(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3760558号
(P3760558)
(45)発行日　平成18年3月29日(2006.3.29)　(24)登録日　平成18年1月20日(2006.1.20)

(51)Int.Cl.　　F I
F02D 45/00 (2006.01)　　F02D 45/00 368H
G01N 27/41 (2006.01)　　G01N 27/46 325Q

請求項の数 5　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平9-105962
(22)出願日　平成9年4月23日(1997.4.23)
(65)公開番号　特開平10-299561
(43)公開日　平成10年11月10日(1998.11.10)
審査請求日　平成15年6月3日(2003.6.3)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(74)代理人　100068755
弁理士　恩田　博宣
(72)発明者　長谷川　純
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　山下　幸宏
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　所村　陽一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】酸素センサのヒータ制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

酸素濃度に応じた電気信号を出力する酸素センサに適用され、同センサに付設されたヒータの通電を制御するヒータ制御装置であって、

前記酸素センサのヒータを所定の時間幅で通電加熱するヒータ通電手段と、

前記ヒータの通電異常を検出する異常検出手段と、

前記ヒータの異常検出後、その異常が正常状態に復帰したか否かを判定する正常復帰判定手段とを備え、

前記異常検出手段によるヒータの異常検出後に、当該ヒータの通電時間をヒータ電圧又はヒータ電流が検出可能な最小時間とするフェイルセーフ処理手段を備えることを特徴とする酸素センサのヒータ制御装置。

【請求項２】

請求項１に記載のヒータ制御装置において、

前記正常復帰判定手段は、前記フェイルセーフ処理手段によるヒータ通電時に、その時のヒータ電圧又はヒータ電流が正常に検出されれば、ヒータ異常が解消されて正常状態に復帰した旨を判定することを特徴とする酸素センサのヒータ制御装置。

【請求項３】

所定条件下では、前記正常復帰判定手段によるヒータの正常復帰判定を禁止する正常復帰禁止手段を備える請求項１又は請求項２に記載の酸素センサのヒータ制御装置。

【請求項４】

前記正常復帰禁止手段の所定条件とは、前記ヒータの異常検出後に所定時間が経過することである請求項３に記載の酸素センサのヒータ制御装置。
【請求項５】
前記正常復帰禁止手段の所定条件とは、前記酸素センサの素子インピーダンスが所定値以上となることである請求項３に記載の酸素センサのヒータ制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、酸素センサの活性化を促すべく同センサに付設されたヒータを制御するためのヒータ制御装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年の車載用エンジンの空燃比制御においては、例えば制御精度を高めるといった要望やリーンバーン化への要望があり、これらの要望に対応すべく、エンジンに吸入される混合気の空燃比（排気ガス中の酸素濃度）を広域に且つリニアに検出するリニア式空燃比センサ（酸素センサ）、及び同センサを用いた空燃比検出装置が具体化されている。このような酸素センサとして例えば限界電流式空燃比センサでは、空燃比（酸素濃度）を精度良く検出するために、センサ素子の温度を所定の活性温度に維持する必要があり、通常はセンサにヒータを付設し同ヒータの通電を制御するようにしていた。かかるヒータ制御の手法として、一般には、ヒータへの供給電力を制御したり、センサ素子の温度が所定の活性温度に維持できるようフィードバック制御したりするものがあった。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
ところが、上記従来のヒータ制御装置では、以下に示す問題が生じる。つまり、酸素センサの使用時においては、同ヒータ制御が正常状態で実施されているにもにもかかわらず、ノイズや一時的な接触不良等の影響によりヒータ異常である旨が誤検出されることがある。かかる場合、こうしたヒータ異常の検出時に直ちにヒータ制御が停止されると、精度の高いセンサ出力を空燃比フィードバック制御に使うことができなくなるといった不都合を招く。そこで、ヒータ異常が一時的なものである場合には、ヒータ制御を正常状態に復帰させる必要があった。
【０００４】
本発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、一時的なヒータ通電の異常発生時にも正常状態に適正に復帰可能な酸素センサのヒータ制御装置を提供することである。
【０００５】
【課題を解決するための手段】
上記目的を達成するために、請求項１に記載の発明では、酸素センサのヒータを所定の時間幅で通電加熱するヒータ通電手段と、ヒータの通電異常を検出する異常検出手段と、ヒータの異常検出後、その異常が正常状態に復帰したか否かを判定する正常復帰判定手段とを備える。つまり、従来一般の装置では、ヒータ異常が検出された場合にその時点でヒータ通電が停止され、それ以降は、仮にヒータ異常が解消されたとしてもヒータ通電は再開されなかった。しかし、本構成によれば、ヒータ異常が解消されたことを判定する手段（正常復帰判定手段）を備えるため、一時的なヒータ通電の異常発生時にも、異常状態の解消と共にヒータ通電が正常状態に復帰でき、酸素センサを適正に活性化させることができるようになる。
【０００６】
なお、エンジンの排気管に配設された酸素センサの場合、ヒータの通電異常に伴い素子温が低下したとしても、素子温はエンジンからの高温の排気ガスにより４００～５００℃程度で保持されることが多い。このとき、センサ素子は半活性状態となり、酸素濃度（空燃比）の検出精度は低下するが、リッチ又はリーンの判定は可能であり、その検出信号によ

りエンジンの燃料噴射制御を継続することができる。従って、ヒータ通電が異常状態になったとしても、センサ素子部が正常であれば酸素濃度（空燃比）の検出を継続するのが望ましい。

【０００７】

特に、請求項１に記載の発明では、ヒータ通電手段は、ヒータを所定の時間幅で通電させるものであり、フェイルセーフ処理手段は、ヒータの異常検出後に当該ヒータの通電時間をヒータ電圧又はヒータ電流が検出可能な最小時間とする。さらに、同請求項１の発明において、請求項２に記載の発明では、正常復帰判定手段は、フェイルセーフ処理手段によるヒータ通電時に、その時のヒータ電圧又はヒータ電流が正常に検出されれば、ヒータ異常が解消されて正常状態に復帰した旨を判定する。

