

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-299500

(P2009-299500A)

(43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 368H	3G091
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14 31OK	3G301
FO1N 3/24 (2006.01)	FO2D 41/14 31OC	3G384
	FO1N 3/24 R	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-151960 (P2008-151960)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成20年6月10日 (2008.6.10)		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	100104765
			弁理士 江上 達夫
		(74) 代理人	100099645
			弁理士 山本 晃司
		(74) 代理人	100107331
			弁理士 中村 聡延
		(72) 発明者	青木 圭一郎
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

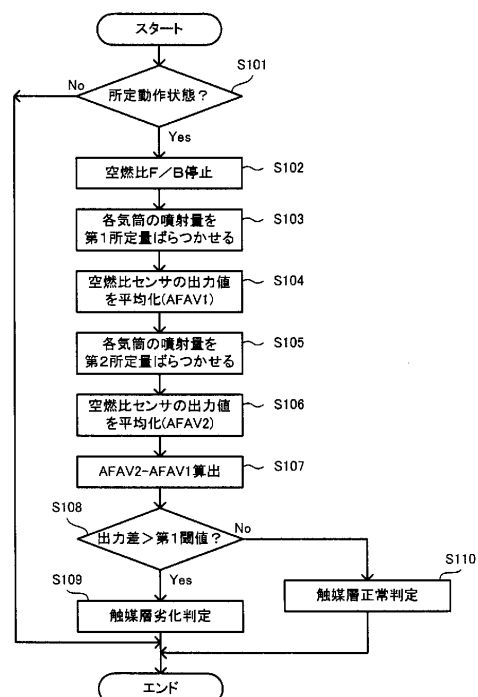
(54) 【発明の名称】 空燃比センサの劣化判定装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 エミッションの悪化を抑制しつつ、触媒の劣化判定を行う。

【解決手段】 空燃比センサの劣化判定装置(1)は、内燃機関(10)の動作状態を検出する動作状態検出手段(31)と、検出された動作状態が所定状態であることを条件に、排気通路(14)における第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ複数の気筒(12a~12d)のうち少なくとも二つの気筒の各々における第2空燃比が第1範囲内で相異なるように燃料供給手段(15)を制御した後に、第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ第2空燃比が第2範囲内で相異なるように燃料供給手段を制御する制御手段(31)と、第2空燃比が第1範囲内で相異なる場合の空燃比センサの出力である第1出力、及び第2空燃比が第2範囲内で相異なる場合の空燃比センサの出力である第2出力に基づいて空燃比センサが劣化しているか否かを判定する判定手段(31)とを備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の気筒と、前記複数の気筒の各々に相互に独立して燃料を供給可能な燃料供給手段と、一端が前記複数の気筒に夫々接続された排気通路に配置された触媒と、前記排気通路における前記触媒の上流側に配置された触媒層を有する空燃比センサとを備える内燃機関における前記空燃比センサの劣化判定装置であって、

前記内燃機関の動作状態を検出する動作状態検出手段と、

前記検出された動作状態が所定状態であることを条件に、前記排気通路における第 1 空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記複数の気筒のうち少なくとも二つの気筒の各々における第 2 空燃比が第 1 範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御した後、前記第 1 空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記第 2 空燃比が第 2 範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する制御手段と、

前記第 2 空燃比が前記第 1 範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第 1 出力、及び前記第 2 空燃比が前記第 2 範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第 2 出力に基づいて前記空燃比センサが劣化しているか否かを判定する判定手段と

を備えることを特徴とする空燃比センサの劣化判定装置。

【請求項 2】

前記判定手段は、

前記第 1 出力及び前記第 2 出力の出力差が第 1 閾値より大きい場合に前記空燃比センサが劣化していると判定し、

前記出力差が前記第 1 閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比センサの劣化判定装置。

【請求項 3】

前記判定手段は、

前記第 1 出力に対する前記第 2 出力の出力比が第 2 閾値より大きい場合に前記空燃比センサが劣化していると判定し、

前記出力比が前記第 2 閾値より小さい場合に劣化していないと判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比センサの劣化判定装置。

【請求項 4】

前記判定手段は、

前記第 1 出力の出力軌跡長である第 1 出力軌跡長及び前記第 2 出力の出力軌跡長である第 2 出力軌跡長を演算する演算手段を含み、

前記演算された第 1 出力軌跡長及び前記演算された第 2 出力軌跡長の軌跡長差が第 3 閾値より大きいことを条件に前記空燃比センサが劣化していると判定し、

前記軌跡長差が前記第 3 閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比センサの劣化判定装置。

【請求項 5】

前記判定手段は、

前記第 1 出力の出力軌跡長である第 1 出力軌跡長及び前記第 2 出力の出力軌跡長である第 2 出力軌跡長を演算する演算手段を含み、

前記演算された第 1 出力軌跡長に対する前記演算された第 2 出力軌跡長の軌跡長比が第 4 閾値より大きいことを条件に前記空燃比センサが劣化していると判定し、

前記軌跡長比が前記第 4 閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の空燃比センサの劣化判定装置。

