

(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2012-241608

(P2012-241608A)

(43) 公開日 平成24年12月10日 (2012. 12. 10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 27/02 (2006.01)	FO2M 27/02 Z	3G384
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 345K	
	FO2M 27/02 J	
	FO2M 27/02 Q	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-112142 (P2011-112142)
 (22) 出願日 平成23年5月19日 (2011. 5. 19)

(71) 出願人 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 100098420
 弁理士 加古 宗男
 (72) 発明者 犬塚 寛之
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 三輪 真
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 Fターム(参考) 3G384 BA47 CA25 CB09 DA42 EE11
 FA46B

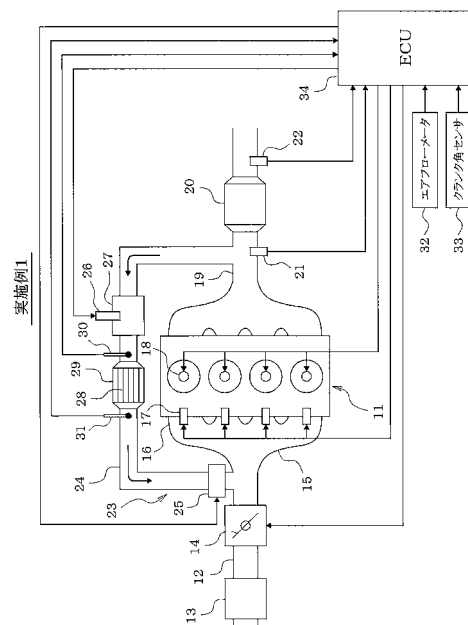
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジンに供給される燃料を改質する機能を備えたシステムにおいて、低コスト化の要求を満たしながら、燃料改質触媒の劣化診断を行うことができるようにする。

【解決手段】 燃料改質触媒28の入口側の温度を検出する入口側温度センサ30と、燃料改質触媒28の出口側の温度を検出する出口側温度センサ31とを設ける。ECU34は、改質運転モード中に、EGR弁25を開弁して排出ガスの一部をEGRガスとして吸気側へ還流させながら、改質用燃料噴射弁26でEGRガス中に改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を燃焼性の高い状態に改質する改質制御を実行する。この改質制御の実行中に、出口側温度センサ31で検出した触媒出口側温度と入口側温度センサ30で検出した触媒入口側温度との温度差を算出し、この温度差を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定する劣化診断を行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の吸気系に供給される媒体ガス中に改質用の燃料を噴射する改質用燃料噴射手段と、前記媒体ガス中の燃料を改質する燃料改質触媒とを備えた内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置において、

前記燃料改質触媒での反応熱量の情報を検出する反応熱量情報検出手段と、

前記反応熱量情報検出手段で検出した反応熱量の情報に基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行う触媒劣化診断手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 2】

前記反応熱量情報検出手段として、前記燃料改質触媒の入口側の温度（以下「触媒入口側温度」という）を検出する入口側温度検出手段と、前記燃料改質触媒の出口側の温度（以下「触媒出口側温度」という）を検出する出口側温度検出手段とを備え、

前記触媒劣化診断手段は、前記燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の実行中に前記入口側温度検出手段で検出した触媒入口側温度と前記出口側温度検出手段で検出した触媒出口側温度とに基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 3】

前記反応熱量情報検出手段として、前記燃料改質触媒の温度（以下「触媒温度」という）又は前記燃料改質触媒の出口側の温度（以下「触媒出口側温度」という）を検出する温度検出手段を備え、

前記触媒劣化診断手段は、前記燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に前記温度検出手段で検出した触媒温度又は触媒出口側温度と前記改質制御の開始後に前記温度検出手段で検出した触媒温度又は触媒出口側温度とに基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 4】

内燃機関の吸気系に供給される媒体ガス中に改質用の燃料を噴射する改質用燃料噴射手段と、前記媒体ガス中の燃料を改質する燃料改質触媒とを備えた内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置において、

前記内燃機関の燃焼状態の情報を検出する燃焼状態情報検出手段と、

前記燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報に基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行う触媒劣化診断手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 5】

前記触媒劣化診断手段は、前記燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に前記燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報と前記改質制御の開始後に前記燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報とに基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 6】

前記燃焼状態情報検出手段は、前記燃焼状態の情報として、燃焼安定性指標、着火遅れ期間、主燃焼期間、燃焼重心、筒内圧力最大値、EGR 限界、燃焼速度のうち少なくとも一つを検出することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 7】

内燃機関の吸気系に供給される媒体ガス中に改質用の燃料を噴射する改質用燃料噴射手段と、前記媒体ガス中の燃料を改質する燃料改質触媒とを備えた内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置において、

前記燃料改質触媒の出口側で燃料の改質度合を検出する改質度合検出手段と、

前記改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合に基づいて前記燃料改質触媒の劣化診

10

20

30

40

50

断を行う触媒劣化診断手段と

を備えていることを特徴とする内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 8】

前記触媒劣化診断手段は、前記燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に前記改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合と前記改質制御の開始後に前記改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合とに基づいて前記燃料改質触媒の劣化診断を行うことを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

【請求項 9】

前記改質度合検出手段は、前記燃料の改質度合として水素濃度を検出する水素センサであることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に供給される燃料を改質する機能を備えた内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置に関する発明である。

【背景技術】

【0002】

内燃機関に改質した燃料を供給する技術としては、例えば、特許文献 1（特開 2004 - 218548 号公報）に記載されているように、燃料タンク内の燃料を燃料噴射弁に供給する燃料供給通路の途中に、燃料を改質するためのヒータや改質触媒を備えた改質器を配置するようにしたものがある。

20

【0003】

このような改質器を備えたシステムでは、改質器に異常（例えば改質触媒の劣化）が発生して燃料を正常に改質できなくなると、内燃機関の燃焼状態が悪化する可能性があるため、改質器の異常が発生した場合には、その異常を早期に検出することが好ましい。

【0004】

そこで、上記特許文献 1 では、改質器の異常により燃料の改質状態（例えば高沸点成分の含有割合）が変化すると、燃料の物性（比重や蒸気圧）が変化することに着目して、改質器の下流側に、改質器から送り出された燃料を貯溜する貯溜タンクを設けると共に、この貯溜タンク内の燃料の物性（比重又は蒸気圧）を検出するセンサを設け、このセンサで検出した燃料の物性を基準値と比較して改質器（改質触媒等）の異常の有無を判定するようにしている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2004 - 218548 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

40

しかし、上記特許文献 1 の異常診断技術では、改質器から送り出された燃料を貯溜する貯溜タンクを設ける必要があると共に、この貯溜タンク内の燃料の物性（例えば比重）を検出する特殊なセンサを設ける必要があるため、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができないという欠点がある。

【0007】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、低コスト化の要求を満たしながら、燃料改質触媒の劣化診断を行うことができる内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

上記課題を解決するために、請求項 1 に係る発明は、内燃機関の吸気系に供給される媒体ガス中に改質用の燃料を噴射する改質用燃料噴射手段と、媒体ガス中の燃料を改質する燃料改質触媒とを備えた内燃機関の燃料改質システムの触媒劣化診断装置において、燃料改質触媒での反応熱量の情報を検出する反応熱量情報検出手段と、この反応熱量情報検出手段で検出した反応熱量の情報に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行う触媒劣化診断手段とを備えた構成としたものである。