【０００８】

つまり、ヒータを所定の時間幅で通電させるとは、当該ヒータをデューティ制御にて通電させることを意味する。この場合、請求項１に記載したように、ヒータの異常検出時においてヒータ通電時間をヒータ電圧又はヒータ電流が検出可能な最小時間（最小デューティ比）とすれば、ヒータ異常の有無が曖昧であってもフェイルセーフ処理として必要最小限のヒータ通電が継続できる。そして、請求項２に記載したように、フェイルセーフ処理時にヒータ電圧又はヒータ電流が正常に検出されれば、ヒータ動作の正常復帰が可能となる。また、フェイルセーフ処理時にヒータ電圧又はヒータ電流が検出されなければ、ヒータ通電が完全に停止されセンサ保護が図られる。

【０００９】

なお因みに、上記ヒータ電圧又はヒータ電流が検出可能な最小時間（最小デューティ比）とは、ヒータ通電を正常復帰させるための情報として用いられるものであるが、実際にヒータ異常となっている可能性も多分にあるため、その通電時間は短くするほどよい。上記最小時間は、使用されるマイクロコンピュータ等の演算能力や信号入力部のＡ／Ｄ変換能力（ＬＳＢ）に基づき設定されるのが望ましい。

【００１０】

一方、請求項３に記載の発明では、正常復帰禁止手段は、正常復帰判定手段によるヒータの正常復帰判定を所定条件下で禁止する。つまり、上述のようにフェイルセーフ処理を実施する等して、ヒータ異常の正常復帰が可能か否かを判定する場合、実際にヒータ異常が発生しているにもかかわらず正常復帰判定を継続することは不要である。そこで、禁止条件を設定して実際のヒータ異常時には、正常復帰を禁止する。

【００１１】

この場合、正常復帰禁止手段の所定条件は、請求項４に記載したように、ヒータの異常検出後に所定時間が経過することとしたり、請求項５に記載したように、酸素センサの素子インピーダンスが所定値以上となることとしたりすればよい。これら各条件下では共に、センサ素子の温度（素子温）が次第に低下するといった現象が生じる。

【００１２】

【発明の実施の形態】

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、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って、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。以下の記載では、酸素センサとしての限界電流式空燃比センサについて、同センサに付設されたヒータの通電制御手順、並びに同センサの異常検出手順を詳細に説明すると共に、それらの処理を実現するための具体的構成について説明する。

【００１３】

図１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１において、空燃比検出装置は限界電流式空燃比センサ（以下、Ａ／Ｆセンサという）３０を備えている。Ａ／Ｆセンサ３０は、エンジン１０のエンジン本体１１から延びる排気管１２に取り付けられており、マイクロコンピュータ（以下、マイコンという）２０から指令される

電圧の印加に伴い、排気ガス中の酸素濃度に比例したリニアな空燃比検出信号（センサ電流信号）を出力する。マイコン２０は、各種演算処理を実行するための周知のＣＰＵ，ＲＯＭ，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２５及びバイアス制御回路４０を制御する。

【００１４】

ここで、マイコン２０から出力されるバイアス指令信号Ｖｒは、Ｄ／Ａ変換器２１を介してバイアス制御回路４０に入力される。また、その時々の空燃比（酸素濃度）に対応するＡ／Ｆセンサ３０の出力は、バイアス制御回路４０内の電流検出回路５０にてセンサ電流として検出され、その検出値はＡ／Ｄ変換器２３を介してマイコン２０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２５にて検出され、その検出値はＡ／Ｄ変換器２４を介してマイコン２０に入力される。

【００１５】

図２は、Ａ／Ｆセンサ３０の概略を示す断面図である。図２において、Ａ／Ｆセンサ３０は前記排気管１２の内部に向けて突設されており、同センサ３０は大別して、カバー３１、センサ本体３２及びヒータ３３から構成されている。カバー３１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３１ａが形成されている。センサ素子部としてのセンサ本体３２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）濃度に対応する限界電流を発生する。

【００１６】

センサ本体３２の構成について詳述する。センサ本体３２において、断面カップ状に形成された固体電解質層３４の外表面には、排気ガス側電極層３６が固着され、内表面には大気側電極層３７が固着されている。また、排気ガス側電極層３６の外側には、プラズマ溶射法等により拡散抵抗層３５が形成されている。固体電解質層３４は、ＺｒO2 、ＨｆO2 、ＴｈO2 、Ｂｉ2 O3 等にＣａＯ、ＭｇＯ、Y2 O3 、Ｙｂ2 O3 等を安定剤として固溶させた酸素イオン伝導性酸化物焼結体からなり、拡散抵抗層３５は、アルミナ、マグネシャ、ケイ石質、スピネル、ムライト等の耐熱性無機物質からなる。排気ガス側電極層３６及び大気側電極層３７は共に、白金等の触媒活性の高い貴金属からなりその表面には多孔質の化学メッキ等が施されている。なお、排気ガス側電極層３６の面積及び厚さは、１０～１００ｍｍ^2（平方ミリメートル）及び０．５～２．０μｍ程度となっており、一方、大気側電極層３７の面積及び厚さは、１０ｍｍ^2（平方ミリメートル）以上及び０．５～２．０μｍ程度となっている。

【００１７】

ヒータ３３は大気側電極層３７内に収容されており、その発熱エネルギによりセンサ本体３２（大気側電極層３７、固体電極質層３４、排気ガス側電極層３６及び拡散抵抗層３５）を加熱する。ヒータ３３は、センサ本体３２を活性化するに十分な発熱容量を有している。

【００１８】

上記構成のＡ／Ｆセンサ３０において、センサ本体３２は理論空燃比点よりリーン領域では酸素濃度に応じた限界電流を発生する。この場合、酸素濃度に対応する限界電流は、排気ガス側電極層３６の面積、拡散抵抗層３５の厚さ、気孔率及び平均孔径により決定される。また、センサ本体３２は酸素濃度を直線的特性にて検出し得るものであるが、このセンサ本体３２を活性化するのに約６００℃以上の高温が必要とされると共に、同センサ本体３２の活性温度範囲が狭いため、エンジン１０の排気ガスのみによる加熱では素子温を活性領域に制御できない。そのため、本実施の形態では、ヒータ３３への供給電力をデューティ制御することにより、センサ本体３２を活性温度域にまで加熱するようにしている。なお、理論空燃比よりもリッチ側の領域では、未燃ガスである一酸化炭素（ＣＯ）等の濃度が空燃比に対してほぼリニアに変化し、センサ本体３２はＣＯ等の濃度に応じた限界電流を発生する。