【請求項 6】

複数の気筒と、前記複数の気筒の各々に相互に独立して燃料を供給可能な燃料供給手段

10

20

30

40

50

と、一端が前記複数の気筒に夫々接続された排気通路に配置された触媒と、前記排気通路における前記触媒の上流側に配置された触媒層を有する空燃比センサとを備える内燃機関における前記空燃比センサの劣化判定方法であって、

前記内燃機関の動作状態を検出する動作状態検出工程と、

前記検出された動作状態が所定状態であることを条件に、

前記排気通路における第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記複数の気筒のうち少なくとも二つの気筒の各々における第2空燃比が第1範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する第1制御工程と、

前記第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記第2空燃比が第2範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する第2制御工程と、

前記第2空燃比が前記第1範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第1出力、及び前記第2空燃比が前記第2範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第2出力に基づいて前記空燃比センサが劣化しているか否かを判定する判定工程と

を備えることを特徴とする空燃比センサの劣化判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空燃比センサに備わる触媒の劣化判定を行う劣化判定装置及び方法の技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の装置として、空燃比を大きく変更した際におけるセンサ触媒（即ち、 O_2 センサに到達する排気を平衡化するための触媒）を備える O_2 センサ出力の遅れ時間を計測し、該計測された遅れ時間が所定時間以下になったときに、センサ触媒が劣化したと判定する空燃比制御装置が提案されている（特許文献1参照）。

【0003】

尚、特許文献2には、触媒層及びヒータを備える空燃比センサの温度が触媒層の劣化開始温度以上であるか否かを判別し、劣化開始温度以上である場合には、所定の下限温度まで空燃比センサの温度が低下するようにヒータへの通電量を制御することによって、触媒層の劣化を防止する技術が記載されている。また、特許文献3には、ガスエンジンの排気通路に設けられた触媒及びヒータを備える空燃比センサにおける排気ガス側電極の表面を摂氏600度以上に保つことによって、水素によるセンサの出力ずれを防止する技術が記載されている。

【0004】

【特許文献1】特開平11-247687号公報

【特許文献2】特開2006-322389号公報

【特許文献3】特開平11-30141号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、触媒の劣化判定のために空燃比を大きく変更しなければならず、エミッションが悪化する可能性があるという技術的問題点がある。また、特許文献2及び3の各々に記載の技術では、触媒の劣化判定を行うことは困難であるという技術的問題点がある。

【0006】

本発明は、例えば上記問題点に鑑みてなされたものであり、エミッションの悪化を抑制しつつ、触媒の劣化判定を行うことができる空燃比センサの劣化判定装置及び方法を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】

本発明の空燃比センサの劣化判定装置は、上記課題を解決するために、複数の気筒と、前記複数の気筒の各々に相互に独立して燃料を供給可能な燃料供給手段と、一端が前記複数の気筒に夫々接続された排気通路に配置された触媒と、前記排気通路における前記触媒の上流側に配置された触媒層を有する空燃比センサとを備える内燃機関における前記空燃比センサの劣化判定装置であって、前記内燃機関の動作状態を検出する動作状態検出手段と、前記検出された動作状態が所定状態であることを条件に、前記排気通路における第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記複数の気筒のうち少なくとも二つの気筒の各々における第2空燃比が第1範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御した後、前記第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記第2空燃比が第2範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する制御手段と、前記第2空燃比が前記第1範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第1出力、及び前記第2空燃比が前記第2範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第2出力に基づいて前記空燃比センサが劣化しているか否かを判定する判定手段とを備える。

10

【0008】

本発明の空燃比センサの劣化判定装置によれば、例えば自動車等のエンジンである内燃機関は、複数の気筒と、該複数の気筒の各々に相互に独立して燃料を供給可能な燃料供給手段と、一端が複数の気筒に夫々接続された排気通路に配置された、例えば三元触媒等の触媒と、排気通路における触媒の上流側に配置された触媒層を有する空燃比センサとを備えて構成される。

20

【0009】

ここに、本発明に係る「空燃比センサ」とは、内燃機関における空燃比を検出するために、少なくとも排気通路を流れる排出ガスにおける酸素濃度に対応する物理量を出力することが可能な手段を包括する概念であり、例えばリニア空燃比センサ、 O_2 センサ等である。尚、「酸素濃度に対応する物理量」は、例えば電流値、電圧値等であってよい。

【0010】

本発明に係る「空燃比センサ」は、該空燃比センサの本体部分である「センサ素子」と、「触媒層」とを有する。ここに、「センサ素子」とは、排出ガスにおける酸素濃度の変化に応じて、センサ素子本体の或いはセンサ素子から適宜電極等を介して取り出される、例えば電流値、電圧値等の何らかの物理量を変化させ得る素子を包括する概念であり、例えばジルコニア (ZrO_2) 又はそれに CaO 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等である。