【 0 0 0 9 】

燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒での反応熱量（発熱量又は吸熱量）が減少するため、燃料改質触媒での反応熱量の情報を利用すれば、燃料改質触媒の劣化の有無を判定する劣化診断を行うことができる。しかも、従来技術のように燃料を貯溜する貯溜タンクや燃料の物性を検出する特殊なセンサ等を設けるといった必要が無い場合、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

10

【 0 0 1 0 】

この場合、請求項 2 のように、反応熱量情報検出手段として、燃料改質触媒の入口側の温度（以下「触媒入口側温度」という）を検出する入口側温度検出手段と、燃料改質触媒の出口側の温度（以下「触媒出口側温度」という）を検出する出口側温度検出手段とを備え、触媒劣化診断手段は、燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の実行中に入口側温度検出手段で検出した触媒入口側温度と出口側温度検出手段で検出した触媒出口側温度とに基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。

20

【 0 0 1 1 】

燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒での反応熱量が減少して、改質制御の実行中の触媒入口側温度と触媒出口側温度との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の実行中に検出した触媒入口側温度と触媒出口側温度とを用いれば、燃料改質触媒の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【 0 0 1 2 】

或は、請求項 3 のように、反応熱量情報検出手段として、燃料改質触媒の温度（以下「触媒温度」という）又は燃料改質触媒の出口側の温度（以下「触媒出口側温度」という）を検出する温度検出手段を備え、触媒劣化診断手段は、燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に温度検出手段で検出した触媒温度又は触媒出口側温度と改質制御の開始後に温度検出手段で検出した触媒温度又は触媒出口側温度とに基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。

30

【 0 0 1 3 】

燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒での反応熱量が減少して、改質制御の開始前の触媒温度又は触媒出口側温度と改質制御の開始後の触媒温度又は触媒出口側温度との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した触媒温度又は触媒出口側温度と改質制御の開始後に検出した触媒温度又は触媒出口側温度とを用いれば、燃料改質触媒の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【 0 0 1 4 】

しかしながら、本発明は、改質制御の開始後（つまり改質制御の実行中）に温度検出手段で検出した触媒温度又は触媒出口側温度に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。

40

【 0 0 1 5 】

また、請求項 4 のように、内燃機関の燃焼状態の情報を検出する燃焼状態情報検出手段と、この燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行う触媒劣化診断手段とを備えた構成としても良い。燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒による燃料の改質度合が低下して、内燃機関の燃焼状態が変化するため、燃焼状態の情報を利用すれば、燃料改質触媒の劣化の有無を判定する劣化診断を行うことができる。

【 0 0 1 6 】

50

この場合、請求項5のように、触媒劣化診断手段は、燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報と改質制御の開始後に燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報とに基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒による燃料の改質度合が低下して、改質制御の開始前の燃焼状態と改質制御の開始後の燃焼状態との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した燃焼状態の情報と改質制御の開始後に検出した燃焼状態の情報とを用いれば、燃料改質触媒の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0017】

しかしながら、本発明は、改質制御の開始後（つまり改質制御の実行中）に燃焼状態情報検出手段で検出した燃焼状態の情報に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。

10

【0018】

更に、請求項6のように、燃焼状態情報検出手段は、燃焼状態の情報として、燃焼安定性指標、着火遅れ期間、主燃焼期間、燃焼重心、筒内圧力最大値、EGR限界、燃焼速度のうち少なくとも一つを検出するようにすると良い。これらのパラメータは、いずれも内燃機関の燃焼状態を精度良く反映した情報となる。

【0019】

また、請求項7のように、燃料改質触媒の出口側で燃料の改質度合を検出する改質度合検出手段と、この改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行う触媒劣化診断手段とを備えた構成としても良い。燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒による燃料の改質度合が低下するため、燃料の改質度合を用いれば、燃料改質触媒の劣化の有無を判定する劣化診断を行うことができる。

20

【0020】

この場合、請求項8のように、触媒劣化診断手段は、燃料改質触媒で燃料を改質する改質制御の開始前に改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合と改質制御の開始後に改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合とに基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。燃料改質触媒が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒による燃料の改質度合が低下して、改質制御の開始前の燃料の改質度合と改質制御の開始後の燃料の改質度合との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した燃料の改質度合と改質制御の開始後に検出した燃料の改質度合とを用いれば、燃料改質触媒の劣化の有無を精度良く判定することができる。

30

【0021】

しかしながら、本発明は、改質制御の開始後（つまり改質制御の実行中）に改質度合検出手段で検出した燃料の改質度合に基づいて燃料改質触媒の劣化診断を行うようにしても良い。

【0022】

また、燃料改質触媒によって燃料を水素濃度の高い状態に改質するシステムの場合、請求項9のように、改質度合検出手段は、燃料の改質度合として水素濃度を検出する水素センサを用いるようにしても良い。このようにすれば、燃料の改質度合（水素濃度）を精度良く検出することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は本発明の実施例1におけるエンジン制御システムの概略構成を示す図である。

【図2】図2は実施例1（発熱反応触媒の場合）の劣化診断方法を説明するタイムチャートである。

【図3】図3は実施例1（吸熱反応触媒の場合）の劣化診断方法を説明するタイムチャートである。

50

【図 4】図 4 は実施例 1 (発熱反応触媒の場合) の触媒劣化診断ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 5】図 5 は改質用燃料の噴射量と劣化判定閾値との関係を説明する図である。

【図 6】図 6 は EGR ガス流量と劣化判定閾値との関係を説明する図である。

【図 7】図 7 は実施例 1 (吸熱反応触媒の場合) の触媒劣化診断ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 8】図 8 は実施例 1 (発熱反応触媒の場合) の触媒劣化診断の実行例を説明するタイムチャートである。

【図 9】図 9 は実施例 1 (吸熱反応触媒の場合) の触媒劣化診断の実行例を説明するタイムチャートである。

10

【図 10】図 10 は実施例 2 におけるエンジン制御システムの概略構成を示す図である。

【図 11】図 11 は実施例 2 の劣化診断方法を説明するタイムチャートである。

【図 12】図 12 は実施例 2 の触媒劣化診断ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 13】図 13 は実施例 2 の触媒劣化診断の実行例を説明するタイムチャートである。

【図 14】図 14 は実施例 3 におけるエンジン制御システムの概略構成を示す図である。

【図 15】図 15 は実施例 3 の劣化診断方法を説明するタイムチャートである。

【図 16】図 16 は実施例 3 の触媒劣化診断ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図 17】図 17 は実施例 3 の触媒劣化診断の実行例を説明するタイムチャートである。

20

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための形態を具体化した幾つかの実施例を説明する。

【実施例 1】

【0025】

本発明の実施例 1 を図 1 乃至図 9 に基づいて説明する。

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。

【0026】

内燃機関であるエンジン 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、モータ等によって開度調節されるスロットルバルブ 14 が設けられている。