【００１９】

センサ本体３２の電圧－電流特性（Ｖ－Ｉ特性）について図３を用いて説明する。図３に

よれば、Ａ／Ｆセンサ３０の検出Ａ／Ｆに比例するセンサ本体３２の固体電解質層３４への流入電流と、同固体電解質層３４への印加電圧とがリニアな特性を有することが分かる。かかる場合、電圧軸Ｖに平行な直線部分がセンサ本体３２の限界電流を特定する限界電流検出域であって、この限界電流（センサ電流）の増減はＡ／Ｆの増減（すなわち、リーン・リッチ）に対応している。つまり、Ａ／Ｆがリーン側になるほど限界電流は増大し、Ａ／Ｆがリッチ側になるほど限界電流は減少する。

【００２０】

このＶ－Ｉ特性において電圧軸Ｖに平行な直線部分（限界電流検出域）よりも小さい電圧域は抵抗支配域となっており、その抵抗支配域における一次直線部分の傾きは、センサ本体３２における固体電解質層３４の内部抵抗（以下、これを素子インピーダンスＺｄｃという）により特定される。この素子インピーダンスＺｄｃは温度変化に伴い変化するため、センサ本体３２の温度が低下するとＺｄｃの増大により上記傾きが小さくなる。

【００２１】

図４は、ヒータ制御回路２５の構成を示す回路図である。同図において、ヒータ３３の一端はバッテリ電源＋Ｂに接続され、他端はスイッチング素子を構成するｎチャネルＭＯＳトランジスタ（以下、ＭＯＳ２５ａという）のドレインに接続されている。ＭＯＳ２５ａのゲートはマイコン２０によりオン・オフ切替えされるスイッチ２５ｂに接続され、ソースはヒータ電流検出用抵抗２５ｃを介して接地されている。ヒータ電圧Ｖｈはヒータ３３の両端の電位差により検出され、その検出結果はオペアンプ２５ｄを介してＡ／Ｄ変換器２４（マイコン２０）に入力される。また、ヒータ電流Ｉｈはヒータ電流検出用抵抗２５ｃの両端の電位差により検出され、その検出結果はオペアンプ２５ｅを介してＡ／Ｄ変換器２４（マイコン２０）に入力される。

【００２２】

次に、上記の如く構成される本実施の形態の装置の作用を説明する。

図５はヒータ制御ルーチンを、図６は図５のサブルーチンであるフェイルセーフ処理ルーチンを、図７はヒータの通電異常検出ルーチンを、それぞれに示すフローチャートであり、図５及び図７の各ルーチンは、マイコン２０により所定間隔（例えば、１２８ｍｓｅｃ周期）のタイマ割り込みにて起動される。

【００２３】

図５のヒータ制御ルーチンにおいて、マイコン２０は、先ずステップ１０１でダイアグフラグＸＤＧが「０」であるか否かを判別する。このダイアグフラグＸＤＧは、ヒータ３３の通電異常が検出された際にその異常が一時的なもので正常状態に復帰可能であるか否かを示すものであって、ＸＤＧ＝０は復帰可能であることを表し、ＸＤＧ＝１は復帰不能であることを表す。また、マイコン２０は、ステップ１０２で通電異常フラグＸＦＡＩＬが「０」であるか否かを判別する。この通電異常フラグＸＦＡＩＬは、ヒータ３３の通電異常が検出されると直ちにセットされるものであって、ＸＦＡＩＬ＝０は通電が正常状態であることを表し、ＸＦＡＩＬ＝１は通電が異常状態であることを表す。なお上記各フラグＸＤＧ，ＸＦＡＩＬは、後述する図７の通電異常検出ルーチンにて操作されるようになっている。

【００２４】

そして、上記２つのフラグＸＤＧ，ＸＦＡＩＬの少なくともいずれか一方が「１」であれば、マイコン２０はステップ１１０に進み、両フラグＸＤＧ，ＸＦＡＩＬがいずれも「０」であれば、ステップ１０３に進む。ステップ１１０に進むと、マイコン２０は後述のフェイルセーフ処理ルーチンを実施して本ルーチンを終了する。

【００２５】

また、ステップ１０３に進むと、マイコン２０は、素子インピーダンスＺｄｃがセンサ本体３２の半活性状態を判定するための所定の判定値（本実施の形態では、２００Ω〔オーム〕程度）以下であるか否かを判別する。なおここで、素子インピーダンスＺｄｃは、下記のように検出されるようになっている。つまり、素子インピーダンスＺｄｃの検出時には、図８に示すように、Ａ／Ｆセンサ３０の印加電圧を一時的に正方向及び負方向に変化

させる。そして、この電圧変化時における正負いずれか一方の電圧変化量ΔＶと電流変化量ΔＩとから素子インピーダンスＺｄｃを算出する（Ｚｄｃ＝ΔＶ／ΔＩ）。但し、この算出法は一例であって、正負両側の電圧及び電流の変化量に基づき素子インピーダンスＺｄｃを検出したり、負の印加電圧Ｖｎｅｇを印加した時のセンサ電流Ｉｎｅｇから素子インピーダンスＺｄｃを検出したりしてもよい（Ｚｄｃ＝Ｖｎｅｇ／Ｉｎｅｇ）。

【００２６】

例えばエンジン１０の低温始動時等、素子温が低い場合にはＺｄｃ＞２００Ωとなり、マイコン２０はステップ１０４に進んでヒータ３３の「１００％通電制御」を実施する。この１００％通電制御は、ヒータ３３へのデューティ比制御信号を１００％に維持する制御であり、素子インピーダンスＺｄｃが２００Ω以下になりステップ１０３が肯定判別されるまで継続して実施される。

【００２７】

そして、ヒータ３３の加熱作用により素子温が上昇し、ステップ１０３が肯定判別されると、マイコン２０はステップ１０５に進み、素子インピーダンスＺｄｃがフィードバック（Ｆ／Ｂ）制御を開始するための所定の判定値（本実施の形態では、４０Ω程度）以下であるか否かを判別する。ここで、ステップ１０５の判定値は、センサ本体３２の活性状態を判定するものであって、目標インピーダンス（本実施の形態では、３０Ω）に対して「＋１０Ω」程度の値として設定されている。

