図1以降、同一のものは同一符号で示す。図示しない内燃機関の排気管に配設され機関の排気空燃比を検出する空燃比(A/F)センサ1は、空燃比センサ素子(以下、センサ素子と記す)2とヒータ4とからなり、センサ素子2には空燃比(A/F)センサ回路(以下、センサ回路と記す)3から電圧が印加され、ヒータ2にはバッテリー5からヒータ制御回路6を介して電力が供給される。センサ回路3はマイクロコンピュータからなる空燃比制御ユニット(A/FCU)10からアナログの印加電圧をローパスフィルタ(LPF)7を介して受けセンサ素子2に印加する。

【0012】

A/FCU10は、センサ回路3、ヒータ制御回路6およびLPF7と共に電子制御ユニット(ECU)100の一部をなし、デジタルデータを内部に設けられたD/A変換器により矩形のアナログ電圧に変換した後LPF7を介してセンサ回路3へ出力する。LPF7は矩形のアナログ電圧信号の高周波成分を除去したなまし信号を出力し、高周波ノイズによるセンサ素子2の出力電流の検出エラーを防止している。このなまし信号の電圧のセンサ素子2への印加に伴いA/FCU10は被検出ガス中、すなわち排気ガス中の酸素濃度に比例して変化するセンサ素子2を流れる電流およびその時のセンサ素子2への印加電圧を検出する。A/FCU10はこれらの電流および電圧を検出するため内部にA/D変換器を設けており、これらのA/D変換器はセンサ回路3からセンサ素子2を流れる電流に相当するアナログ電圧およびセンサ素子2への印加電圧を受けデジタルデータに変換する。

【0013】

空燃比センサ1はセンサ素子2が活性状態にならないとその出力を空燃比制御に使用できない。このため、A/FCU10は機関始動時にバッテリー5からセンサ素子2に内蔵されたヒータ4へ電力供給してヒータ4を通電し、センサ素子2を早期活性化し、センサ素子

10

20

30

40

50

2が活性化された後はその活性状態を維持するようヒータ4へ電力供給する。バッテリー5の電圧はA/F C U 10の内部に設けられたA/D変換器によりデジタルデータに変換される。

【0014】

しかるに、センサ素子2の抵抗がセンサ素子2の温度に依存すること、すなわちセンサ素子温度の増大に連れて減衰することに着目し、センサ素子2の抵抗がセンサ素子2の活性状態を維持する温度に相当する抵抗値、例えば30となるようヒータ4へ電力供給することによりセンサ素子2の温度を目標温度、例えば700°Cに維持する制御が行われている。また、空燃比制御ユニット(A/F C U)10は、センサ素子2を加熱するヒータ制御回路6からヒータ4の電圧と電流に相当するアナログ電圧を受けデジタルデータに変換するA/D変換器を内部に設けている。これらのデジタルデータを用いて、例えばヒータ4の抵抗値を算出し、算出した抵抗値に基づき機関の運転状態に応じた電力供給をヒータ4に行うとともにヒータ4の過昇温(O T)を防止するようヒータ4の温度制御を行う。本発明の実施形態では、空燃比センサ1として限界電流式酸素濃度検出素子を使用する。しかしながら、本発明はこれに限定するものでなく、空燃比センサ1として、空燃比がリッチカーブを判定するZ特性を有する型酸素センサ(O₂センサと称する)を用いた場合にも適用できる。

10

【0015】

空燃比制御ユニット(A/F C U)10は、例えば図示しない双方向性バスにより相互に接続されたC P U、R O M、R A M、B(バッテリーバックアップ)、R A M、入力ポート、出力ポート、A/D変換器およびD/A変換器を具備し、後述する本発明の空燃比センサ1のヒータ制御を行う。また、A/F C U 10内のA/D変換器には機関の冷却水温T H Wを検出する水温センサ(図示せず)が接続されており、C P Uは所定の周期でT H Wを読み込む。

20

【0016】

ここで、冷間始動時に空燃比センサの素子割れが生ずるコップ型空燃比センサについて以下に説明する。

図2はコップ型空燃比センサの断面図である。コップ型空燃比センサのセンサ本体20は、断面カップ状の拡散抵抗層21を有しており、この拡散抵抗層21はその開口端21aにて機関の排気管27の取付け穴部内に嵌め込まれて固定されている。拡散抵抗層21はZrO₂等のプラズマ溶射法等により形成されている。またセンサ本体20は固体電解質層22を有しており、この固体電解質層22は酸素イオン伝導性酸化物焼結体により断面カップ状の排気ガス側電極層23を介し抵抗拡散層21の内周壁に様に嵌め込まれて固定されている。この固体電解質層22の内表面には、大気側電極層24が断面カップ状に様に固着されている。かかる場合、排気ガス側電極層23および大気側電極層24は、共に白金(Pt)等の触媒活性の高い貴金属を化学メッキ等により十分浸透性(porous)を有するように形成されている。また、排気ガス側電極層23の面積および厚さは10~100mm² および0.5~2.0μm程度となっている。一方大気側電極層24の面積および厚さは10mm² 以上および0.5~2.0μm程度となっている。また、センサ本体20は保護カバー28により囲まれている。保護カバー28はセンサ本体20の排気ガスとの直接接触を防止しつつ、センサ本体20の保温を確保するために設けられている。保護カバー28にはカバーの内部と外部とを連通するため多数の小穴が設けられている。