30

【0027】

更に、スロットルバルブ 14 の下流側には、サージタンク 15 が設けられている。このサージタンク 15 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 16 が設けられ、各気筒の吸気マニホールド 16 に接続された吸気ポート (図示せず) 又はその近傍に、それぞれ吸気ポートに燃料を噴射する燃料噴射弁 17 が取り付けられている。また、エンジン 11 のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ 18 が取り付けられ、各点火プラグ 18 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

【0028】

一方、エンジン 11 の排気管 19 には、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒 20 が設けられ、この触媒 20 の上流側と下流側に、それぞれ排出ガスの空燃比又はリッチ/リーン等を検出する排出ガスセンサ 21, 22 (空燃比センサ、酸素センサ等) が設けられている。

40

【0029】

このエンジン 11 には、排出ガスの一部を EGR ガスとして吸気側へ還流させる EGR 装置 23 が搭載されている。この EGR 装置 23 は、排気管 19 のうちの触媒 20 の上流側と吸気管 12 のうちのスロットルバルブ 14 の下流側との間に EGR 配管 24 が接続され、この EGR 配管 24 に、排出ガス還流量 (外部 EGR 量) を調整する EGR 弁 25 が設けられている。

【0030】

50

更に、EGR配管24には、EGRガス(媒体ガス)中に改質用の燃料を噴射する改質用燃料噴射弁26(改質用燃料噴射手段)を備えた燃料噴射装置27と、EGRガス中の燃料を改質する燃料改質触媒28を備えた燃料改質器29が設けられている。この燃料改質触媒28での反応熱量の情報を検出する反応熱量情報検出手段として、燃料改質触媒28の入口側のEGRガスの温度(以下「触媒入口側温度」という)を検出する入口側温度センサ30(入口側温度検出手段)と、燃料改質触媒28の出口側のEGRガスの温度(以下「触媒出口側温度」という)を検出する出口側温度センサ31(出口側温度検出手段)とが設けられている。各気筒の燃料噴射弁17と改質用燃料噴射弁26には、共通の燃料タンク(図示せず)から燃料が供給される。

【0031】

また、エンジン11には、吸入空気量を検出するエアフローメータ32や、クランク軸(図示せず)が所定クランク角回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ33等が設けられ、このクランク角センサ33の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

【0032】

これら各種センサの出力は、電子制御ユニット(以下「ECU」と表記する)34に入力される。このECU34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)に記憶された各種のエンジン制御用のプログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて、燃料噴射量、点火時期、スロットル開度(吸入空気量)等を制御する。

【0033】

また、ECU34は、エンジン11の運転状態が所定の改質運転領域(例えば低回転・低負荷運転領域)のときに、通常運転モードから改質運転モードに切り換える。この改質運転モードでは、EGR弁25を開弁して排出ガスの一部をEGRガスとして吸気側へ還流させながら、改質用燃料噴射弁26でEGRガス中に改質用の燃料を噴射して気化させ、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を燃焼性の高い状態(例えば水素濃度の高い状態)に改質する改質制御を実行することで、改質された燃料をエンジン11の吸気管12に供給する。

【0034】

燃料改質触媒28が発熱反応触媒の場合、ECU34は、後述する図4の触媒劣化診断ルーチンを実行することで、改質制御の実行中に出口側温度センサ31で検出した触媒出口側温度と入口側温度センサ30で検出した触媒入口側温度との温度差を所定の劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定する劣化診断を行う。

【0035】

図2に示すように、燃料改質触媒28が発熱反応触媒の場合、燃料改質触媒28が劣化すると、正常時(劣化無し時)と比べて、燃料改質触媒28での発熱量が減少して、改質制御の実行中の触媒入口側温度に対する触媒出口側温度の上昇具合が正常時とは異なってくるため、改質制御の実行中に検出した触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差を劣化判定閾値と比較すれば、燃料改質触媒28の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0036】

以下、燃料改質触媒28が発熱反応触媒の場合にECU34が実行する図4の触媒劣化診断ルーチンの処理内容を説明する。

【0037】

図4に示す触媒劣化診断ルーチンは、ECU34の電源オン期間中(イグニッションスイッチのオン期間中)に所定周期で繰り返し実行され、特許請求の範囲という触媒劣化診断手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ101で、改質運転モードであるか否かを判定し、改質運転モードではない(つまり通常運転モードである)と判定された場合には、ステップ102以降の処理を行うことなく、本ルーチンを終了する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

一方、上記ステップ 1 0 1 で、改質運転モードであると判定された場合には、ステップ 1 0 2 以降の処理を次のようにして実行する。まず、ステップ 1 0 2 で、E G R 弁 2 5 を開弁して排出ガスの一部を E G R ガスとして吸気側へ還流させるようにした後、ステップ 1 0 3 に進み、改質用燃料噴射弁 2 6 で E G R ガス中に改質用の燃料を噴射して気化させるようにして、燃料改質触媒 2 8 で E G R ガス中の燃料を燃焼性の高い状態に改質する改質制御を実行する。この際、改質用燃料の噴射量と E G R ガス流量（例えば E G R 弁 2 5 の開度）は、それぞれエンジン運転状態（例えばエンジン回転速度やエンジン負荷等）に応じてマップ等により算出される。

【 0 0 3 9 】

この後、ステップ 1 0 4 に進み、入口側温度センサ 3 0 で検出した触媒入口側温度と出口側温度センサ 3 1 で検出した触媒出口側温度を読み込んだ後、ステップ 1 0 5 に進み、改質用燃料の噴射量と E G R ガス流量に応じた劣化判定閾値をマップ等により算出する。燃料改質触媒 2 8 が発熱反応触媒の場合、劣化判定閾値のマップは、例えば、改質用燃料の噴射量が多くなるほど劣化判定閾値が大きくなる（図 5 参照）と共に、E G R ガス流量が多くなるほど劣化判定閾値が大きくなる（図 6 参照）ように設定されている。更に、触媒入口側温度に応じて劣化判定閾値を補正するようにしても良い。

【 0 0 4 0 】

この後、ステップ 1 0 6 に進み、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値以上であるか否かを判定する。このステップ 1 0 6 で、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値以上であると判定された場合には、ステップ 1 0 7 に進み、燃料改質触媒 2 8 の劣化無し（正常）と判定して、本ルーチンを終了する。

【 0 0 4 1 】

これに対して、上記ステップ 1 0 6 で、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値よりも小さいと判定された場合には、ステップ 1 0 8 に進み、燃料改質触媒 2 8 の劣化有り（異常）と判定して、ステップ 1 0 9 に進み、フェールセーフ処理を実行する。このフェールセーフ処理では、E G R 弁 2 5 の開度を減少させて E G R ガス流量を減量すると共に、改質用燃料噴射弁 2 6 による改質用燃料の噴射を停止して、燃料の改質を禁止する。