30

【0011】

動作時には、センサ素子の両端における酸素濃度の差に応じて酸素イオンの移動が生じるため、この酸素イオンの移動に起因して生じる電流又は電圧等の物理量を、本発明に係る「酸素濃度に対応する物理量」として出力することにより、排出ガス中の酸素濃度の検出が可能となる。尚、センサ素子の形状は、酸素濃度の検出を可能とする限りにおいて何ら限定されない。例えば有底円筒形状であってもよいし、平板状であってもよい。

【0012】

また、本発明に係る「触媒層」とは、排出ガス中の水素がセンサ素子に与える影響を、触媒層が設けられない場合と比較して、いくらかなりとも低減し得る手段を包括する概念であり、例えば、触媒担体としてのアルミナ等の多孔質層に白金、ロジウム等の触媒成分を担持させたものである。尚、触媒層は、センサ素子に対する水素の影響を低減可能な限りにおいて、どのような位置に設置されていてもよいが、望ましくは、センサ素子と一体として形成されている。

40

【0013】

ここで、「排出ガス中の水素がセンサ素子に与える影響」とは、センサ素子に到達する排出ガス中の酸素濃度が水素に起因して、実際の酸素濃度から変化してしまうことを意味する。センサ素子は、上述の如く、センサ素子の両端における酸素濃度の差（典型的には、排出ガス中の酸素濃度と外部大気中の酸素濃度との差）に起因して生じる物理量により

50

排出ガス中の酸素濃度を検出している。従って、排出ガス中に水素が存在すると、検出される排出ガス中の酸素濃度（即ち、センサの出力）に誤差が生じることが本願発明者の研究により判明している。この排出ガス中の水素は、気筒で発生する、例えば H_2O 、 CO 、 HC （未燃炭化水素）等が水性ガス還元反応を生じることにより生成される。

【0014】

尚、「一端が複数の気筒に夫々接続された排気通路」とは、排気通路の一端が複数の気筒の各々に対応して複数本に分岐しており、複数本に分岐した排気通路の各々が対応する気筒に接続されていることを意味する。

【0015】

当該空燃比センサの劣化判定装置の動作時には、先ず、例えばメモリ、プロセッサ等を備える動作状態検出手段により内燃機関の動作状態が検出される。ここに、「動作状態を検出」とは、内燃機関の動作に係る、例えば回転数、冷却水温度、吸入空気量、供給燃料量等の何らかの物理量又はパラメータを一又は複数検出することを意味する。

【0016】

次に、例えばメモリ、プロセッサ等を備える制御手段は、検出された動作状態が所定状態であることを条件に、排気通路における第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ複数の気筒のうち少なくとも二つの気筒の各々における第2空燃比が第1範囲内で相互に異なるように燃料供給手段を制御する。その後、制御手段は、第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ第2空燃比が第2範囲内で相互に異なるように燃料供給手段を制御する。

【0017】

ここに、本発明に係る「所定状態」とは、第2空燃比が相互に異なるように燃料供給手段を制御するか否かを決定する状態であり、予め固定状態として又は何らかのパラメータに応じた可変状態として設定される状態である。このような所定状態は、経験的若しくは実験的に又はシミュレーションによって、例えば、各気筒から排出された排出ガスが空燃比センサに到達するまでの時間がほぼ一定となる状態として設定すればよい。

【0018】

「第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ第2空燃比が相互に異なるように」とは、少なくとも二つの気筒のうち一の気筒の空燃比がリッチとなり、他の気筒の空燃比がリーンとなるように燃料が供給されるが、各気筒に供給される燃料量及び吸入される空気量を合わせた全体の空燃比がストイキオメトリに近づくようにという意味である。

【0019】

本発明に係る「第1範囲」とは、空燃比がストイキオメトリである場合に比べて、排出ガス中の水素濃度が高くなるような範囲を意味する。また、本発明に係る「第2範囲」とは、第2空燃比が第1範囲内で相互に異なるように燃料供給手段を制御した場合に比べて、排出ガス中の水素濃度が高くなるような範囲を意味する。

【0020】

例えばメモリ、プロセッサ、コンパレータ等を備えてなる判定手段は、第2空燃比が第1範囲内で相互に異なる場合の空燃比センサの出力である第1出力、及び第2空燃比が第2範囲内で相互に異なる場合の空燃比センサの出力である第2出力に基づいて空燃比センサが劣化しているか否かを判定する。ここに、「空燃比センサが劣化している」とは、空燃比センサが備える触媒層が劣化していることを意味する。

【0021】

本願発明者の研究によれば、空燃比センサが備える触媒層の劣化判定のために、空燃比をリッチ又はリーンに変更しなければならず、劣化判定に起因してエミッションが悪化するおそれがある。加えて、単純に空燃比をリッチ又はリーンに変更しただけでは、触媒層が劣化しているのか、複数の気筒の相互間の空燃比がばらつくことに起因して排出ガス中の水素濃度変動しているのかを判別することが困難であることが判明している。

【0022】

しかるに本発明では、空燃比センサが備える触媒層の劣化判定を行う際に、制御手段に

よって、排気通路における第 1 空燃比がストイキオメトリに近づくように燃料供給手段が制御される。これにより、劣化判定に起因するエミッションの悪化を抑制することができる。