【００２８】

Ａ／Ｆセンサ３０の活性化完了前であって、ステップ１０５が否定判別された場合、マイコン２０はステップ１０６に進み、「電力制御」によりヒータ３３の通電を制御する。このとき、図９のマップに示すように素子インピーダンスＺｄｃに応じて電力指令値が決定され、その電力指令値に応じてヒータ通電のための制御デューティ比が算出される。

【００２９】

一方、Ａ／Ｆセンサ３０の活性化が完了し、前記ステップ１０５が肯定判別された場合、マイコン２０は、ステップ１０７で「素子インピーダンスＦ／Ｂ制御」を実施する。この素子インピーダンスＦ／Ｂ制御では、以下の手順にてヒータ通電のためのデューティ比Ｄｕｔｙが算出されるようになっている。なお本実施の形態では、その一例としてＰＩＤ制御手順を用いることとする。

【００３０】

つまり、先ずは次の式（１）～（３）により比例項ＧＰ，積分項ＧＩ，微分項ＧＤを算出する。

ＧＰ＝ＫＰ・（Ｚｄｃ－ＺｄｃＴＧ）　　・・・（１）

ＧＩ＝ＧＩi-1＋ＫＩ・（Ｚｄｃ－ＺｄｃＴＧ）　・・・（２）

ＧＤ＝ＫＤ・（Ｚｄｃ－Ｚｄｃi-1）　　・・・（３）

但し、上式において、「ＫＰ」は比例定数、「ＫＩ」は積分定数、「ＫＤ」は積分定数を表し、添字「ｉ－１」は前回処理時の値を表す。

【００３１】

そして、上記比例項ＧＰ，積分項ＧＩ，微分項ＧＤを加算してヒータ通電のためのデューティ比Ｄｕｔｙを算出する（Ｄｕｔｙ＝ＧＰ＋ＧＩ＋ＧＤ）。なお、こうしたヒータ制御手順は、上記のＰＩＤ制御に限定されるものではなく、ＰＩ制御やＰ制御を実施するようにしてもよい。

【００３２】

その後、マイコン２０は、ステップ１０８でＦ／Ｂ実行フラグＸＦＢに「１」をセットして本ルーチンを終了する。このフラグＸＦＢは、素子インピーダンスＦ／Ｂ制御が実施されているか否かを示すものであり、ＸＦＢ＝０はＦ／Ｂ制御の未実施を、ＸＦＢ＝１はＦ／Ｂ制御の実施を表す（但し、このＸＦＢは、図示しないＩＧキーのオン操作時に「０」に初期化されるようになっている）。

【００３３】

次に、前記ステップ１１０のサブルーチンに相当するフェイルセーフ処理ルーチンについ

て図６を用いて説明する。
図６において、マイコン２０は、ステップ１１１～１１３でＦ／Ｂ実行フラグＸＦＢ、ダイアグフラグＸＤＧ及び通電異常フラグＸＦＡＩＬの各々が「１」であるか否かを判別し、その判別結果に応じた処理を実施する。詳細には、マイコン２０は、先ずステップ１１１でＸＦＢ＝１であるか否かを判別し、ＸＦＢ＝０の場合、すなわち素子インピーダンスＺｄｃのＦ／Ｂ制御が開始されていない場合、そのまま本ルーチンを終了して前記図５のルーチンに戻る。また、ＸＦＢ＝１の場合、マイコン２０は、ステップ１１２でＸＤＧ＝１であるか否かを判別する。そして、ＸＤＧ＝１であれば、マイコン２０は、ステップ１１５に進んでヒータ制御のデューティ比Ｄｕｔｙを「０％」とする。

【００３４】

一方、ＸＤＧ＝０であれば、マイコン２０はステップ１１３に進んでＸＦＡＩＬ＝１であるか否かを判別する。ＸＦＡＩＬ＝１の場合、マイコン２０は、ステップ１１４でヒータ制御のデューティ比Ｄｕｔｙを「２％」とし、その後、本ルーチンを終了して前記図５のルーチンに戻る。ＸＦＡＩＬ＝０の場合には、そのまま本ルーチンを終了する（但し実際上、本サブルーチンでは、前記図５でＸＤＧ，ＸＦＡＩＬのいずれかが「１」である旨が判別されているため、ステップ１１４がＮＯとなることはない）。

【００３５】

上記の処理において、ステップ１１４を実施して「Ｄｕｔｙ＝２％」とすることは、ヒータ３３の通電時間をヒータ電圧及びヒータ電流が検出可能な最小時間に設定することであり、かかる場合には、ヒータ通電の異常発生後にも正常状態への復帰が可能となる。このとき、実際にヒータ異常となっている可能性も多分にあるため、その通電時間は短くするほどよく、要はマイコン２０の演算能力や信号入力部のＡ／Ｄ変換能力（ＬＳＢ）に基づき設定されるようになっている。一方、ステップ１１５を実施して「Ｄｕｔｙ＝０％」とすることは、ヒータ通電が停止されてヒータ電圧及びヒータ電流が検出できなくなることであり、かかる場合には、ヒータ通電の異常状態から正常状態への復帰が不能となる。なお本実施の形態では、前記図５のヒータ制御ルーチンが請求項記載のヒータ通電手段に相当し、図６のステップ１１４がフェイルセーフ処理手段に相当する。

【００３６】

次いで、図７の通電異常検出ルーチンを説明する。同図において、マイコン２０は、先ずステップ２０１～２０４でヒータ３３の通電異常の有無を判別する。より具体的に説明すれば、

・ステップ２０１では、ヒータ３３のＯＮ電圧が正常であるか否かを、
・ステップ２０２では、ヒータ３３のＯＮ電流が正常であるか否かを、
・ステップ２０３では、ヒータ３３のＯＦＦ電圧が正常であるか否かを、
・ステップ２０４では、ヒータ３３のＯＦＦ電流が正常であるか否かを、