【 0 0 4 2 】

一方、燃料改質触媒 2 8 が吸熱反応触媒の場合、E C U 3 4 は、後述する図 7 の触媒劣化診断ルーチンを実行することで、改質制御の実行中に出口側温度センサ 3 1 で検出した触媒出口側温度と入口側温度センサ 3 0 で検出した触媒入口側温度との温度差を所定の劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定する劣化診断を行う。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、燃料改質触媒 2 8 が吸熱反応触媒の場合、燃料改質触媒 2 8 が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒 2 8 での吸熱量が減少して、改質制御の実行中の触媒入口側温度に対する触媒出口側温度の低下具合が正常時とは異なってくるため、改質制御の実行中に検出した触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差を劣化判定閾値と比較すれば、燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【 0 0 4 4 】

以下、燃料改質触媒 2 8 が吸熱反応触媒の場合に E C U 3 4 が実行する図 7 の触媒劣化診断ルーチンの処理内容を説明する。尚、図 7 のルーチンは、図 4 のルーチンのステップ 1 0 6 の処理をステップ 1 0 6 a の処理に変更したものである。

【 0 0 4 5 】

本ルーチンでは、ステップ 1 0 1 で、改質運転モードであると判定された場合に、ステップ 1 0 2 に進み、E G R 弁 2 5 を開弁した後、ステップ 1 0 3 に進み、改質用燃料噴射弁 2 6 で改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒 2 8 で E G R ガス中の燃料を改質する改質制御を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

この後、ステップ 1 0 4 に進み、触媒入口側温度と触媒出口側温度を読み込んだ後、ステップ 1 0 5 に進み、改質用燃料の噴射量と E G R ガス流量に応じた劣化判定閾値をマップ等により算出する。燃料改質触媒 2 8 が吸熱反応触媒の場合、劣化判定閾値のマップは、例えば、改質用燃料の噴射量が多くなるほど劣化判定閾値が小さくなると共に、E G R ガス流量が多くなるほど劣化判定閾値が小さくなるように設定されている。更に、触媒入口側温度に応じて劣化判定閾値を補正するようにしても良い。

【 0 0 4 7 】

この後、ステップ 1 0 6 a に進み、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値以下であるか否かを判定する。このステップ 1 0 6 a で、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値以下であると判定された場合には、ステップ 1 0 7 に進み、燃料改質触媒 2 8 の劣化無し（正常）と判定して、本ルーチンを終了する。

10

【 0 0 4 8 】

これに対して、上記ステップ 1 0 6 a で、触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差が劣化判定閾値よりも大きいと判定された場合には、ステップ 1 0 8 に進み、燃料改質触媒 2 8 の劣化有り（異常）と判定して、ステップ 1 0 9 に進み、フェールセーフ処理（E G R ガス流量を減量すると共に改質用燃料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理）を実行する。

【 0 0 4 9 】

図 8 及び図 9 を用いて本実施例 1 の触媒劣化診断の実行例を説明する。

20

図 8 及び図 9 に示すように、通常運転モードから改質運転モードに切り換えられたときに、E G R 弁 2 5 を開弁して排出ガスの一部を E G R ガスとして吸気側へ還流させながら、改質用燃料噴射弁 2 6 で E G R ガス中に改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒 2 8 で E G R ガス中の燃料を燃焼性の高い状態に改質する改質制御を実行する。

【 0 0 5 0 】

本実施例 1 では、この改質制御の実行中に出口側温度センサ 3 1 で検出した触媒出口側温度と入口側温度センサ 3 0 で検出した触媒入口側温度との温度差を算出し、この温度差を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定する劣化診断を行うようにしたので、燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を精度良く判定することができる。しかも、従来技術のように燃料を貯溜する貯溜タンクや燃料の物性を検出する特殊なセンサ等を設けるといった必要が無いため、近年の重要な技術的課題である低コスト化の要求を満たすことができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、図 8 及び図 9 に破線で示すように、燃料改質触媒 2 8 の劣化診断機能を備えていないシステムでは、燃料改質触媒 2 8 の劣化が発生しても、それを検出できず、燃料改質触媒 2 8 の劣化発生時にフェールセーフ処理を実施できないため、エンジン 1 1 の燃焼状態が悪化してトルク変動が発生してドライバビリティが悪化する可能性がある。

【 0 0 5 2 】

これに対して、本実施例 1 では、改質制御の実行中に検出した触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定し、燃料改質触媒 2 8 の劣化有りと判定された場合には、フェールセーフ処理（E G R ガス流量を減量すると共に改質用燃料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理）を実行するようにしたので、エンジン 1 1 の燃焼状態の悪化を抑制してトルク変動の発生を抑制することができる。ドライバビリティの悪化を防止することができる。

40

【 0 0 5 3 】

尚、上記実施例 1 では、改質制御の実行中に検出した触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度差を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定するようにしたが、劣化診断方法は、これに限定されず、適宜変更しても良く、例えば、改質制御の実行中に検出した触媒出口側温度と触媒入口側温度との温度比を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定するようにしても良い。

50

【 0 0 5 4 】

また、改質制御の開始前に検出した触媒出口側温度と改質制御の開始後に検出した触媒出口側温度との温度差又は温度比を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定するようによっても良い。或は、燃料改質触媒 2 8 の温度（触媒温度）を検出する触媒温度センサを設け、改質制御の開始前に検出した触媒温度と改質制御の開始後に検出した触媒温度との温度差又は温度比を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定するようによっても良い。

【 0 0 5 5 】

燃料改質触媒 2 8 が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒 2 8 の反応熱量が減少して、改質制御の開始前の触媒温度又は触媒出口側温度と改質制御の開始後の触媒温度又は触媒出口側温度との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した触媒温度又は触媒出口側温度と改質制御の開始後に検出した触媒温度又は触媒出口側温度とを用いれば、燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

10

【 0 0 5 6 】

しかしながら、本発明は、改質制御の開始後（つまり改質制御の実行中）に検出した触媒温度又は触媒出口側温度を劣化判定値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定するようによっても良い。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 7 】

次に、図 1 0 乃至図 1 3 を用いて本発明の実施例 2 を説明する。但し、前記実施例 1 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1 と異なる部分について説明する。

20

【 0 0 5 8 】

本実施例 2 では、図 1 0 に示すように、エンジン 1 1 のシリンダヘッドには、各気筒毎（又は特定の気筒のみ）に燃焼状態を検出する燃焼状態検出センサとして、各気筒毎（又は特定の気筒のみ）に筒内圧力を検出する筒内圧力センサ 3 5 が設けられている。この筒内圧力センサ 3 5 は、点火プラグ 1 8 と一体化したタイプのもを用いても良いし、点火プラグ 1 8 とは別体で取り付けるタイプのもを用いても良い。尚、温度センサ 3 0 , 3 1 を省略した構成としても良い。

30

【 0 0 5 9 】

また、本実施例 2 では、ECU 3 4 により後述する図 1 2 の触媒劣化診断ルーチンを実行することで、改質制御の実行中に筒内圧力センサ 3 5 の出力に基づいてエンジン 1 1 の燃焼状態の情報である燃焼パラメータを算出（検出）し、この燃焼パラメータを所定の劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を判定する劣化診断を行う。ここで、燃焼パラメータとしては、例えば、燃焼安定性指標 COV（例えば図示平均有効圧力の変動率）、着火遅れ期間、主燃焼期間、燃焼重心、筒内圧力最大値等のうちの一つを算出する。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 に示すように、燃料改質触媒 2 8 が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒 2 8 による燃料の改質度合が低下して、エンジン 1 1 の燃焼状態が変化して燃焼パラメータが変化するため、改質制御の実行中に検出した燃焼パラメータを劣化判定閾値と比較すれば、燃料改質触媒 2 8 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