【0023】

加えて、判定手段によって、第 2 空燃比が第 1 範囲内で相互に異なる場合の空燃比センサの出力である第 1 出力、及び第 2 空燃比が第 2 範囲内で相互に異なる場合の空燃比センサの出力である第 2 出力に基づいて空燃比センサが劣化しているか否かが判定される。このように、二つの場合の空燃比センサの出力に基づいて劣化判定を行っているので、触媒層が劣化しているのか、複数の気筒の相互間の空燃比がばらつくことに起因して排出ガス中の水素濃度が変動しているのかを判別することができ、空燃比センサが備える触媒層が劣化しているか否かを正しく判定できる。

10

【0024】

以上の結果、本発明の空燃比センサの劣化判定装置によれば、エミッションの悪化を抑制しつつ、空燃比センサが備える触媒層の劣化判定を行うことができる。

【0025】

本発明の空燃比センサの劣化判定装置の一態様では、前記判定手段は、前記第 1 出力及び前記第 2 出力の出力差が第 1 閾値より大きい場合に前記空燃比センサが劣化していると判定し、前記出力差が前記第 1 閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する。

【0026】

この態様によれば、判定手段は、第 1 出力及び第 2 出力の出力差が第 1 閾値より大きいこと、又は小さいことを判定して、空燃比センサが劣化しているか否かを判定することができる。尚、出力差と第 1 閾値とが「等しい」場合には、どちらかの場合に含めて扱えばよい。

20

【0027】

ここに、本発明に係る「第 1 閾値」とは、空燃比センサが劣化しているか否かを決定する値であり、予め固定値として又は何らかのパラメータに応じた可変値として設定される値である。このような第 1 閾値は、経験的若しくは実験的に又はシミュレーションによって、例えば、出力差と触媒層の劣化の度合いとの関係を求めて、該求められた関係に基づいて、劣化の度合いが許容範囲を超えた時の出力差として設定すればよい。

30

【0028】

或いは、本発明の空燃比センサの劣化判定装置の他の態様では、前記判定手段は、前記第 1 出力に対する前記第 2 出力の出力比が第 2 閾値より大きい場合に前記空燃比センサが劣化していると判定し、前記出力比が前記第 2 閾値より小さい場合に劣化していないと判定する。

【0029】

この態様によれば、判定手段は、第 1 出力に対する第 2 出力の出力比が第 2 閾値より大きいこと、又は小さいことを判定して、空燃比センサが劣化しているか否かを判定することができる。尚、出力比と第 2 閾値とが「等しい」場合には、どちらかの場合に含めて扱えばよい。

40

【0030】

ここに、本発明に係る「第 2 閾値」とは、空燃比センサが劣化しているか否かを決定する値であり、予め固定値として又は何らかのパラメータに応じた可変値として設定される値である。このような第 2 閾値は、経験的若しくは実験的に又はシミュレーションによって、例えば、出力比と触媒層の劣化の度合いとの関係を求めて、該求められた関係に基づいて、劣化の度合いが許容範囲を超えた時の出力比として設定すればよい。

【0031】

或いは、本発明の空燃比センサの劣化判定装置の他の態様では、前記判定手段は、前記第 1 出力の出力軌跡長である第 1 出力軌跡長及び前記第 2 出力の出力軌跡長である第 2 出力軌跡長を演算する演算手段を含み、前記演算された第 1 出力軌跡長及び前記演算された

50

第2出力軌跡長の軌跡長差が第3閾値より大きいことを条件に前記空燃比センサが劣化していると判定し、前記軌跡長差が前記第3閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する。

【0032】

この態様によれば、例えばメモリ、プロセッサ等を備えてなる演算手段は、第1出力の出力軌跡長である第1出力軌跡長及び第2出力の出力軌跡長である第2出力軌跡長を演算する。判定手段は、演算された第1出力軌跡長及び演算された第2出力軌跡長の軌跡長差が第3閾値より大きいこと、又は小さいことを判定して、空燃比センサが劣化しているか否かを判定することができる。ここに、「出力軌跡長」とは、所定期間における空燃比センサの出力波形の長さを意味する。

10

【0033】

ここに、本発明に係る「第3閾値」とは、空燃比センサが劣化しているか否かを決定する値であり、予め固定値として又は何らかのパラメータに応じた可変値として設定される値である。このような第3閾値は、経験的若しくは実験的に又はシミュレーションによって、例えば、軌跡長差と触媒層の劣化の度合いとの関係を求めて、該求められた関係に基づいて、劣化の度合いが許容範囲を超えた時の軌跡長差として設定すればよい。

【0034】

或いは、本発明の空燃比センサの劣化判定装置の他の態様では、前記判定手段は、前記第1出力の出力軌跡長である第1出力軌跡長及び前記第2出力の出力軌跡長である第2出力軌跡長を演算する演算手段を含み、前記演算された第1出力軌跡長に対する前記演算された第2出力軌跡長の軌跡長比が第4閾値より大きいことを条件に前記空燃比センサが劣化していると判定し、前記軌跡長比が前記第4閾値より小さい場合に前記空燃比センサが劣化していないと判定する。