30

40

【0017】

機関の冷間始動時にはセンサ本体20を早期加熱するためヒータ26に大電力を供給する必要がある。従来技術によれば、バッテリー5からヒータ26にデューティ比100%で電力供給をしている。しかるに、排気管27内上流に設けられた触媒で凝縮した水分が排気管27の底部に溜まっており、機関の冷間始動時の排気系がまだ暖まっていないとき、排気ガスとともにこの凝縮水が飛散し保護カバー28の小穴を通過してセンサ本体20に接触し、センサ本体20を急冷することになり、この結果センサ本体20の素子割れが

50

生ずるのである。

【0018】

図3は図1に示す酸素濃度検出装置が搭載された内燃機関の構成図である。図3において、内燃機関（以下、単に機関と記す）30の吸気通路31内にはエアクリーナ32の下流側にスロットル弁33が設けられており、このスロットル弁33の軸の一端にはこのスロットル弁33を駆動するアクチュエータであるスロットルモータ34が設けられており、他端にはスロットル弁3の開度を検出するスロットル開度センサ35が設けられている。すなわち、この実施例のスロットル弁33はスロットルモータ34によって開閉駆動される電子制御スロットル（以下、単に電子スロットルと記す）である。電子スロットルでは、スロットル弁33の開度指令値が入力された時に、スロットルモータ34がこの指令値

10

【0019】

吸気通路31内のスロットル弁33とエアクリーナ32の間には吸気温センサ36があり、スロットル弁33の下流側にはサージタンク37がある。さらに、サージタンク37の下流側には、各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁38が設けられている。スロットル開度センサ35の出力と吸気温センサ36の出力は、マイクロコンピュータを内蔵したECU（エンジン・コントロール・ユニット）100に入力される。

【0020】

排気管41内には、排気ガス中の3つの有害成分HC、CO、NOxを同時に浄化する三元触媒コンバータ42、43が設けられており、三元触媒コンバータ42は電氣的加熱により早期に活性可能な電気加熱式触媒（EHC）であり、三元触媒コンバータ43は排気温により活性化される主触媒である。EHC42の上流側の排気管41内には、空燃比センサ1が設けられている。空燃比センサ1は排気ガス中の酸素成分濃度に応じて電気信号を発生する。主触媒43の下流側近傍の排気管41内には排気温センサ44が設けられている。空燃比センサ1および排気温センサの出力はECU100に入力される。

20

【0021】

さらに、このECU100には、アクセルペダル（図示せず）に取り付けられてアクセル踏込量を検出するアクセル開度センサ45からのアクセルペダルの踏込量信号（アクセル開度信号）、バッテリー5の+端子に接続されたイグニッションスイッチ46からのキー位置信号（オフ位置、オン位置、スタータ位置）および機関回転数NEを検出するため機関30のリングギヤ（図示せず）の回転数を検出する回転数センサ47から出力されるパルス信号がそれぞれ入力される。

30

【0022】

なお、本発明の各手段すなわち判断手段、通電制限手段および流速抑制手段は、ECU100の構成により機能される。

これより、本発明の酸素濃度検出装置の電気制御について以下に説明する。本発明は、図2を用いて説明したような機関の冷間始動時の空燃比センサの素子割れが生じないようにするため、排気管の壁面に水分が付着していることを検出し、ヒータ4への通電を抑制または禁止するようヒータ4の通電制御を行う。

40

【0023】

図4はヒータ制御ルーチンのフローチャートである。本ルーチンおよび図5、図6、図8、図9および図10に示すフローチャートの処理は所定の処理周期、例えば64ms毎に実行される。まず、ステップ401では、イグニッションスイッチ（IGSW）46がオンかオフかを判別し、IGSW46がオンのときはステップ402に進み、IGSW46がオンのときは本ルーチンを終了する。

【0024】

ステップ402～414の処理を簡単に説明する。空燃比センサ1の早期活性化のためバッテリー5からヒータ4への電力供給を開始し、ヒータ温度が所定温度に達するまでは始動時のデューティ制御にしたがって設定された電力をヒータ4に供給し（始動時DUTY制

50

御)、ヒータ温度が所定温度に達するとヒータ温度に応じた電力をヒータ4に供給し(ヒータ上限抵抗F/B制御)、空燃比センサ1の温度が所定温度に達すると空燃比センサ1の素子温度に応じてセンサ素子2を活性状態に維持するための電力をヒータ4に供給する(素子温F/B制御)。次に、ステップ402~414の処理を個々に説明する。

【0025】

ステップ402では、空燃比センサ1の素子直流インピーダンス Z_{dc} を算出する。このインピーダンス Z_{dc} は、センサ素子2に負の電圧 V_{neg} を印加し、その時の電流 I_{neg} を検出し、 $Z_{dc} = V_{neg} / I_{neg}$ を算出して求める。一般に素子温が上昇するにつれて素子直流インピーダンスは減衰するという相関関係があり、例えばセンサ素子2が活性化温度 700°C のとき素子直流インピーダンスは30である。

10

【0026】

ステップ403では、空燃比センサ1の活性フラグF1がセットされたか否かを判別し、 $F1 = 1$ のときはステップ404に進み、ステップ404で後述する素子温F/B制御を実行し、 $F1 = 0$ のときはステップ405に進む。