40

【 0 0 6 1 】

以下、本実施例 2 で ECU 3 4 が実行する図 1 2 の触媒劣化診断ルーチンの処理内容を説明する。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 に示す触媒劣化診断ルーチンは、ECU 3 4 の電源オン期間中に所定周期で繰り返し実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 2 0 1 で、改質運転モードであるか否かを判定し、改質運転モードであると判定された場合には、ステップ 2 0 2 に

50

進み、EGR弁25を開弁した後、ステップ203に進み、改質用燃料噴射弁26で改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を改質する改質制御を実行する。

【0063】

この後、ステップ204に進み、筒内圧力センサ35の出力に基づいて燃焼パラメータ（例えば、燃焼安定性指標COV、着火遅れ期間、主燃焼期間、燃焼重心、筒内圧力最大値等のうちの一つ）を算出する。このステップ204の処理が特許請求の範囲でいう燃焼状態情報検出手段としての役割を果たす。

【0064】

この後、ステップ205に進み、改質用燃料の噴射量とEGRガス流量に応じた劣化判定閾値をマップ等により算出する。更に、改質制御の開始前に検出した燃焼パラメータに応じて劣化判定閾値を補正するようにしても良い。

10

【0065】

この後、ステップ206に進み、燃焼パラメータを劣化判定閾値と比較して、燃焼パラメータが正常範囲内であるか否かを判定する。この際、燃焼パラメータとして、燃焼安定性指標COV、着火遅れ期間、主燃焼期間を用いる場合には、燃焼パラメータ（燃焼安定性指標COV、着火遅れ期間、主燃焼期間）が劣化判定閾値以下であるか否かによって、燃焼パラメータが正常範囲内であるか否かを判定する。一方、燃焼パラメータとして、燃焼重心、筒内圧力最大値を用いる場合には、燃焼パラメータ（燃焼重心、筒内圧力最大値）が劣化判定閾値以上であるか否かによって、燃焼パラメータが正常範囲内であるか否かを判定する。

20

【0066】

このステップ206で、燃焼パラメータが正常範囲内であると判定された場合には、ステップ207に進み、燃料改質触媒28の劣化無し（正常）と判定して、本ルーチンを終了する。

【0067】

これに対して、上記ステップ206で、燃焼パラメータが正常範囲内ではないと判定された場合には、ステップ208に進み、燃料改質触媒28の劣化有り（異常）と判定して、ステップ209に進み、フェールセーフ処理（EGRガス流量を減量すると共に改質用燃料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理）を実行する。

30

【0068】

図13を用いて本実施例2の触媒劣化診断の実行例を説明する。

図13に示すように、通常運転モードから改質運転モードに切り換えられたときに、EGR弁25を開弁して排出ガスの一部をEGRガスとして吸気側へ還流させながら、改質用燃料噴射弁26でEGRガス中に改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を燃焼性の高い状態に改質する改質制御を実行する。

【0069】

本実施例2では、この改質制御の実行中に筒内圧力センサ35の出力に基づいてエンジン11の燃焼状態の情報である燃焼パラメータを算出（検出）し、この燃焼パラメータを劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定する劣化診断を行うようにしたので、燃料改質触媒28の劣化の有無を精度良く判定することができる。

40

【0070】

また、図13に破線で示すように、燃料改質触媒28の劣化診断機能を備えていないシステムでは、燃料改質触媒28の劣化が発生しても、それを検出できず、燃料改質触媒28の劣化発生時にフェールセーフ処理を実施できないため、エンジン11の燃焼状態が悪化してトルク変動が発生してドライバビリティが悪化する可能性がある。

【0071】

これに対して、本実施例2では、改質制御の実行中に検出した燃焼パラメータを劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定し、燃料改質触媒28の劣化有り

50

料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理)を実行するようにしたので、エンジン 11 の燃焼状態の悪化を抑制してトルク変動の発生を抑制することができ、ドライバビリティの悪化を防止することができる。

【0072】

尚、上記実施例 2 では、改質制御の実行中に検出した燃焼パラメータを劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 28 の劣化の有無を判定するようにしたが、劣化診断方法は、これに限定されず、適宜変更しても良く、例えば、改質制御の開始前に検出した燃焼パラメータと改質制御の開始後に検出した燃焼パラメータとの差又は比を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 28 の劣化の有無を判定するようにしても良い。

【0073】

燃料改質触媒 28 が劣化すると、正常時(劣化無し時)と比べて、燃料改質触媒 28 による燃料の改質度合が低下して、改質制御の開始前の燃焼状態と改質制御の開始後の燃焼状態との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した燃焼パラメータと改質制御の開始後に検出した燃焼パラメータとを用いれば、燃料改質触媒 28 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0074】

また、上記実施例 2 では、燃焼パラメータ(燃焼状態の情報)として、燃焼安定性指標 COV、着火遅れ期間、主燃焼期間、燃焼重心、筒内圧力最大値等を検出するようにしたが、これに限定されず、燃焼パラメータ(燃焼状態の情報)として、例えば、EGR 限界、燃焼速度、エンジン回転変動、トルク変動等を検出するようにしても良い。

【0075】

また、上記実施例 2 では、燃焼状態を検出するセンサとして、筒内圧力センサ 35 を用いるようにしたが、これに限定されず、例えば、点火プラグ 18 に流れるイオン電流を検出するセンサを点火プラグ 18 と一体又は別体で設けるようにしても良い。

【実施例 3】

【0076】

次に、図 14 乃至図 17 を用いて本発明の実施例 3 を説明する。但し、前記実施例 1, 2 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1, 2 と異なる部分について説明する。

【0077】

本実施例 3 では、図 14 に示すように、EGR 配管 24 のうちの燃料改質触媒 28 の出口側に、燃料の改質度合を検出する改質度合センサ 36 (改質度合検出手段)が設けられている。この改質度合センサ 36 は、例えば、燃料の改質度合として水素濃度を検出する水素センサを用いる。尚、温度センサ 30, 31 を省略した構成としても良い。

【0078】

また、本実施例 3 では、ECU 34 により後述する図 16 の触媒劣化診断ルーチンを実行することで、改質制御の実行中に改質度合センサ 36 で検出した燃料の改質度合(例えば水素濃度)を所定の劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒 28 の劣化の有無を判定する劣化診断を行う。

【0079】

図 15 に示すように、燃料改質触媒 28 が劣化すると、正常時(劣化無し時)と比べて、燃料改質触媒 28 による燃料の改質度合が低下するため、改質制御の実行中に検出した改質度合を劣化判定閾値と比較すれば、燃料改質触媒 28 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0080】

以下、本実施例 3 で ECU 34 が実行する図 16 の触媒劣化診断ルーチンの処理内容を説明する。

【0081】

図 16 に示す触媒劣化診断ルーチンは、ECU 34 の電源オン期間中に所定周期で繰り返し実行される。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 301 で、改質運転モード