それぞれに検出する。この場合、ＯＮ，ＯＦＦ電圧及びＯＮ，ＯＦＦ電流は、図１０に示すように、本ルーチンの実行周期と同じ１２８ｍｓｅｃ毎に検出され（図中の▼印は、検出タイミングを示す）、同図の実線波形のようにＯＮ，ＯＦＦ電圧及びＯＮ，ＯＦＦ電流がその時のデューティ比に対応しておれば、ヒータ通電が正常状態であるとみなされる。これに対し、破線波形のようにＯＮ，ＯＦＦ電圧及びＯＮ，ＯＦＦ電流がその時のデューティ比に対応しなければ、ヒータ通電が異常状態であるとみなされることになる。

【００３７】

上記ステップ２０１～２０４の全てが肯定判別された場合、マイコン２０は、ステップ２０５で通電異常フラグＸＦＡＩＬを「０」にクリアすると共に、続くステップ２０６で異常カウンタＣＦＡＩＬを「０」にクリアする。その後、マイコン２０は、ステップ２０７でダイアグフラグＸＤＧを「０」にクリアして、本ルーチンを終了する。

【００３８】

一方、前記ステップ２０１～２０４のいずれかが否定判別された場合、マイコン２０はステップ２０８に進み、通電異常フラグＸＦＡＩＬに「１」をセットする。また、マイコン２０は、ステップ２０９で異常カウンタＣＦＡＩＬを「１」インクリメントすると共に、

続くステップ２１０で異常カウンタＣＦＡＩＬの値が所定の判定値ＫＣＦＡＩＬ（本実施の形態では、５秒程度の値）以上になったか否かを判別する。

【００３９】

かかる場合、ＣＦＡＩＬ＜ＫＣＦＡＩＬであれば、マイコン２０はステップ２０７に進んでダイアグフラグＸＤＧを「０」とする。また、ＣＦＡＩＬ≧ＫＣＦＡＩＬであれば、マイコン２０はステップ２１１に進み、ダイアグフラグＸＤＧに「１」をセットした後、本ルーチンを終了する。

【００４０】

本実施の形態では、図７の通電異常検出ルーチンが請求項記載の異常検出手段及び正常復帰判定手段に相当し、同図のステップ２１０が正常復帰禁止手段に相当する。つまり、ステップ２１０の判別条件が正常復帰判定の禁止条件に相当することになる。

【００４１】

次に、上記各ルーチンによる動作を図１１及び図１２のタイムチャートを用いてより具体的に説明する。なおここで、図１１は、一旦検出されたヒータ３３の通電異常が一時的なものであり、通電異常が正常状態に復帰する場合について示し、図１２は、ヒータ３３の通電異常が解消されず、通電異常が正常状態に復帰しない場合について示す。

【００４２】

図１１において、時間ｔ１では、デューティ比Ｄｕｔｙに対応したヒータ電圧（ヒータ電流）が検出できるのに対し、時間ｔ２では例えば一時的な異常によりヒータ電圧（ヒータ電流）が検出できなくなる。そのため、次の通電異常検出ルーチン（図７）の起動時である時間ｔ３では、通電異常フラグＸＦＡＩＬに「１」がセットされると共に、異常カウンタＣＦＡＩＬのカウントアップが開始される（前記図７のステップ２０８，２０９）。また、この時間ｔ３では、前記通電異常フラグＸＦＡＩＬのセットに伴い、ヒータ３３への制御デューティ比Ｄｕｔｙが「２％」に変更される（前記図６のステップ１１４）。

【００４３】

その後、図中の時間ｔ４直前にて一時的な異常が解消されると、ヒータ電圧（ヒータ電流）はその時のＤｕｔｙ＝２％に相当するものとして検出されるようになり、これによりヒータ通電が正常状態に復帰した旨が判別されることになる。従って、時間ｔ５では、通電異常フラグＸＦＡＩＬが「０」に戻されると共に、異常カウンタＣＦＡＩＬが「０」にクリアされる（図７のステップ２０５，２０６）。またこの時間ｔ５では、デューティ比Ｄｕｔｙが素子インピーダンスＦ／Ｂ制御での指令値に戻される。

【００４４】

かかる図１１の場合には、異常カウンタＣＦＡＩＬの値が所定の判定値ＫＣＦＡＩＬに達しないため、ダイアグフラグＸＤＧに「１」がセットされることはなく、一時的にヒータ通電が異常状態になったとしても正常状態への復帰が可能となる。

【００４５】

一方、図１２では、時間ｔ１１で前記図１１と同様にヒータ電圧（ヒータ電流）に基づいてヒータ通電が異常状態になった旨が検出され、通電異常フラグＸＦＡＩＬに「１」がセットされると共に、異常カウンタＣＦＡＩＬのカウントアップが開始される（前記図７のステップ２０８，２０９）。また、この時間ｔ１１では、前記通電異常フラグＸＦＡＩＬのセットに伴い、ヒータ３３への通電デューティ比Ｄｕｔｙが「２％」に変更される（前記図６のステップ１１４）。

【００４６】

その後、ヒータ通電の異常状態が解消されないと、異常カウンタＣＦＡＩＬのカウントアップ動作が継続され、時間ｔ１２でそのカウンタ値が所定の判定値ＫＣＦＡＩＬに達する。この時間ｔ１２では、ダイアグフラグＸＤＧに「１」がセットされると共に（図７のステップ２１１）、ダイアグフラグＸＤＧのセットに伴ってデューティ比Ｄｕｔｙが「０％」に変更される（図６のステップ１１５）。かかる図１２の場合には、ダイアグフラグＸＤＧに「１」がセットされるため、ヒータ通電の異常状態から正常状態への復帰が不能となる。