ステップ405では、排気管の温度を算出する。この排気管温算出ルーチンについては図5を用いて後で詳細に説明する。ステップ406では、排気管温 T_{EP} が閾値 T_{th} 以上か否かを判別し、 $T_{EP} > T_{th}$ のときは排気管内壁面に付着している水滴は蒸発していると判定してステップ407に進み、ステップ407~414により空燃比センサ1の早期加熱を行い、 $T_{EP} < T_{th}$ のときは排気管内壁面に水分が付着しているかまたは付着している可能性が高いと判断し、すなわちセンサ素子が被水により破損される可能性がある

20

【0027】

ステップ407では、センサ素子2の活性判定を素子直流インピーダンスに基づいて行う。すなわち、 $Z_{dc} > 30$ のときセンサ素子2が活性化されたと判断しステップ308で空燃比センサ1の活性フラグF1を1にセットし、次いでステップ404で素子温F/B制御を実行し、 $Z_{dc} < 30$ のときセンサ素子2は非活性状態であると判断しステップ409に進み、センサ素子2を活性化させるためのヒータ制御を行う。フラグF1はイグニッションスイッチIGSW46がオフからオンに切換えられるときワンショットパルス信号でリセットされる。

【0028】

ステップ409では、ヒータ4への印加電圧 V_n および電流 I_n を検出する。ステップ410では、ヒータ4の抵抗 R_h を $R_h = V_n / I_n$ から算出する。

30

ステップ411では、ヒータ温度がヒータ4の耐熱限界温度 1200°C より所定温度だけ低いヒータ上限温度 1020°C に到達していないか否かを判定し、その判定結果がYESのときはステップ412に進み、ヒータ4にできるだけ大電力を供給する始動時DUTY制御を実行し、その判定結果がNOのときはステップ413に進み、ヒータ4をヒータ上限温度 1020°C に維持する制御を行う。ステップ412については図6を用いて、413については図8を用いて、後で詳細に説明する。ここで、ヒータ上限温度をヒータ4の耐熱限界温度に設定しないのはヒータ4の抵抗温度特性にばらつきがあるからである。ばらつきの中央値を用いるとヒータ上限温度 1020°C に相当するヒータ抵抗 R_h は2.1であり、ヒータ抵抗 R_h が2.1になるようにヒータ制御したとき、ヒータ温度のばらつきは $870 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ の範囲内に収まり、ヒータ4の耐熱限界温度を越えない。

40

【0029】

ステップ414では、ステップ412、413で設定されたDUTY比に応じてヒータにバッテリー5の電圧を印加する。ここで、DUTY制御とは、ヒータ4にバッテリー5の電圧をオンオフする周期を、例えば 100ms としたとき、DUTY比が20%のときはオン時間 20ms オフ時間 80ms 、DUTY比が50%のときはオン時間 50ms オフ時間 50ms 、DUTY比が100%のときはオン時間 100ms の各周期でヒータ4にバッテリー5の電圧を印加する制御を言う。次に、図4のステップ405、すなわち排気管温算

50

出ルーチンについて、図5を用いて以下に説明する。

【0030】

図5は排気管温算出ルーチンのフローチャートである。ステップ501では、吸気温センサ36により検出された外気温度 T_{OA} を読取る。ステップ502では、排気温センサ44により検出された主触媒43直下の排気温度 T_{EA2} を読取る。ステップ503では、外気温度 T_{OA} と排気温度 T_{EA2} とから空燃比センサ1の近辺の排気温度 T_{EA1} を次のように推測する。

【0031】

外気温度 T_{OA} と排気管の熱伝達率 k_1 とから、空燃比センサ1近辺から排気温センサ44近辺に至るまでの排気温の低下 T_D を推測する。空燃比センサ1近辺の排気温度 T_{EA1} は、排気温度 T_{EA2} に排気温の低下 T_D を加算したものであるから次式が成立する。

$$T_{EA1} = T_{EA2} + T_D \dots (1)$$

ステップ504では、ステップ503で計算した空燃比センサ1近辺の排気温度 T_{EA1} および空気に対する排気管への熱伝達率 k_2 とから空燃比センサ1の周囲の排気管温度 T_{EP} を算出する。

【0032】

また、排気管温度 T_{EP} は、次のように算出してもよい。先ず、空燃比センサ1近辺の排気温度 T_{EA1} を、回転数センサ47から検出される機関の回転数 NE とエアフローメータ(図示せず)から検出される吸入空気量 GA との2次元マップから算出する。この2次元マップは、実験値から作成され、 NE が大程、 GA が大程、 T_{EA1} は高くなる。このように算出した排気温度 T_{EA1} と吸気温センサ36により検出された外気温度 T_{OA} とから排気管温度 T_{EP} を次式から算出する。

【0033】

$$T_{EP} = (T_{EA1} - T_{OA})$$

ここで、は定数。次に、図4のステップ412、すなわち始動時DUTY制御について、図6を用いて以下に説明する。

図6は一実施例に係る機関始動時のヒータ制御を示すフローチャートであり、図7はセンサ素子インピーダンスから素子温を算出するマップである。先ず、ステップ601では、機関の冷却水温 THW を読込む。ステップ602では、空燃比センサの素子インピーダンスを検出する。この素子インピーダンスの検出は図4のステップ402同様、素子直流インピーダンスを検出してよいが、ここでは次のように素子交流インピーダンスを検出する。