10

20

30

40

50

であるか否かを判定し、改質運転モードであると判定された場合には、ステップ302に進み、EGR弁25を開弁した後、ステップ303に進み、改質用燃料噴射弁26で改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を改質する改質制御を実行する。

【0082】

この後、ステップ304に進み、改質度合センサ36で検出した燃料の改質度合（例えば水素濃度）を読み込んだ後、ステップ305に進み、改質用燃料の噴射量とEGRガス流量に応じた劣化判定閾値をマップ等により算出する。更に、改質制御の開始前に検出した改質度合に応じて劣化判定閾値を補正するようにしても良い。

【0083】

この後、ステップ306に進み、改質度合が劣化判定閾値以上であるか否かを判定する。このステップ306で、改質度合が劣化判定閾値以上であると判定された場合には、ステップ307に進み、燃料改質触媒28の劣化無し（正常）と判定して、本ルーチンを終了する。

【0084】

これに対して、上記ステップ306で、改質度合が劣化判定閾値よりも小さいと判定された場合には、ステップ308に進み、燃料改質触媒28の劣化有り（異常）と判定して、ステップ309に進み、フェールセーフ処理（EGRガス流量を減量すると共に改質用燃料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理）を実行する。

【0085】

図17を用いて本実施例3の触媒劣化診断の実行例を説明する。

図17に示すように、通常運転モードから改質運転モードに切り換えられたときに、EGR弁25を開弁して排出ガスの一部をEGRガスとして吸気側へ還流させながら、改質用燃料噴射弁26でEGRガス中に改質用の燃料を噴射して、燃料改質触媒28でEGRガス中の燃料を燃焼性の高い状態に改質する改質制御を実行する。

【0086】

本実施例3では、この改質制御の実行中に改質度合センサ36で燃料の改質度合（例えば水素濃度）を検出し、この改質度合を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定する劣化診断を行うようにしたので、燃料改質触媒28の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0087】

また、図17に破線で示すように、燃料改質触媒28の劣化診断機能を備えていないシステムでは、燃料改質触媒28の劣化が発生しても、それを検出できず、燃料改質触媒28の劣化発生時にフェールセーフ処理を実施できないため、エンジン11の燃焼状態が悪化してトルク変動が発生してドライバビリティが悪化する可能性がある。

【0088】

これに対して、本実施例3では、改質制御の実行中に検出した改質度合を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定し、燃料改質触媒28の劣化有りと判定された場合には、フェールセーフ処理（EGRガス流量を減量すると共に改質用燃料の噴射を停止して燃料の改質を禁止する処理）を実行するようにしたので、エンジン11の燃焼状態の悪化を抑制してトルク変動の発生を抑制することができ、ドライバビリティの悪化を防止することができる。

【0089】

尚、上記実施例3では、改質制御の実行中に検出した改質度合を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定するようにしたが、劣化診断方法は、これに限定されず、適宜変更しても良く、例えば、改質制御の開始前に検出した改質度合と改質制御の開始後に検出した改質度合との差又は比を劣化判定閾値と比較して燃料改質触媒28の劣化の有無を判定するようにしても良い。

【0090】

燃料改質触媒28が劣化すると、正常時（劣化無し時）と比べて、燃料改質触媒28に

10

20

30

40

50

よる燃料の改質度合が低下して、改質制御の開始前の燃料の改質度合と改質制御の開始後の燃料の改質度合との関係が正常時とは異なってくるため、改質制御の開始前に検出した改質度合と改質制御の開始後に検出した改質度合とを用いれば、燃料改質触媒 28 の劣化の有無を精度良く判定することができる。

【0091】

また、上記各実施例 1～3 では、EGR 配管に改質用燃料噴射弁と燃料改質触媒を配置したシステムに本発明を適用したが、これに限定されず、例えば、吸気管に吸入空気を過給する過給機を設けると共に、吸気管のうちの過給機の下流側に改質用燃料噴射弁と燃料改質触媒を配置したシステムに本発明を適用しても良い。

【0092】

その他、本発明は、吸気ポート噴射式エンジンに限定されず、筒内噴射式エンジンや、吸気ポート噴射用の燃料噴射弁と筒内噴射用の燃料噴射弁の両方を備えたデュアル噴射式のエンジンにも適用して実施できる。

【符号の説明】

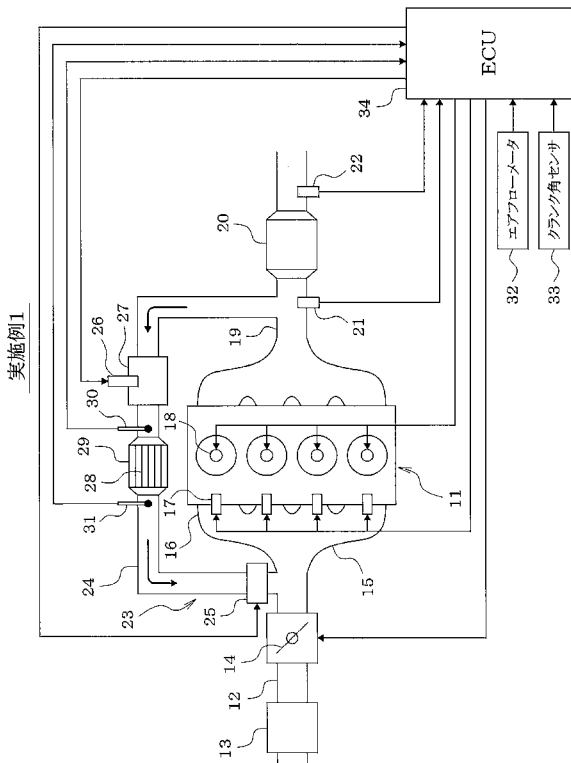
【0093】

11...エンジン（内燃機関）、12...吸気管、14...スロットルバルブ、17...燃料噴射弁、18...点火プラグ、19...排気管、23...EGR装置、24...EGR配管、25...EGR弁、26...改質用燃料噴射弁（改質用燃料噴射手段）、27...燃料噴射装置、28...燃料改質触媒、29...燃料改質器、30...入口側温度センサ（入口側温度検出手段）、31...出口側温度センサ（出口側温度検出手段）、34...ECU（触媒劣化診断手段、燃焼状態情報検出手段）、35...筒内圧力センサ、36...改質度合センサ（改質度合検出手段）

10

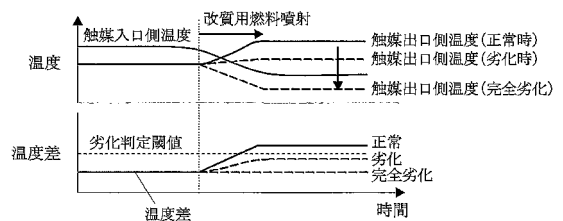
20

【図1】



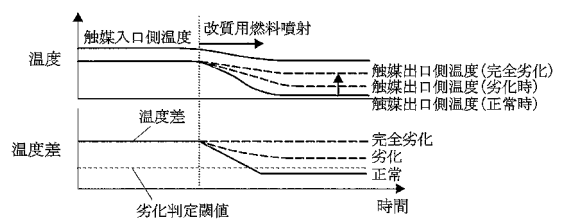
【図2】

実施例1(発熱反応触媒の場合)

