

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4490721号  
(P4490721)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>	FO2D 45/00	368Z
<b>FO1N 3/20 (2006.01)</b>	FO2D 45/00	362J
<b>FO1N 3/24 (2006.01)</b>	FO1N 3/20	C
<b>FO2D 41/22 (2006.01)</b>	FO1N 3/20	D
<b>FO2D 43/00 (2006.01)</b>	FO1N 3/24	ZABR
請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2004-116887 (P2004-116887)	(73) 特許権者	000006286
(22) 出願日	平成16年4月12日(2004.4.12)		三菱自動車工業株式会社
(65) 公開番号	特開2005-299511 (P2005-299511A)		東京都港区芝五丁目33番8号
(43) 公開日	平成17年10月27日(2005.10.27)	(74) 代理人	100090022
審査請求日	平成18年6月26日(2006.6.26)		弁理士 長門 侃二
審判番号	不服2008-20765 (P2008-20765/J1)	(72) 発明者	宮田 敏行
審判請求日	平成20年8月13日(2008.8.13)		東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内
		(72) 発明者	上田 克則
			東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内
		(72) 発明者	中森 健一
			東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 エンジンの失火検出装置及びエンジンの燃焼制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、

上記クランク角検出手段により検出されたクランク角に基づき、上記エンジンの各気筒の燃焼サイクルに応じてエンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度を燃焼前角速度として算出すると共に、上記エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度を燃焼後角速度として算出する角速度算出手段と、

上記同一燃焼サイクルにおける上記燃焼前角速度と燃焼後角速度とに基づき、上記燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量を算出する回転変動量算出手段と

10

上記回転変動量算出手段により算出された回転変動量を所定の失火判定値と比較して上記燃焼サイクルでの失火の有無を判定する失火判定手段と

を備え、

上記角速度算出手段は、上記エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された上記燃焼前検出期間に基づき上記燃焼前角速度を算出すると共に、上記エンジン回転速度の最大値近傍と対応するように上記エンジンの点火時期のリタード量が最大であるほど遅角側に設定された上記燃焼後検出期間に基づき上記燃焼後角速度を算出することを特徴とするエンジンの失火検出装置。

【請求項2】

20

エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、

上記クランク角検出手段により検出されたクランク角に基づき、上記エンジンの各気筒の燃焼サイクルに応じてエンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度を燃焼前角速度として算出すると共に、上記エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度を燃焼後角速度として算出する角速度算出手段と、

上記同一燃焼サイクルにおける上記燃焼前角速度と燃焼後角速度とに基づき、上記燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量を算出する回転変動量算出手段と、

上記回転変動量算出手段により算出された回転変動量を所定の失火判定値と比較して上記燃焼サイクルでの燃焼状態が正常燃焼、半失火、完全失火の何れであるかを判定する失火判定手段と、

上記エンジンの始動時に、該エンジンの排気系に設けられた触媒を昇温すべく点火時期のリタード及び空燃比のリーン化を実施する触媒昇温手段と、

上記触媒昇温手段による制御中において上記失火判定手段により半失火が判定されたときに、上記エンジンの燃料噴射量を増加側に補正し、上記失火判定手段により完全失火が判定されたときには、上記燃料噴射量の増加補正を中止する燃焼制御手段と

を備え、

上記角速度算出手段は、上記エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された上記燃焼前検出期間に基づき上記燃焼前角速度を算出すると共に、上記エンジン回転速度の最大値近傍と対応するように上記エンジンの点火時期のリタード量が最大であるほど遅角側に設定された上記燃焼後検出期間に基づき上記燃焼後角速度を算出することを特徴とするエンジンの燃焼制御装置。

#### 【請求項 3】

上記エンジンの回転速度と予め設定された基準回転速度との比に基づき、上記回転変動量算出手段により算出された回転変動量を基準回転速度に相当する値に補正する回転変動量補正手段をさらに備え、

上記失火判定手段は、上記回転変動量補正手段により補正後の回転変動量に基づき失火判定することを特徴とする請求項 1 記載のエンジンの失火検出装置。

#### 【請求項 4】

上記エンジンの回転速度と予め設定された基準回転速度との比に基づき、上記回転変動量算出手段により算出された回転変動量を基準回転速度に相当する値に補正する回転変動量補正手段をさらに備え、

上記失火判定手段は、上記回転変動量補正手段により補正後の回転変動量に基づき失火判定することを特徴とする請求項 2 記載のエンジンの燃焼制御装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明はエンジンの失火を検出する失火検出装置、及び当該失火検出装置を備えたエンジンの燃焼制御装置に関するものである。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