【0034】

通常、センサ素子2には、例えば0.3(V)が印加されており、所定の周期毎に限界電流を検出し排気空燃比が算出される。交流インピーダンス Z_{ac} は、所定の周期毎、例えば64ms毎にセンサ素子2に0.3±0.2(V)のパルス電圧を印加し、その時のセンサ素子2の電圧 V_{ac} と電流 I_{ac} を検出し、 $Z_{ac} = V_{ac} / I_{ac}$ を算出して求める。一般に素子交流インピーダンスは素子直流インピーダンスと同様に素子温が上昇するにつれて減衰するという相関関係がある。素子交流インピーダンスを検出する場合は、素子直流インピーダンスを検出する場合のようにセンサ素子2に負極性の電圧を印加する必要がないので、制御回路を簡素化できるという利点がある。

【0035】

ステップ603では、今回処理周期の空燃比センサの素子温度 T_i を図7に示すマップに基づきステップ602で検出したセンサ素子インピーダンス Z_{ac} から素子温を算出する。

ステップ604では、ステップ601で読込んだ冷却水温 THW が0°C未満か否かを判別し、 $THW < 0$ °Cのときは機関冷間時と判定し、すなわち排気管内壁面に水分が付着しているかまたは付着している可能性が高いと判断しステップ605に進み、 $THW = 0$ °Cのときは機関は暖機し排気管内壁面に付着した水の蒸発によるセンサ素子2の被水は

10

20

30

40

50

生じないと判定してステップ606に進む。

【0036】

ステップ605では、前回処理周期に算出した素子温度 T_{i-1} から今回処理周期に算出した素子温度 T_i を減算する($T = T_{i-1} - T_i$)。この T は空燃比センサの素子温度の単位時間当たりの低下度合いを示す。ステップ607では、ステップ606で算出した減算値 T が 5°C より大か否かを判別し、 $T > 5^\circ\text{C}$ のときはセンサ素子2が被水したまたはその可能性大と判定してステップ608に進み、 $T \leq 5^\circ\text{C}$ のときはセンサ素子2は被水していないまたはその可能性小と判定してステップ606に進む。ステップ608では、上記減算値 T 、すなわち空燃比センサの素子温度の単位時間当たりの低下度合いが、基準値 5°C より大のとき前回処理周期と同じ電力をヒータ4に供給すると、センサ素子2の被水に起因するサーマルショックによりセンサ素子の素子割れが生じるので、これを阻止するためDUTY = 0を設定する。一方、ステップ606では、センサ素子2の被水はないと判定されたので、センサ素子2の早期活性化のためヒータ4に全電力を供給するようにDUTY = 100を設定する。

10

【0037】

また、図6のステップ602、603で説明したように、空燃比センサの素子温度は空燃比センサの素子インピーダンスから算出するが、積層型空燃比センサについてはヒータとセンサ素子が近接しているので、ヒータの抵抗を検出してヒータ抵抗値からヒータの温度を算出して空燃比センサの素子温度を推定してもよい。

【0038】

なお、ステップ608でDUTY = 0に設定したが、ステップ608ではセンサ素子2の早期活性化のためセンサ素子割れを引き起こさない程度の電力供給として、例えばDUTY = 20に設定してもよい。

20

次に、ステップ609~614について説明する。ステップ609~614は、センサ素子2が被水したと判定されてから通常の始動時DUTY制御に復帰するまでの時間の設定を行う。ステップ609では、センサ素子2が被水判定されたことを示すフラグF3がセットされているか否かを判別し、 $F3 = 1$ のときはステップ610に進み、 $F3 = 0$ のときはステップ611に進む。ステップ611ではフラグF3をセットする。

【0039】

ステップ610では、 $F3 = 1$ にセットされてからの時間を計測するためのカウンタCをカウントアップする($C = C + 1$)。ステップ612では、 $F3 = 1$ にセットされて6400ms、すなわち6.4秒経過したか否かを判別し、その判別結果がYESのときはステップ613に進み、その判別結果がNOのときは本ルーチンを終了する。ステップ613では、F3をリセットし($F3 = 0$)、ステップ614では、カウンタCをリセットする($C = 0$)。

30

【0040】

上記ステップ609~614の処理により、センサ素子2が被水したと判定されてから6.4秒後に通常の始動時DUTY制御に復帰でき、センサ素子の被水が判定される毎に6.4秒間ヒータ4への通電は禁止される。次に、図4のステップ413、すなわちヒータ上限抵抗F/B制御について、図8を用いて詳細に説明する。

40

【0041】

図8はヒータ上限抵抗に基づくヒータ制御を示す。まず、ステップ801では、ヒータ電力制御実行中を示すヒータ電力制御フラグF2がセットされているか否かを判別し、 $F2 = 1$ のときはステップ802に進み、 $F1 = 0$ のときはステップ803に進み、ステップ803ではヒータ電力制御の初期デューティ比として20%を設定する。この20%はヒータ電圧制御から電力制御に移行した時に急激なヒータ温度変化が抑制されるように選択された値である。次いでステップ804ではF2をセットする。フラグF2はイグニッションスイッチIGSWがオフからオンに切換えられるときワンショットパルス信号でリセットされる。

【0042】

50

ステップ 802 では、機関運転条件の急変に伴う排気温の上昇等によりヒータ 4 が異常加熱されないように保護するための制御を行うため、ヒータ抵抗 R_h が 2.5 より大か否かを判別し、 $R_h > 2.5$ のときはステップ 805 に進み、 $R_h \leq 2.5$ のときはステップ 806 に進む。ステップ 806 では $DUTY = DUTY - 10$ を計算し、計算値を新たな $DUTY$ 比に設定する。 $DUTY$ が負の値になったときは $DUTY = 0$ に設定する。