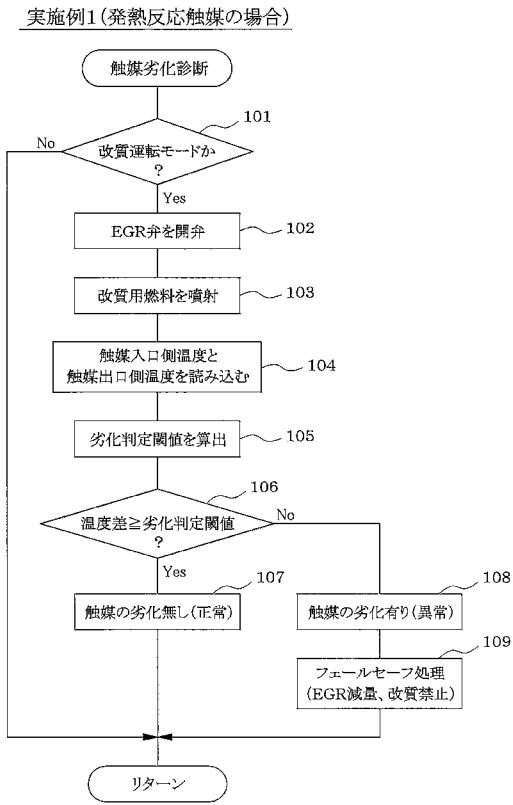


【図3】

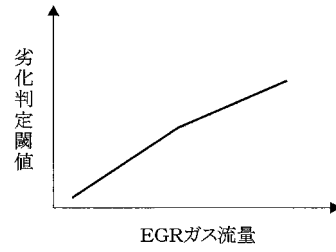
実施例1(吸熱反応触媒の場合)