20

【0035】

この態様によれば、判定手段は、演算された第1出力軌跡長に対する演算された第2出力軌跡長の軌跡長比が第4閾値より大きいこと、又は小さいことを判定して、空燃比センサが劣化しているか否かを判定することができる。

【0036】

ここに、本発明に係る「第4閾値」とは、空燃比センサが劣化しているか否かを決定する値であり、予め固定値として又は何らかのパラメータに応じた可変値として設定される値である。このような第4閾値は、経験的若しくは実験的に又はシミュレーションによって、例えば、軌跡長比と触媒層の劣化の度合いとの関係を求めて、該求められた関係に基づいて、劣化の度合いが許容範囲を超えた時の軌跡長比として設定すればよい。

30

【0037】

本発明の空燃比センサの劣化判定方法は、上記課題を解決するために、複数の気筒と、前記複数の気筒の各々に相互に独立して燃料を供給可能な燃料供給手段と、一端が前記複数の気筒に夫々接続された排気通路に配置された触媒と、前記排気通路における前記触媒の上流側に配置された触媒層を有する空燃比センサとを備える内燃機関における前記空燃比センサの劣化判定方法であって、前記内燃機関の動作状態を検出する動作状態検出工程と、前記検出された動作状態が所定状態であることを条件に、前記排気通路における第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記複数の気筒のうち少なくとも二つの気筒の各々における第2空燃比が第1範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する第1制御工程と、前記第1空燃比がストイキオメトリに近づき、且つ前記第2空燃比が第2範囲内で相互に異なるように前記燃料供給手段を制御する第2制御工程と、前記第2空燃比が前記第1範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第1出力、及び前記第2空燃比が前記第2範囲内で相互に異なる場合の前記空燃比センサの出力である第2出力に基づいて前記空燃比センサが劣化しているか否かを判定する判定工程とを備える。

40

【0038】

本発明の空燃比センサの劣化判定方法によれば、上述した本発明の空燃比センサの劣化

50

判定装置と同様に、エミッションの悪化を抑制しつつ、空燃比センサが備える触媒層の劣化判定を行うことができる。

【００３９】

尚、本発明の空燃比センサの劣化判定方法においても、上述した本発明の空燃比センサの劣化判定装置と同様の各種態様を採ることが可能である。

【００４０】

本発明の作用及びその他の利得は次に説明する実施するための最良の形態から明らかにされよう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４１】

以下、本発明に係る空燃比センサの劣化判定装置の実施形態を図面に基づいて説明する。

【００４２】

<第１実施形態>

本発明の空燃比センサの劣化判定装置に係る第１実施形態を、図１から図３を参照して説明する。

【００４３】

先ず、本実施形態に係る劣化判定装置の構成を、図１を参照して説明する。ここに、図１は、本実施形態に係る劣化判定装置の構成を示すブロック図である。

【００４４】

図１において、エンジン１０の本体部１１の複数の気筒１２ａ～１２ｄには、吸気通路１３及び排気通路１４が夫々接続されている。複数の気筒１２ａ～１２ｄの各々には、ここでは図示しない、例えばガソリン等の燃料を貯留する燃料タンクに、デリバリーパイプ１６を介して接続されている燃料噴射弁１５が設けられている。

【００４５】

排気通路１４には、例えば三元触媒等の触媒１７と、該触媒１７の上流側に配置された空燃比センサ２１と、触媒１７の下流側に配置された O_2 センサ２２とが設けられている。空燃比センサ２１には、該空燃比センサ２１に対する排出ガス中の水素の影響を低減するための触媒層（図示せず）が設けられている。

【００４６】

尚、本実施形態に係る「エンジン１０」及び「燃料噴射弁１５」は、夫々、本発明に係る「内燃機関」及び「燃料供給手段」の一例である。

【００４７】

本実施形態に係る劣化判定装置１は、本発明に係る「動作状態検出手段」、「制御手段」、「判定手段」及び「演算手段」の一例としてのＥＣＵ（Ｅｌｅｃｔｒｏｎｉｃ　Ｃｏｎｔｒｏｌ　Ｕｎｉｔ）３１を備えて構成されている。本実施形態では、各種電子制御用のＥＣＵ３１を、劣化判定装置１の一部として用いている。

【００４８】

尚、ＥＣＵ３１は、空燃比センサ２１の出力に基づいて、各気筒１２ａ～１２ｄにおける空燃比が所定値となるように燃料噴射弁１５を制御する（即ち、空燃比フィードバック制御を実行する）。

【００４９】

次に、以上のように構成された劣化判定装置１を備える車両の走行中において、ＥＣＵ３１が実行する空燃比センサ２１の劣化判定処理について、図２のフローチャートを参照して説明する。

【００５０】

図２において、先ず、ＥＣＵ３１は、エンジン１０の動作状態が所定の動作状態であるか否かを判定する（ステップＳ１０１）。ここで、ＥＣＵ３１は、例えば冷却水の温度が所定温度より高いか否か、空燃比センサ２１及び O_2 センサ２２各々の温度が、例えば摂氏７００度～８００度である活性温度範囲内であるか否か、触媒１７の温度が、例えば摂