【0043】

ステップ 805 では、ヒータ電力 W_h を次式から算出する。

$$W_h = V_n \times I_n \times DUTY / 100$$

ここで、 V_n 、 I_n は図 4 のステップ 807 で検出した電圧値、電流値を示し $DUTY$ は前回処理周期にステップ 803、806、808 または 809 で設定された $DUTY$ 比を示す。

【0044】

ステップ 807 では、今回処理周期のヒータ電力 W_h とヒータ 4 の耐熱限界温度 1200°C に対応するヒータ供給電力 21W とを比較し、 $W_h \leq 21$ のときはヒータ 4 への供給電力が目標電力より低いと判定してステップ 808 に進みステップ 808 でデューティ比を 3% 加算 ($DUTY = DUTY + 3$ を算出) してヒータ 4 への供給電力を増大し、 $W_h > 21$ のときはヒータ 4 への供給電力が目標電力より高いと判定してステップ 809 に進みステップ 809 でデューティ比を 3% 減算 ($DUTY = DUTY - 3$ を算出) してヒータ 4 への供給電力を減少する。

【0045】

以上により設定された $DUTY$ に基づきヒータ制御することで、ヒータ 4 への実供給電力を目標電力 21W に制御できる。

次に、図 4 のステップ 404 の素子温 F/B 制御について説明する。ステップ 402 で検出した素子直流インピーダンス Z_{dc} をもとに、素子直流インピーダンス Z_{dc} が素子温 700°C に相当する $30(\quad)$ になるようにヒータ 4 へ印加する電圧のデューティ比を下記の方程式に基づき演算する。

【0046】

$$DUTY = GP + GI + c$$

$$GP = a(Z_{dc} - 30) \quad \dots \text{比例項}$$

$$GI = GI + b(Z_{dc} - 30) \quad \dots \text{積分項}$$

ここで、 a 、 b 、 c は、例えば $a = 4.2$ 、 $b = 0.2$ 、 $c = 20$ の定数である。以上演算されたデューティ比でヒータ 4 を制御することで、素子直流インピーダンス Z_{dc} を $30(\quad)$ 付近に制御でき、センサ素子を常に良好な活性状態に維持でき、異常加熱によるセンサ素子の破損を防止できる。

【0047】

次に、イグニッションキーにより機関を始動する前であって、ドライバが運転席側のドアを開き着席しドアを閉じた直後に、空燃比センサ 1 の活性化を開始する空燃比センサのプレヒート制御を、電子スロットル無しの機関に適用した例を図 9 を用いて、電子スロットル付きの機関に適用した例を図 10 を用いて以下に説明する。

【0048】

図 9 は空燃比センサのプレヒート制御ルーチンのフローチャートである。まず、ステップ 901 では、カーテシスイッチ (図示せず)、すなわち運転席側のドアスイッチが ON となりドライバが運転席に着席したか否かを判別し、その判別結果が YES のときはステップ 902 に進み、その判別結果が NO のときは本ルーチンを終了する。ステップ 902 では、バッテリー 5 の電圧 V_B が 10V 以上か否かを判別し、 $V_B \geq 10\text{V}$ のときはステップ 903 に進み、 $V_B < 10\text{V}$ のときは本ルーチンを終了する。

【0049】

ステップ 903 では、図 5 に示す排気温算出ルーチンの実行により算出された排気温 T_{Ep} が露点 60°C を越えたか否かを判別し、 $T_{Ep} > 60^\circ\text{C}$ のときは排気管内壁面に付

10

20

30

40

50

着した水の蒸発によりセンサ素子が被水して破損される可能性があるとして判定しステップ904に進み、ステップ904で空燃比センサの素子温を約350°Cに制御する第1素子温F/B制御を実行し、 $T_{EP} > 60^\circ\text{C}$ ときは排気管内壁面に付着した水は蒸発しておりセンサ素子が被水して破損される可能性がないと判定してステップ905に進み、ステップ905で空燃比センサの素子温を約700°Cに制御する第2素子温F/B制御を実行する。ここで、空燃比センサ1は、第1素子温F/B制御を行っている間、型 O_2 センサとして空燃比制御に使用され、第2素子温F/B制御を行っている間、限界電流式酸素濃度検出素子として広域の空燃比制御に使用される。第1および第2素子温F/B制御では、素子直流インピーダンス Z_{dc} を算出するとともに、図4のステップ404と同様の制御を実行する。

10

【0050】

図10は電子スロットル付き機関における空燃比センサのプレヒート制御ルーチンのフローチャートである。まず、ステップ1001では、カーテシスイッチ(図示せず)、すなわち運転席側のドアスイッチがONとなりドライバが運転席に着席したか否かを判別し、その判別結果がYESのときはステップ1002に進み、その判別結果がNOのときは本ルーチンを終了する。ステップ1002では、バッテリー5の電圧 V_B が10V以上か否かを判別し、 $V_B < 10\text{V}$ のときはステップ1003に進み、 $V_B > 10\text{V}$ のときは本ルーチンを終了する。