【００４７】
なお因みに、ヒータ３３の通電異常に伴い通電が停止され（Ｄｕｔｙ＝０％）、素子温が低下したとしても、その素子温はエンジン１０からの高温の排気ガスにより４００～５００℃程度で保持される。このとき、センサ素子（センサ本体３２）は半活性状態となり、空燃比の検出精度は低下するが、リッチ又はリーンの判定は可能であり、その検出信号によりエンジン１０の燃料噴射制御を継続することができる。従って、ヒータ異常時であっても、センサ素子（センサ本体３２）が正常であれば空燃比制御が継続できることになる。
【００４８】
以上詳述した本実施の形態によれば、以下に示す効果が得られる。
（ａ）本実施の形態では、Ａ／Ｆセンサ３０のヒータ３３の通電異常を検出すると共に、その通電異常が正常状態に復帰したか否かを判定するようにした。つまり、本構成によれば、一時的なヒータ通電の異常発生時にも、異常状態の解消と共にヒータ通電が正常状態に復帰でき、Ａ／Ｆセンサ３０を適正に活性化させることができるようになる。
【００４９】
（ｂ）また、ヒータ３３の異常検出後において、当該ヒータ３３の通電時間（制御デューティ比）をヒータ電圧又はヒータ電流が検出可能な最小時間（最小デューティ比）とした。そして、その最小時間でのヒータ通電時に、それに応じたヒータ電圧又はヒータ電流が正常に検出されれば、ヒータ異常が解消されて正常状態に復帰した旨を判定するようにした。この場合、ヒータ異常の有無が曖昧であっても必要最小限のヒータ通電が継続でき、適正な正常復帰判定が実施できるようになる。またこのとき、実際のヒータ異常時には、ヒータ電圧又はヒータ電流が検出されなくなることから、ヒータ通電が完全に停止されてセンサ保護が図られる。
【００５０】
（ｃ）ヒータ３３の正常復帰判定を、ヒータ通電の異常検出後、所定時間が経過すれば禁止するようにした。つまり、実際にヒータ異常が発生しているにもかかわらず正常復帰判定を継続することは不要である。そこで、禁止条件を設定して実際のヒータ異常時には、正常復帰を禁止するようにした。この場合、必要以上にマイコン２０の演算負荷が増加されることはない。
【００５１】
なお、本発明の実施の形態は、上記以外に次の形態にて実現できる。
マイコン２０にて実行される通電異常検出ルーチン（図７）を図１３のように具体化してもよい。同図において、マイコン２０は、先ずステップ３０１でヒータ通電が正常状態であるか否かを判別する。この判別は、前記図７のステップ２０１～２０４のようにヒータ３３のＯＮ電圧，ＯＮ電流，ＯＦＦ電圧，ＯＦＦ電流がその時々のデューティ比Ｄｕｔｙに対応するか否かの確認により行われる。そして、ヒータ通電の正常時には、マイコン２０はステップ３０２で通電異常フラグＸＦＡＩＬを「０」にクリアすると共に、続くステップ３０３でダイアグフラグＸＤＧを「０」にクリアする。
【００５２】
一方、ヒータ通電の異常時には、マイコン２０はステップ３０４で通電異常フラグＸＦＡＩＬに「１」をセットすると共に、続くステップ３０５で素子インピーダンスＺｄｃが所定の判定値ＫＺｄｃ以上であるか否かを判別する。このステップ３０５は、ヒータ系の断線等に起因する素子温の低下を検出するものである。そして、ステップ３０５が否定判別されれば、ステップ３０３でダイアグフラグＸＤＧを「０」にクリアし、ステップ３０５が肯定判別されれば、ステップ３０６でダイアグフラグＸＤＧに「１」をセットする。
【００５３】
本実施の形態においても、実際のヒータ異常時には、正常復帰が禁止され、必要以上にマイコン２０の演算負荷が増加されることはない。なお本構成では、図１３の通電異常検出ルーチンが請求項記載の異常検出手段及び正常復帰判定手段に相当し、同図のステップ３０５が正常復帰禁止手段に相当する。つまり、ステップ３０５の判別条件が正常復帰判定

の禁止条件に相当することになる。

【００５４】

前記図７又は図１３の通電異常検出ルーチンにおいて、ヒータ３３の通電異常を検出する方法を変更してもよい。例えば、ヒータ３３のＯＮ，ＯＦＦ電圧或いはＯＮ，ＯＦＦ電流のいずれか一方に対して、正常又は異常の判定を行なうようにしてもよい。また、制御デューティ比の変化に伴う実ヒータ電力（＝ヒータ電圧×ヒータ電流）の推移からヒータ３３の通電異常を検出するようにしてもよい。

【００５５】

前記図７の通電異常検出ルーチンにおいて、ステップ２１０の判定値ＫＣＦＡＩＬを可変に設定するようにしてもよい。例えば図１４に示すマップを用い、その時々のバッテリ電圧に応じて判定値ＫＣＦＡＩＬを設定する（前記図１３におけるステップ３０５の判定値ＫＺｄｃも同様である）。このマップでは、バッテリ電圧が低下するほど、判定値ＫＣＦＡＩＬを大きくしている。かかる構成によれば、例えばバッテリ電圧の低下により一時的な通電異常が多発する可能性があっても、通電異常の復帰処理が適正に実施できるようになる。因みに、図１４のマップの横軸のパラメータは、バッテリ電圧に限らず、一時的な通電異常の発生頻度が変化するような要因であればよい。

【００５６】

前記図７のステップ２１０、或いは前記図１３のステップ３０５のような正常復帰判定の禁止条件を廃止してもよい。この場合、ヒータ通電異常の解消時にはいつでも、正常状態への復帰が可能になる。

【００５７】

上記実施の形態では、排気ガス中の酸素濃度に対応するリニアな電流値を出力する限界電流式酸素濃度センサに本発明を具体化したが、これを変更してもよい。例えば、空燃比がリッチかリーンかに応じて２つの異なる電圧信号を出力するタイプの酸素センサ（Ｏ2 センサ）に本発明を具体化してもよい。かかる場合にも、一時的な異常発生時においてその異常解消時には正常状態に復帰させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図１】発明の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。