10

20

30

40

50

氏400度～600度である活性温度範囲内であるか否か、各気筒12a～12dに吸入される空気量及び供給される燃料量が一定であるか否か、並びに、空燃比フィードバックが実行されているか否か等を判定して、エンジン10の動作状態が所定の動作状態であるか否かを判定する。

【0051】

エンジン10の動作状態が所定の動作状態であると判定された場合（ステップS101：Yes）、ECU31は、空燃比フィードバック（F/B）制御を停止する（ステップS102）。他方、エンジン10の動作状態が所定の動作状態でないと判定された場合（ステップS101：No）、一旦処理を終了する。

【0052】

空燃比フィードバック制御を停止した後、ECU31は、各気筒12a～12dにおける空燃比（即ち、本発明に係る「第2空燃比」）が、例えばストイキオメトリに対して±3%である第1範囲内で相互に異なるように、且つ排気通路14における空燃比（即ち、本発明に係る「第1空燃比」）がストイキオメトリに近づくように燃料噴射弁15を制御して、各気筒12a～12dに供給される燃料量（即ち、噴射量）を第1所定量だけばらつかせる（ステップS103）。

【0053】

具体的には例えば、ECU31は、気筒12a及び12c各々における空燃比がリッチとなるように、且つ気筒12b及び12d各々における空燃比がリーンとなるように燃料噴射弁15を制御する。尚、「排気通路14における空燃比」とは、典型的には、排気通路14のうち合流部分より下流における空燃比を意味する。

【0054】

上記ステップS103の処理と並行して、ECU31は、本発明に係る「第1出力」の一例としての空燃比センサ21の出力値の平均値（AFAV1）を取得する（ステップS104）。

【0055】

次に、ECU31は、各気筒12a～12dにおける空燃比が、例えばストイキオメトリに対して±5%である第2範囲内で相互に異なるように、且つ排気通路14における空燃比がストイキオメトリに近づくように燃料噴射弁15を制御して、各気筒12a～12dに供給される燃料量を第2所定量だけばらつかせる（ステップS105）。

【0056】

上記ステップS105の処理と並行して、ECU31は、本発明に係る「第2出力」の一例としての空燃比センサ21の出力値の平均値（AFAV2）を取得する（ステップS106）。

【0057】

次に、ECU31は、本発明に係る「出力差」の一例としての、取得されたAFAV2から取得されたAFAV1を引いた値（AFAV2－AFAV1）を算出する（ステップS107）。続いて、ECU31は、算出された値が第1閾値より大きいと判定するか否かを判定する（ステップS108）。

【0058】

算出された値が第1閾値より大きいと判定された場合（ステップS108：Yes）、ECU31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していると判定して（ステップS109）、一旦処理を終了する。他方、算出された値が第1閾値より小さいと判定された場合（ステップS108：No）、ECU31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していない（即ち、正常である）と判定して（ステップS110）、一旦処理を終了する。

【0059】

ここで、空燃比センサ21が備える触媒層が正常な場合及び劣化している場合の各々における空燃比センサ21の出力値の平均値について、図3を参照して説明する。ここに、図3は、本実施形態に係る空燃比センサの出力値の平均値の一例を示す概念図である。尚

10

20

30

40

50

、図中の実線 a 及び b は、夫々、触媒層が正常な場合の出力値の平均値及び触媒層が劣化している場合の出力値の平均値である。

【0060】

空燃比センサ 21 が備える触媒層が正常である場合、上記ステップ S 104 の処理において取得される A F A V 1 は d 1 となり、上記ステップ S 106 の処理において取得される A F A V 2 は d 2 となる。従って、上記ステップ S 107 の処理において算出される値は、 $d 2 - d 1$ となる。

【0061】

他方、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化している場合、上記ステップ S 104 の処理において取得される A F A V 1 は d 3 となり、上記ステップ S 106 の処理において取得される A F A V 2 は d 4 となる。従って、上記ステップ S 107 の処理において算出される値は、 $d 4 - d 3$ となる。

【0062】

このように、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化している場合は、算出された値が大きくなるので、上記ステップ S 108 の処理において、算出された値が第 1 閾値より大きいかなんかを判定することによって、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化しているかなんかを判定することができる。

【0063】

＜第 2 実施形態＞

本発明の空燃比センサの劣化判定装置に係る第 2 実施形態を、図 4 を参照して説明する。第 2 実施形態では、E C U が実行する劣化判定処理が一部異なる以外は、第 1 実施形態の構成と同様である。よって、第 2 実施形態について、第 1 実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図 4 を参照して説明する。ここに、図 4 は、本実施形態において E C U 31 が実行する空燃比センサ 21 の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【0064】