【0051】

ステップ1003では、図5に示す排気温算出ルーチンの実行により算出された排気温 T_{EP} が露点60°Cを越えたか否かを判別し、 $T_{EP} > 60^\circ\text{C}$ のときは排気管内壁面に付着した水の蒸発によりセンサ素子が被水して破損される可能性があるとして判定しステップ1004~1006に進み、ステップ1004で空燃比センサの素子温を約380°Cに制御する第1素子温F/B制御を実行し、 $T_{EP} > 60^\circ\text{C}$ ときは排気管内壁面に付着した水は蒸発しておりセンサ素子が被水して破損される可能性がないと判定してステップ1007に進み、ステップ1007で空燃比センサの素子温を約700°Cに制御する第2素子温F/B制御を実行する。

20

【0052】

ステップ1005では、スロットル弁の開度のガード値 m_{ax} を図11に示すマップに基づき排気管温度 T_{EP} に応じて設定する。次いで、ステップ1006では、ETC(Electronic Controlled Transmission)、すなわちオートマチックトランスミッションによる1速(Low)から2速(2nd)へ、2速から3速(3rd)へ、3速から4速(4th)への自動変速時の車速(以下、変速車速と記す)を図12に示すマップに基づき排気管温度 T_{EP} に応じて補正する。

30

【0053】

ここで、オートマチックトランスミッションによる変速比の制御プログラム例を簡単に説明する。スロットル弁開度を0°から50°まで開いて加速し、車速50km/hになった所で10°まで戻し、定常走行に移るとする。加速時、Lowから2ndにスロットル弁開度を10°戻した所で2ndから3rdに変速することになる。この間の機関の回転数は加速時時間経過とともに上昇するが、変速時に下降する。Lowから2ndに変速する時の車速を下げると50km/hに達するまでの時間は長くなり加速性は悪くなるが、0~50km/hの加速期間の燃費はよくなる。

40

図11は排気管温度とスロットル開度ガード値との2次元マップを示す図である。図11において、横軸は排気管温度 T_{EP} (°C)を示し、縦軸はスロットル弁開度のガード値 m_{ax} (°)を示す。排気管の温度が60°Cに至るまではセンサ素子が被水により破損される可能性があるとして判定し排気の流速を遅くするためスロットル弁開度のガード値 m_{ax} を30°~90°の通常より低い値に設定し、機関の吸入空気量を減少させ、機関の回転数を通常より低くし、排気流速を遅くする。排気流速を遅くすることにより、排気管内壁に付着した水滴の飛散を抑制し、センサ素子の被水を防止する。一方、排気管の温度が60°C以上になったときは排気管内壁に付着している水滴は蒸発していると判

50

定して、スロットル弁の開度のガード値 $m_{a x}$ を通常値 90° に設定して排気の流速を遅くする制御を中止する。

【0054】

図12は排気管温度と変速車速補正係数との2次元マップを示す図である。図11において、横軸は排気管温度 $T_{E P}$ ($^\circ C$) を示し、縦軸は変速車速補正係数 k を示す。排気管の温度が $60^\circ C$ に至るまではセンサ素子が被水により破損される可能性があるとして判定し、変速車速補正係数 k を $0.8 \sim 1.0$ の値にし、機関の回転数を通常より低くし、排気流速を遅くする。排気流速を遅くすることにより、排気管内壁に付着した水滴の飛散を抑制し、センサ素子の被水を防止する。一方、排気管の温度が $60^\circ C$ 以上になったときは排気管内壁に付着している水滴は蒸発していると判定して、変速車速補正係数 k を 1.0 の値にし、機関の回転数を通常通りにし、排気の流速を遅くする制御を中止する。ここで、変速車速補正係数 k は、オートマチックトランスミッションにより1速(Low)から2速(2nd)へ、2速から3速(3rd)へ、3速から4速(4th)へ車速を自動変速する時の車速を補正する係数であり、例えば2ndから3rdへ切換えるときの車速は $k = 1.0$ で $30 km/h$ であり、 $k = 0.8$ で $24 km/h$ である。

10

【0055】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の酸素濃度検出装置によれば、機関の冷間始動時または始動前の空燃比センサのプレヒート時における空燃比センサのヒータへの電力供給に際し、空燃比センサの素子の被水可能性を排気管壁面に水分が付着したか否かにより判断し、排気管壁面に水分が付着したと判断されたときヒータへの通電を制限するので、空燃比センサの素子の被水に起因したサーマルショックによる空燃比センサの素子割れを防止できる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による酸素濃度検出装置の一実施形態の概略構成図である。

【図2】コップ型酸素センサの断面図である。

【図3】図1に示す酸素濃度検出装置が搭載された内燃機関の構成図である。

【図4】ヒータ制御ルーチンのフローチャートである。

【図5】排気管温算出ルーチンのフローチャートである。

【図6】一実施例に係る機関始動時のヒータ制御を示すフローチャートである。

【図7】センサ素子インピーダンスから素子温を算出するマップである。

30

【図8】ヒータ上限抵抗に基づくヒータ制御を示すフローチャートである。

【図9】空燃比センサのプレヒート制御ルーチンのフローチャートである。

【図10】電子スロットル付き機関における空燃比センサのプレヒート制御ルーチンのフローチャートである。

【図11】排気管温度とスロットル開度ガード値との2次元マップを示す図である。

【図12】排気管温度と変速車速補正係数との2次元マップを示す図である。

【符号の説明】

1 ... 空燃比(A/F)センサ

2 ... センサ素子

3 ... 空燃比(A/F)センサ回路

40

4 ... ヒータ

5 ... バッテリ

6 ... ヒータ制御回路

7 ... L P F

10 ... 空燃比制御ユニット(A/F C U)