【図２】Ａ／Ｆセンサの詳細な構成を示す断面図。

【図３】Ａ／Ｆセンサの出力特性を説明するためのＶ－Ｉ特性図。

【図４】ヒータ制御回路の構成を示す回路図。

【図５】ヒータ制御ルーチンを示すフローチャート。

【図６】フェイルセーフ処理ルーチンを示すフローチャート。

【図７】通電異常検出ルーチンを示すフローチャート。

【図８】素子インピーダンスの検出法の一例を説明するための波形図。

【図９】電力制御時において、素子インピーダンスに応じた電力指令値を求めるためのマップ。

【図１０】ヒータ通電の正常状態と異常状態とについて、ヒータ電圧及びヒータ電流の制御波形を示すタイムチャート。

【図１１】実施の形態における動作をより具体的に示すタイムチャート。

【図１２】実施の形態における動作をより具体的に示すタイムチャート。

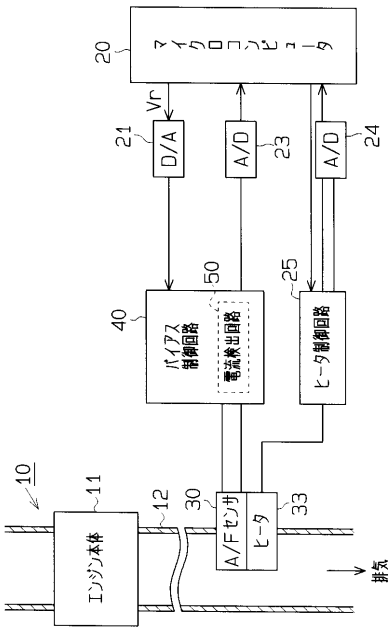
【図１３】他の実施の形態において、通電異常検出ルーチンを示すフローチャート。

【図１４】異常カウンタＣＦＡＩＬの判定値ＫＣＦＡＩＬをバッテリ電圧に応じて設定するためのマップ。

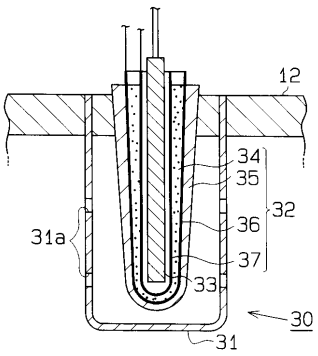
【符号の説明】

１０…エンジン、２０…ヒータ通電手段，異常検出手段，正常復帰判定手段，フェイルセーフ処理手段，正常復帰禁止手段を構成するマイコン（マイクロコンピュータ）、３０…酸素センサとしてのＡ／Ｆセンサ（限界電流式空燃比センサ）、３３…ヒータ。

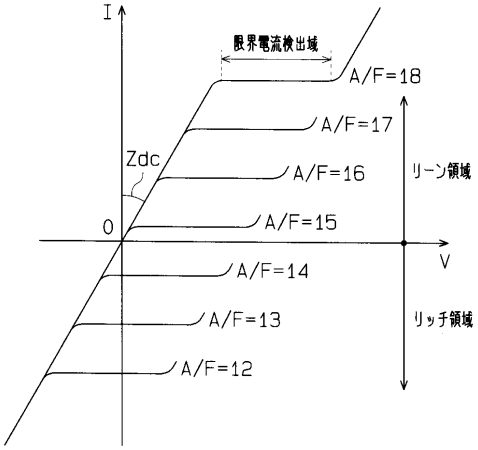
【図１】


20
マイクロコンピュータ
Vr
21
D/A
A/D
23
A/D
24
25
50
40
バイアス制御回路
電流検出回路
ヒータ制御回路
10
11
12
30
A/Fセンサ
ヒータ
33
エンジン本体
排気