エンジンの不完全燃焼は排ガ斯特性の悪化等の弊害に直結するため、OBD (On Board Diagnosis) の法規では不完全燃焼の要因である失火 (ミスファイア) の発生時に運転者に報知する機能が要求されており、一方、失火検出はエンジンの燃焼悪化を回避する目的で種々の制御にも利用されていることから、的確に失火を検出可能な失火検出装置が要望されている。

#### 【0003】

例えば、従来の失火検出装置としてはクランク角の周期に基づくものがあり、クランク角センサの出力に基づいて 180°CA 間隔の各燃焼サイクル毎に平均角加速度を算出し、

10

20

30

40

50

算出した平均角加速度を所定の失火判定値と比較することで失火の有無を判定している。又、上記180°CA間隔の燃焼サイクルの周期は失火による燃焼悪化以外の外的要因、例えば悪路走行に伴うエンジンの揺り戻しやエンジンへのエアコン等の負荷入力の影響を受け、結果として平均角加速度の誤差の要因となるため、平均角加速度の絶対値のみならず前後の燃焼サイクルの平均角加速度との偏差を加えた3つのパラメータに基づいて失火検出を実施する対策を講じている。

#### 【0004】

しかしながら、上記失火検出装置では対策を施したにも拘わらず十分な失火検出の精度が得られなかった。例えばエンジンの冷態始動時には、点火時期のリタード及び空燃比のリーン化により触媒の早期活性化を図る触媒W/U制御が実施されているが、このような

10

#### 【0005】

運転状態では元々燃焼状態が悪くてエンジン回転速度の変動が大きい上に、上記失火検出の手法では各サイクルの平均角加速度が直前サイクルの影響を強く受けるため、正常時と失火時とを判別し難く的確な失火検出が期待できなかった。

20

#### 【0006】

又、アメリカ高温地域向けの揮発性が極端に悪い所謂NAS向け重質燃料を使用して触媒W/U制御を実施すると、吸気ポートへの燃料付着量の増大に伴って空燃比が更にリーン側に偏って燃焼を悪化させてしまうことから、重質燃料対策として触媒W/U制御中には上記平均角加速度を燃焼指標として用いて燃料噴射量や点火時期を補正する燃焼制御を実施し、これにより燃焼状態の安定化を図っている。しかしながら、上記のように算出された平均角加速度自体が誤差を含んでいるため燃焼悪化レベルに応じた適切な補正処理を行うことができず、結果として触媒の活性化が遅れたり排ガス特性を悪化させたりする等の弊害が生じた。

【特許文献1】特開2000-205035号公報(図3, 4)

#### 【発明の開示】

30

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0007】

しかしながら、上記特許文献1に開示された失火検出装置では、3点火前の燃焼サイクルでの回転変動量を用いて今回の燃焼サイクルでの失火の有無を判定しているため、その判定結果は、今回の燃焼状態を反映するだけでなく3点火前の燃焼状態の影響も受けることになる。

具体的に述べると、今回の燃焼状態が若干悪いが失火していない場合であっても3点火前の燃焼状態が非常に良好なときには、双方の回転変動量の偏差が失火判定値以上になって失火判定されてしまう可能性があり、逆に今回の燃焼状態が悪くて失火している場合であっても3点火前の燃焼状態も失火しない程度に悪いときには、双方の回転変動量の偏差が失火判定値以下になって失火判定されない可能性がある。よって、このような事態が発生した場合、OBDにおいては失火発生を適切に運転者に報知できず、又、触媒W/U制御中に重質燃料対策として燃焼制御を実施したときには、適切な噴射量補正や点火時期補正を実施できないという問題が生じた。

40

#### 【0008】

本発明の目的は、以前の燃焼サイクルでの燃焼状態に影響されることなく、個々の燃焼サイクルでの失火の有無を的確に判定することができるエンジンの失火検出装置、及び当該失火検出装置を備えたエンジンの燃焼制御装置を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

50

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、クランク角検出手段により検出されたクランク角に基づき、エンジンの各気筒の燃焼サイクルに応じてエンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度を燃焼前角速度として算出すると共に、エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度を燃焼後角速度として算出する角速度算出手段と、同一燃焼サイクルにおける燃焼前角速度と燃焼後角速度とに基づき、燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量を算出する回転変動量算出手段と、回転変動量算出手段により算出された回転変動量を所定値と比較して燃焼サイクルでの失火の有無を判定する失火判定手段とを備え、角速度算出手段が、エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された燃焼前検出期間に基づき燃焼前角速度を算出すると共に、エンジン回転速度の最大値近傍と対応するようにエンジンの点火時期のリタード量が大きであるほど遅角側に設定された燃焼後検出期間に基づき燃焼後角速度を算出するものである。