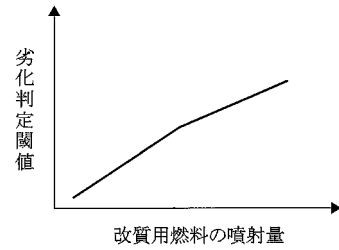
【 図 4 】



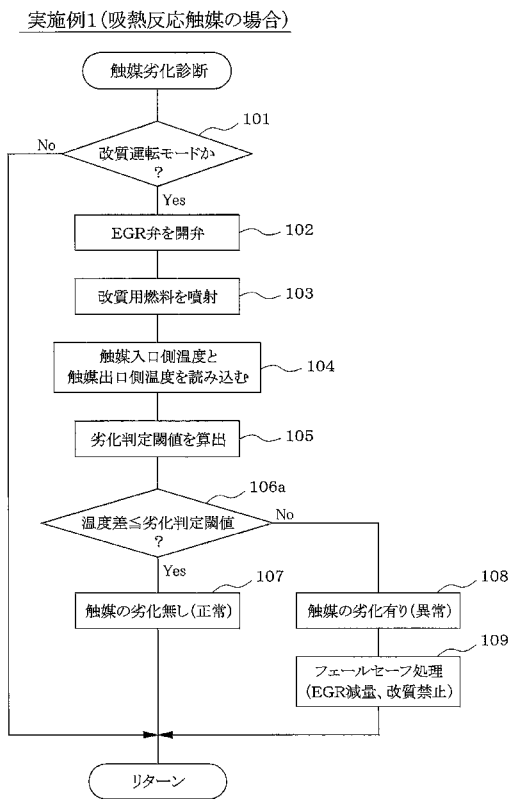
【 図 5 】



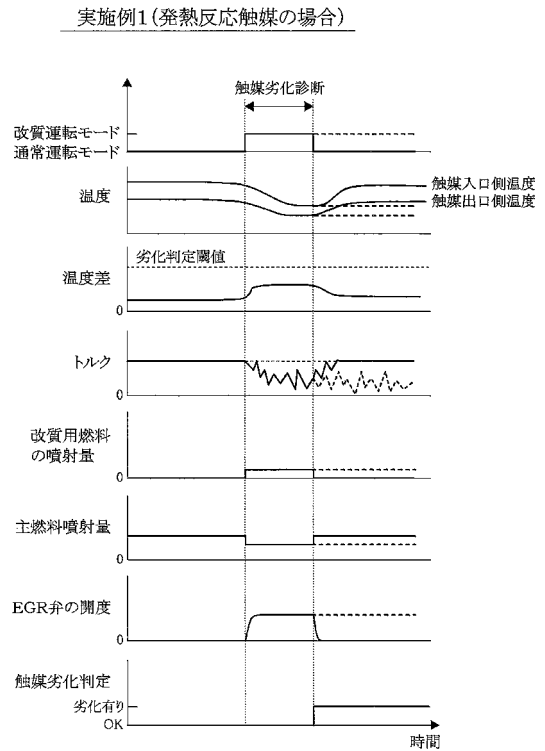
【 図 6 】



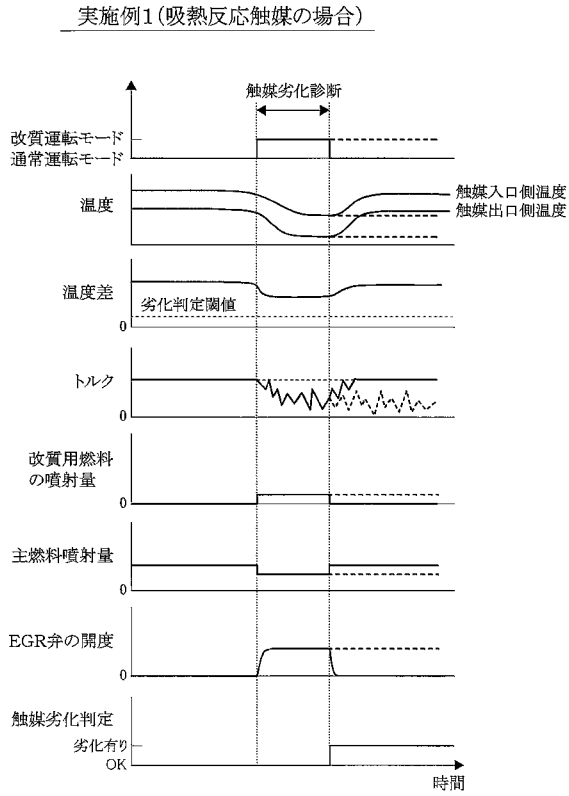
【 図 7 】



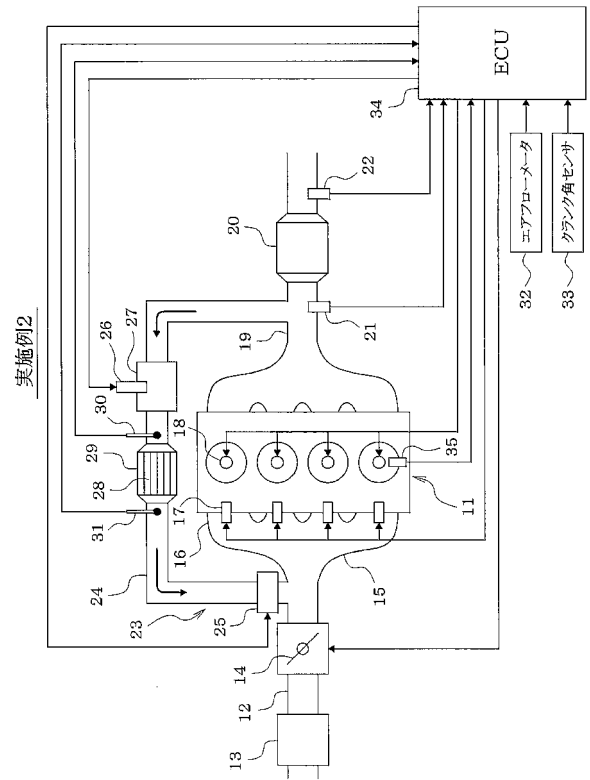
【 図 8 】



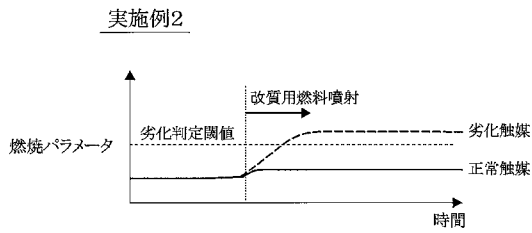
【 図 9 】



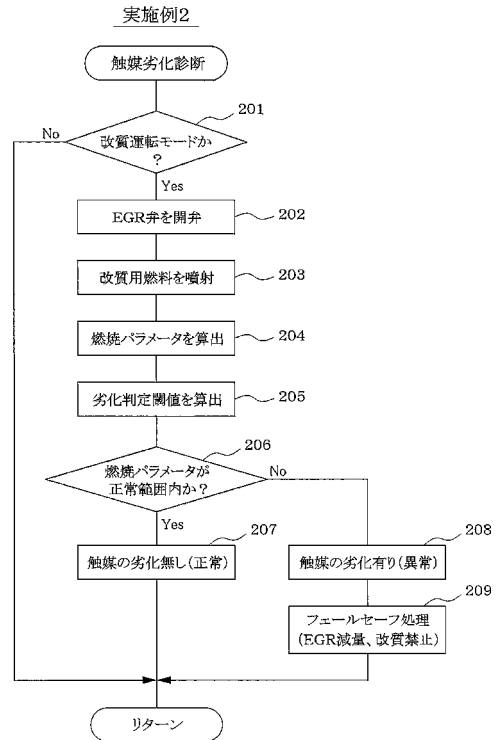
【 図 1 0 】



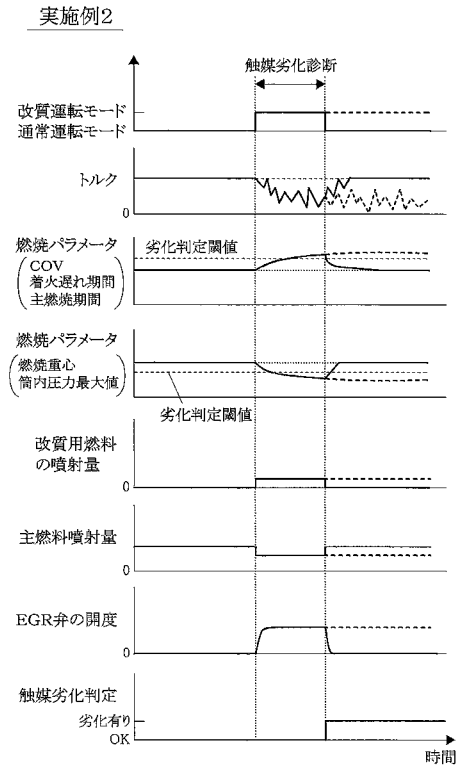
【 図 1 1 】



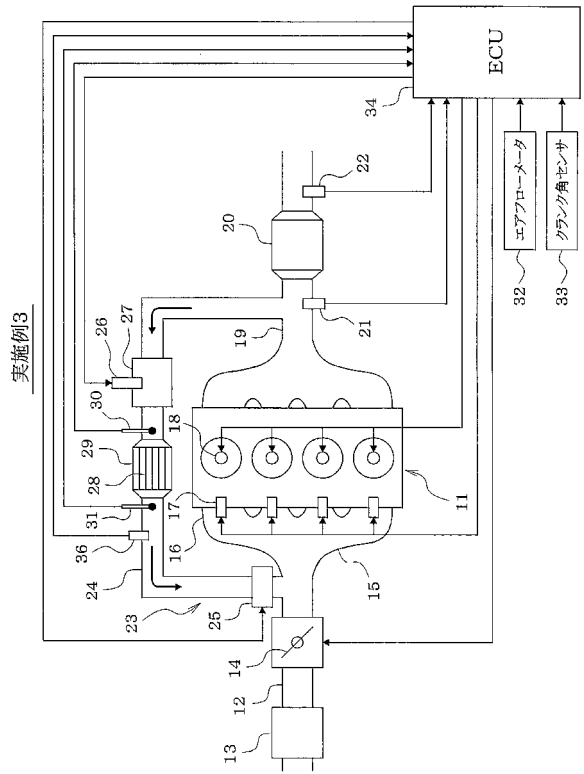
【 図 1 2 】



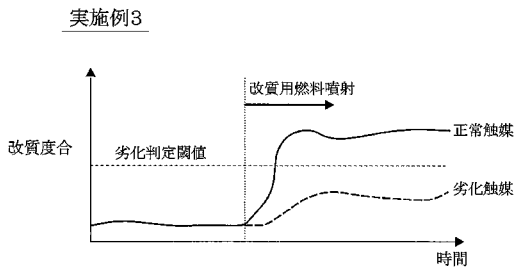
【 図 1 3 】



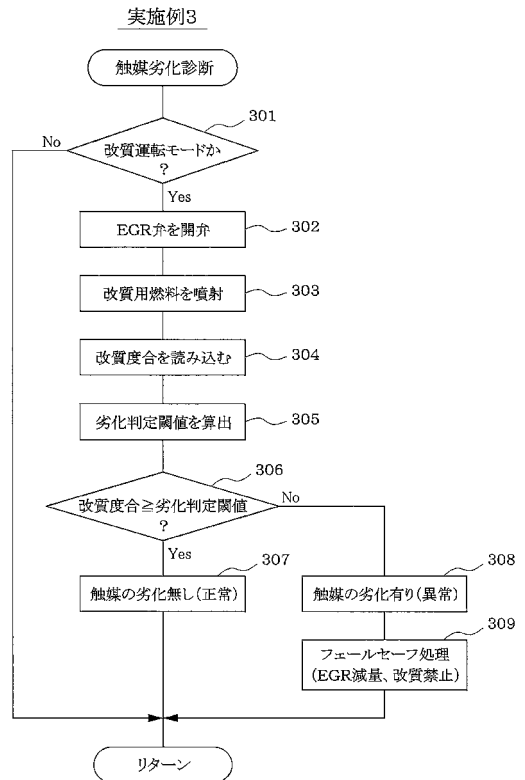
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】