図 4 において、E C U 31 は、本発明に係る「出力比」の一例としての、取得された A F A V 1 に対する取得された A F A V 2 の比 ($A F A V 2 / A F A V 1$) を算出する (ステップ S 201)。続いて、E C U 31 は、算出された比が第 2 閾値より大きいかなんかを判定する (ステップ S 202)。

【0065】

具体的には例えば、空燃比センサ 21 が備える触媒層が正常である場合、上記ステップ S 201 の処理において算出される比 ($A F A V 2 / A F A V 1$) は $d 2 / d 1$ となる (図 3 参照)。他方、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化している場合、上記ステップ S 201 の処理において算出される比 ($A F A V 2 / A F A V 1$) は $d 4 / d 3$ となる (図 3 参照)。

【0066】

このように、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化している場合は、算出された比が大きくなるので、上記ステップ S 202 の処理において、算出された比が第 2 閾値より大きいかなんかを判定することによって、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化しているかなんかを判定することができる。

【0067】

算出された比が第 2 閾値より大きいと判定された場合 (ステップ S 202 : Y e s)、E C U 31 は、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化していると判定して (ステップ S 203)、一旦処理を終了する。他方、算出された比が第 2 閾値より小さいと判定された場合 (ステップ S 202 : N o)、E C U 31 は、空燃比センサ 21 が備える触媒層が劣化していないと判定して (ステップ S 204)、一旦処理を終了する。

【0068】

＜第 3 実施形態＞

本発明の空燃比センサの劣化判定装置に係る第 3 実施形態を、図 5 を参照して説明する

。第3実施形態では、ECUが実行する劣化判定処理が一部異なる以外は、第1実施形態の構成と同様である。よって、第3実施形態について、第1実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図5を参照して説明する。ここに、図5は、本実施形態においてECU31が実行する空燃比センサ21の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【0069】

図5において、ECU31は、図2に示したステップS103の処理と並行して、本発明に係る「第1出力軌跡長」の一例としての空燃比センサ21の出力波形の長さ（AFSUM1）を取得する（ステップS301）。

【0070】

次に、ECU31は、各気筒12a～12dにおける空燃比が、例えばストイキオメトリに対して±5%である第2範囲内で相互に異なるように、且つ排気通路14における空燃比がストイキオメトリに近づくように燃料噴射弁15を制御して、各気筒12a～12dに供給される燃料量を第2所定量だけばらつかせる（ステップS302）。

【0071】

上記ステップS302の処理と並行して、ECU31は、本発明に係る「第2出力軌跡長」の一例としての空燃比センサ21の出力波形の長さ（AFSUM2）を取得する（ステップS303）。

【0072】

次に、ECU31は、本発明に係る「軌跡長差」の一例としての、取得されたAFSUM2から取得されたAFSUM1を引いた値（AFSUM2－AFSUM1）を算出する（ステップS304）。続いて、ECU31は、算出された値が第3閾値より大きいかなを判定する（ステップS305）。

【0073】

算出された値が第3閾値より大きいと判定された場合（ステップS305：Yes）、ECU31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していると判定して（ステップS306）、一旦処理を終了する。他方、算出された値が第3閾値より小さいと判定された場合（ステップS305：No）、ECU31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していないと判定して（ステップS307）、一旦処理を終了する。

【0074】

尚、空燃比センサ21の出力波形の長さは、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化している程長くなる。また、各気筒12a～12dに供給される燃料量のばらつきが大きい程、空燃比センサ21の出力波形の長さが長くなる。従って、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化している程、上記ステップS304において算出された値（AFSUM2－AFSUM1）が大きくなる。

【0075】

<第4実施形態>

本発明の空燃比センサの劣化判定装置に係る第4実施形態を、図6を参照して説明する。第4実施形態では、ECUが実行する劣化判定処理が一部異なる以外は、第3実施形態の構成と同様である。よって第4実施形態について、第3実施形態と重複する説明を省略すると共に、図面上における共通箇所には同一符号を付して示し、基本的に異なる点についてのみ、図6を参照して説明する。ここに、図6は、本実施形態においてECU31が実行する空燃比センサ21の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【0076】

図6において、ECU31は、本発明に係る「軌跡長比」の一例としての、取得されたAFSUM1に対する取得されたAFSUM2の比（AFSUM2／AFSUM1）を算出する（ステップS401）。続いて、ECU31は、算出された比が第4閾値より大きいかなを判定する（ステップS402）。

【0077】

算出された比が第4閾値より大きいと判定された場合（ステップS402：Yes）、

10

20

30

40

50

ECU 31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していると判定して（ステップS403）、一旦処理を終了する。他方、算出された比が第4閾値より小さいと判定された場合（ステップS402：No）、ECU 31は、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化していないと判定して（ステップS404）、一旦処理を終了する。

【0078】

尚、上述の如く、空燃比センサ21の出力波形の長さは、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化している程長くなる。また、各気筒12a～12dに供給される燃料量のばらつきが大きい程、空燃比センサ21の出力波形の長さが長くなる。従って、空燃比センサ21が備える触媒層が劣化している程、上記ステップS401において算出された比（AFSUM2/AFSUM1）が大きくなる。