27、41 ... 排気管

30 ... 機関

33 ... スロットル弁

34 ... スロットルモータ

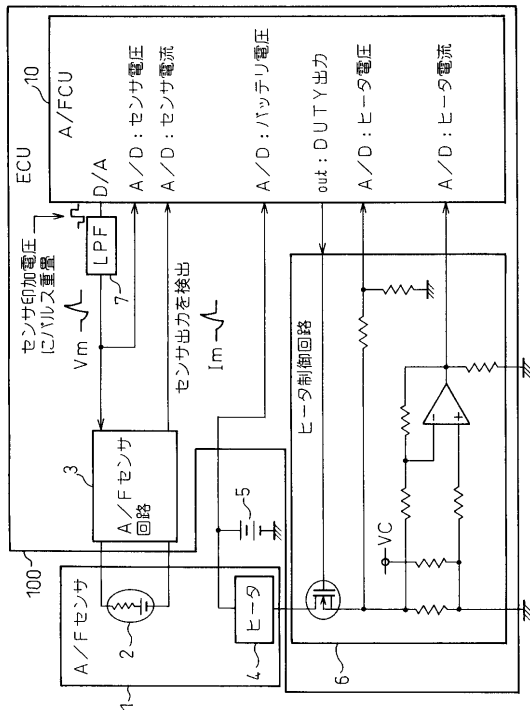
35 ... スロットル開度センサ

50

- 3 6 ... 吸気温度センサ
- 3 8 ... 燃料噴射弁
- 4 2、4 3 ... 三元触媒コンバータ
- 4 4 ... 排気温度センサ
- 1 0 0 ... 電子制御ユニット (E C U)