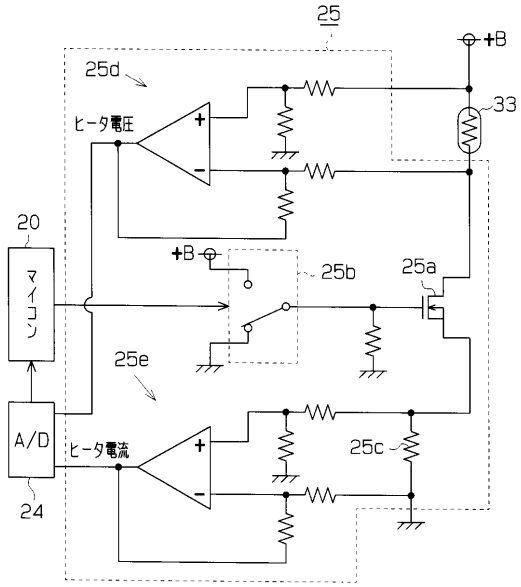
【図２】


12
34
35
32
31a
36
37
33
30
31

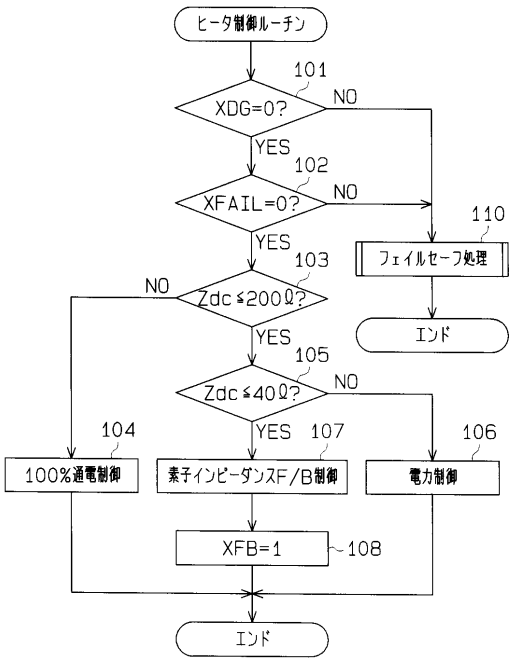
【図３】


I
限界電流検出域
A/F=18
A/F=17
A/F=16
A/F=15
A/F=14
A/F=13
A/F=12
Zdc
0
V
リーン領域
リッチ領域

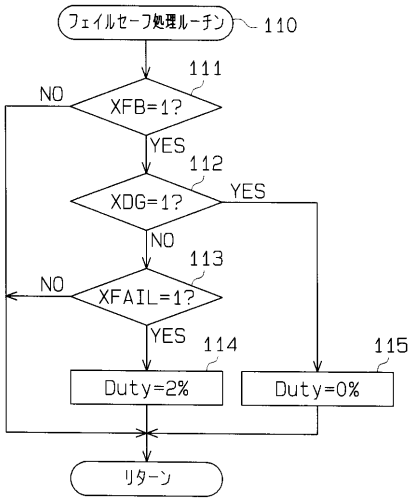
【図４】


25
+B
25d
ヒータ電圧
33
20
コントローラ
+B
25b
25a
25e
A/D
ヒータ電流
25c
24

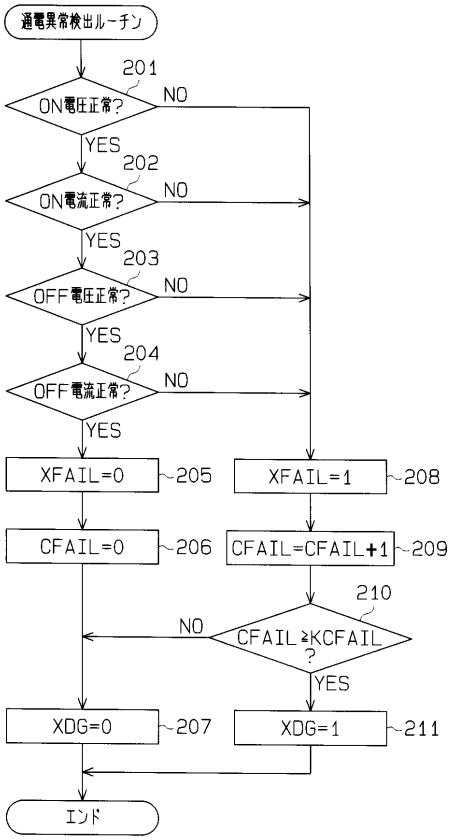
【図５】


ヒータ制御ルーチン
101
XDG=0?
NO
YES
102
XFAIL=0?
NO
110
フェイルセーフ処理
YES
103
NO
Zdc≦200Ω?
エンド
YES
105
Zdc≦40Ω?
NO
104
YES
107
106
100%通電制御
素子インピーダンスF/B制御
電力制御
XFB=1
108
エンド

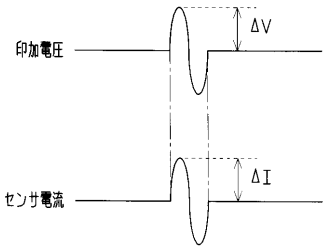
【図６】



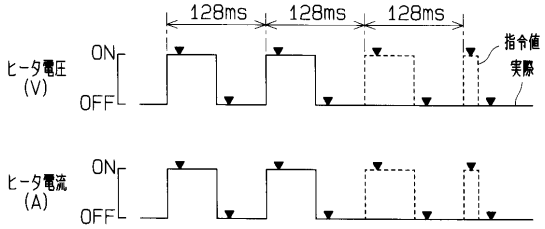

【図７】



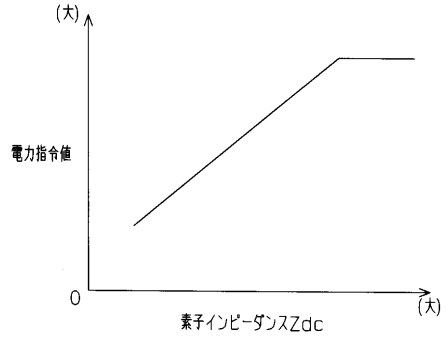

【図８】



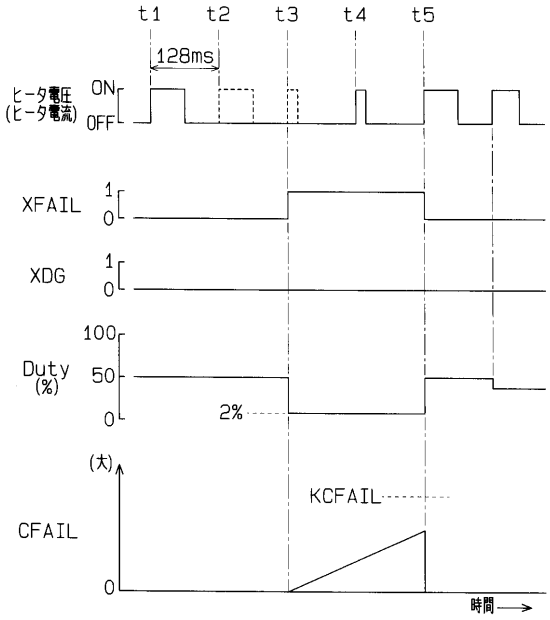

【図１０】



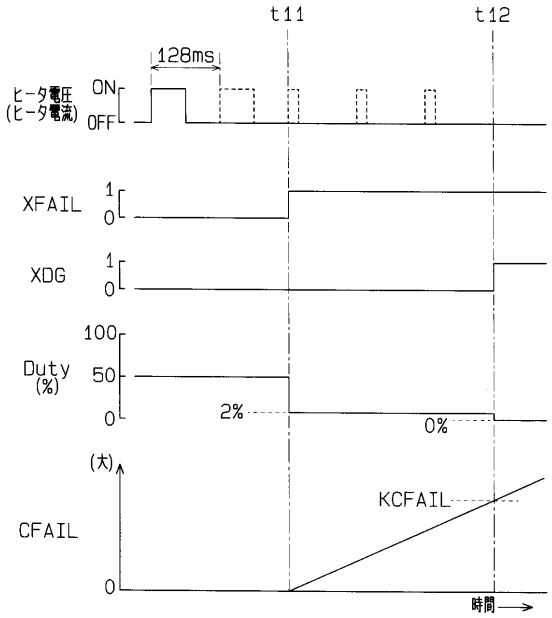

【図９】



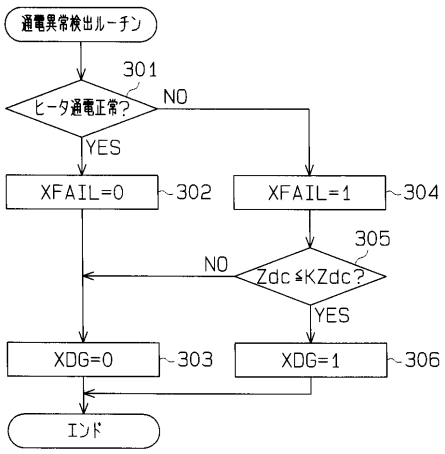
【図１１】



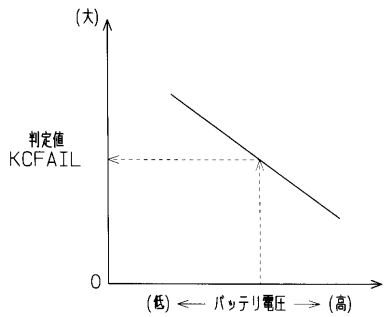

【図１２】




【図１３】




【図１４】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０７－０８３８６７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２７１４７５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F02D 45/00 368
G01N 27/41