10

【0079】

尚、本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨、或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う空燃比センサの劣化判定装置及び方法もまた、本発明の技術的範囲に含まれるものである。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】第1実施形態に係る劣化判定装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態に係るECUが実行する劣化判定処理を示すフローチャートである。

20

【図3】第1実施形態に係る空燃比センサの出力値の平均値の一例を示す概念図である。

【図4】第2実施形態に係るECUが実行する劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図5】第3実施形態に係るECUが実行する劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図6】第4実施形態に係るECUが実行する劣化判定処理を示すフローチャートである。

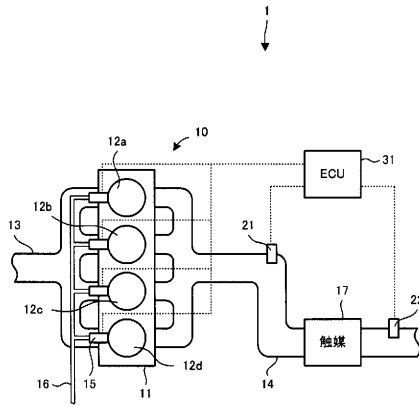
【符号の説明】

【0081】

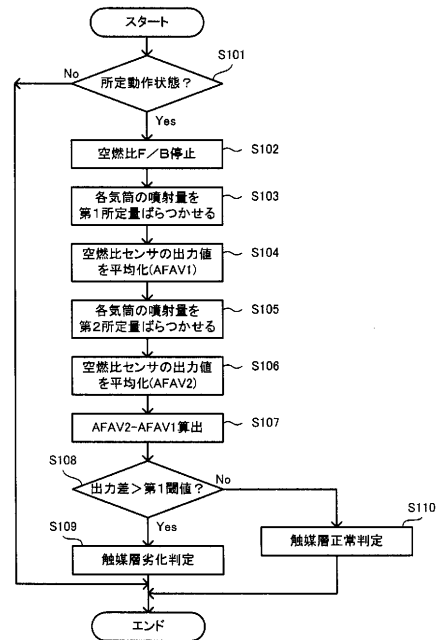
1…劣化判定装置、10…エンジン、11…本体部、12a～12d…気筒、13…吸気通路、14…排気通路、15…燃料噴射弁、16…デリバリーパイプ、17…触媒、21…空燃比センサ、22…O₂センサ、31…ECU

30

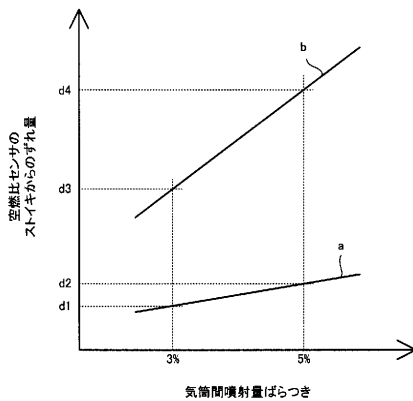
【図 1】



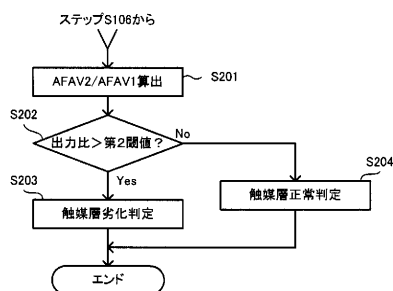
【図 2】



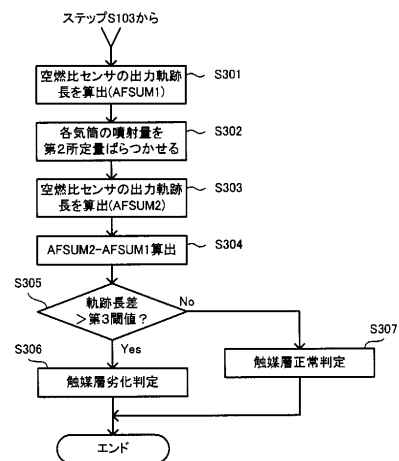
【図 3】



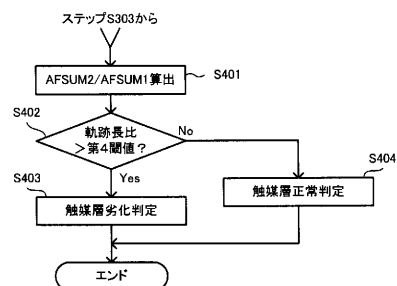
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G091 AA17 AA28 AB03 BA31 CB02 DA01 DA02 DB01 DB07 DB10
DB11 EA34 FB10 FB11 FB12 HA36 HA37 HA42
3G301 JA21 JB01 JB09 MA01 NA01 NA08 ND01 ND15 ND17 NE13
NE14 NE15 PA01Z PB03Z PD08B PD08Z
3G384 BA09 BA31 DA14 DA43 DA44 DA46 EA01 EA06 EB05 EB06
EB07 ED01 ED07 FA01Z FA14Z FA37B FA37Z FA42B FA42Z FA46Z