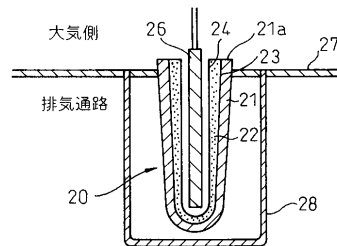
【 図 1 】

図 1

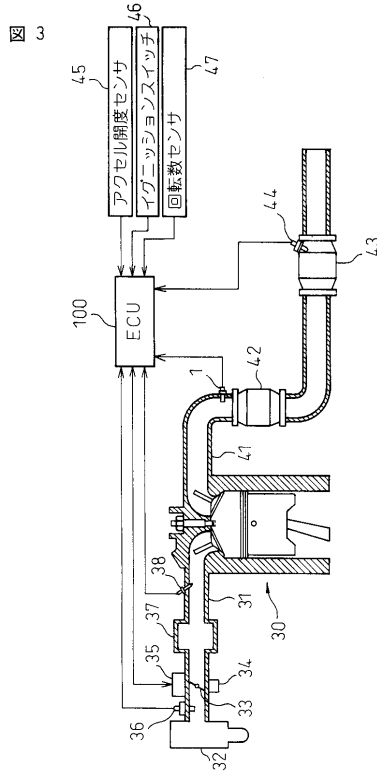


【 図 2 】

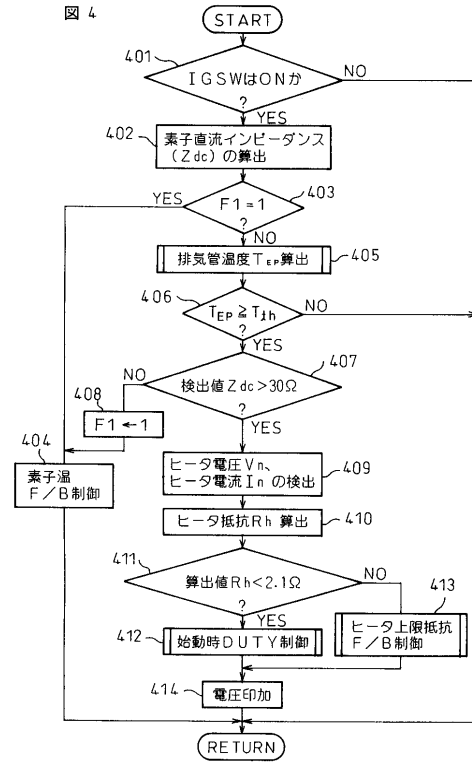
図 2



【 図 3 】

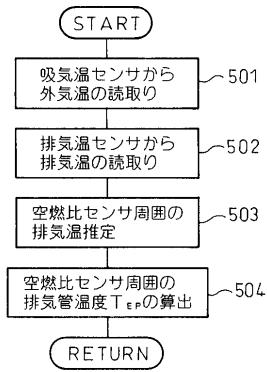


【 図 4 】



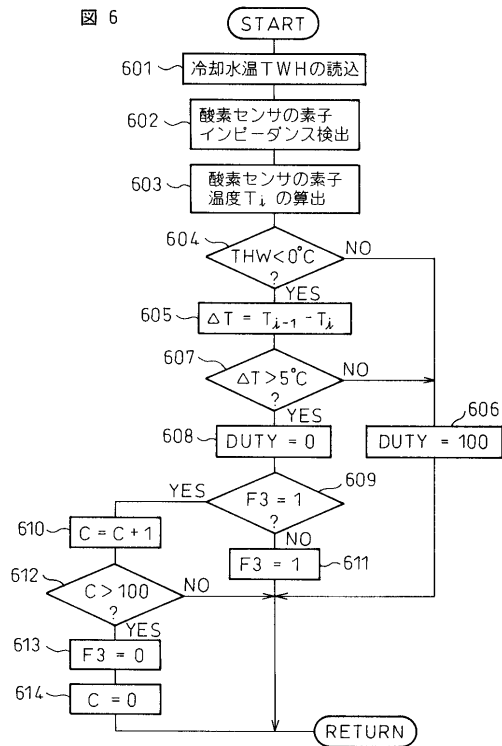
【 図 5 】

図 5

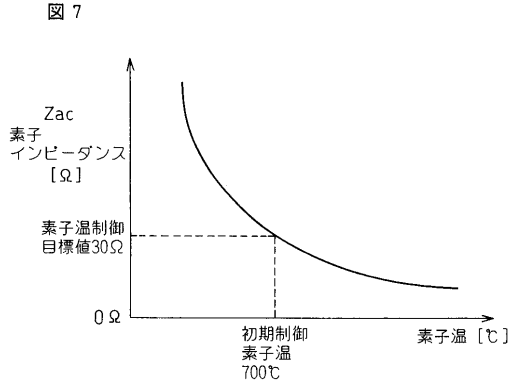


【 図 6 】

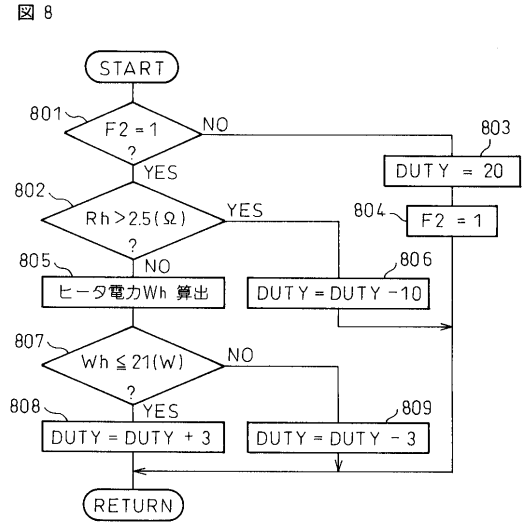
図 6



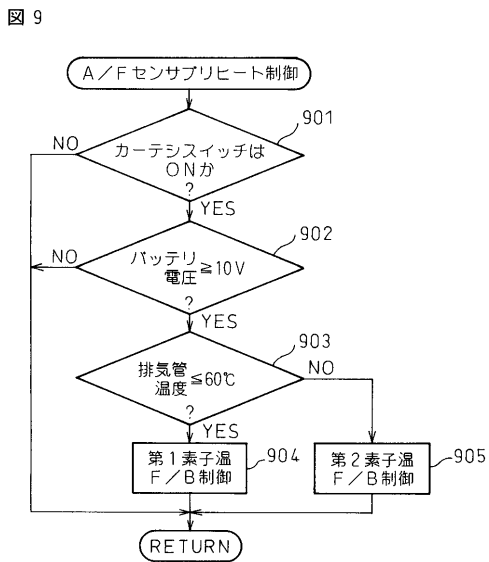
【 図 7 】



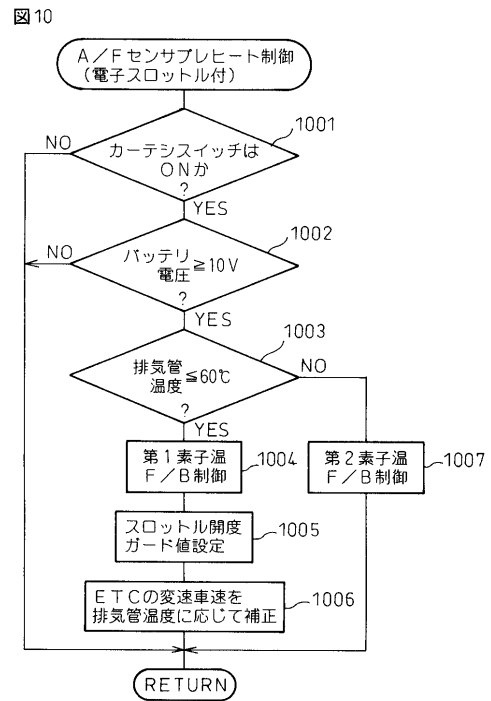
【 図 8 】



【 図 9 】

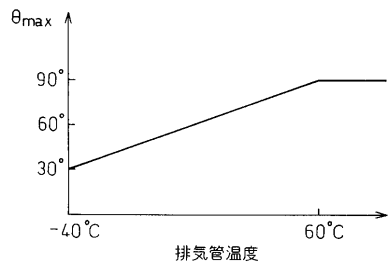


【 図 10 】



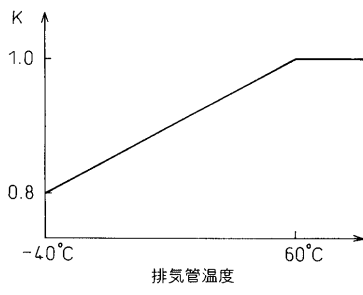
【 図 1 1 】

図 11



【 図 1 2 】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 池田 慎治
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 黒田 浩一

(56)参考文献 特開平08-015213(JP,A)
特開2000-097902(JP,A)
実開平05-084852(JP,U)
特表平07-504754(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G01N 27/41
F02D 45/00
G01N 27/409