10

## 【0010】

従って、各気筒の燃焼サイクルに同期してエンジン回転速度は変動し、エンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度が角速度算出手段により燃焼前角速度として算出されると共に、エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度が燃焼後角速度として算出される。そして、同一燃焼サイクルにおける燃焼前角速度及び燃焼後角速度に基づいて、回転変動量算出手段により燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量が算出され、この回転変動量が失火判定手段により失火判定値と比較されて燃焼サイクルでの失火の有無が判定される。このように燃焼サイクル中に生じた回転変動量を失火判定値と比較することにより失火の有無が判定されるため、以前の燃焼サイクルでの燃焼状態に影響されない確な判定結果が得られる。

20

ここで、エンジン回転速度の最小値のクランク角がエンジンの運転状態に関わらず略一定であるのに対して、最大値のクランク角は点火時期に応じてかなり大幅に変動するが、この特性を鑑みて、エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された燃焼前検出期間に基づき燃焼前角速度が算出される一方、エンジン回転速度の最大値近傍と対応するようにエンジンの点火時期のリタード量が大きであるほど遅角側に設定された燃焼後検出期間に基づき燃焼後角速度が算出されるため、常に最小値近傍の燃焼前角速度及び最大値近傍の燃焼後角速度が回転変動量の算出に適用される。

30

## 【0011】

請求項2の発明は、エンジンのクランク角を検出するクランク角検出手段と、クランク角検出手段により検出されたクランク角に基づき、エンジンの各気筒の燃焼サイクルに応じてエンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度を燃焼前角速度として算出すると共に、エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度を燃焼後角速度として算出する角速度算出手段と、同一燃焼サイクルにおける燃焼前角速度と燃焼後角速度とに基づき、燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量を算出する回転変動量算出手段と、回転変動量算出手段により算出された回転変動量を所定値と比較して燃焼サイクルでの燃焼状態が正常燃焼、半失火、完全失火の何れであるかを判定する失火判定手段と、エンジンの始動時に、エンジンの排気系に設けられた触媒を昇温すべく点火時期のリタード及び空燃比のリーン化を実施する触媒昇温手段と、触媒昇温手段による制御中において失火判定手段により半失火が判定されたときに、エンジンの燃料噴射量を増加側に補正し、失火判定手段により完全失火が判定されたときには、燃料噴射量の増加補正を中止する燃焼制御手段とを備え、角速度算出手段が、エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された燃焼前検出期間に基づき燃焼前角速度を算出すると共に、エンジン回転速度の最大値近傍と対応するようにエンジンの点火時期のリタード量が大きであるほど遅角側に設定された燃焼後検出期間に基づき燃焼後角速度を算出するものである。

40

## 【0012】

50

従って、各気筒の燃焼サイクルに同期してエンジン回転速度は変動し、エンジン回転速度が最小値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼前検出期間内の角速度が角速度算出手段により燃焼前角速度として算出されると共に、エンジン回転速度が最大値近傍となる所定範囲のクランク角である燃焼後検出期間内の角速度が燃焼後角速度として算出される。そして、同一燃焼サイクルにおける燃焼前角速度及び燃焼後角速度に基づいて、回転変動量算出手段により燃焼前検出期間と燃焼後検出期間との間で生じた回転変動量が算出され、この回転変動量が失火判定手段により失火判定値と比較されて燃焼サイクルでの燃焼状態が正常燃焼、半失火、完全失火の何れであるかが判定される。

【0013】

一方、エンジンの始動時には触媒昇温手段により点火時期のリタード及び空燃比のリーン化が実施されて触媒が昇温されると共に、この制御中において失火判定手段により半失火が判定されると、燃焼制御手段によりエンジンの燃料噴射量が増加側に補正されて空燃比のリッチ側への制御により燃焼状態の安定化が図られる。

ここで、失火判定手段による失火の判定は燃焼サイクル中に生じた回転変動量を失火判定値と比較することにより行われるため、以前の燃焼サイクルでの燃焼状態に影響されない確かな判定結果が得られる。そして、当該判定結果に基づいて燃焼制御手段の制御が実施されることから、例えば揮発性の悪い重質燃料の使用により失火し易い運転状況であっても、過不足のない噴射量補正を実施して空燃比を失火直前までリーン側に制御可能となる。

そして、エンジン回転速度の最小値のクランク角がエンジンの運転状態に関わらず略一定であるのに対して、最大値のクランク角は点火時期に応じてかなり大幅に変動するが、この特性を鑑みて、エンジン回転速度の最小値近傍と対応するように固定値として設定された燃焼前検出期間に基づき燃焼前角速度が算出される一方、エンジン回転速度の最大値近傍と対応するようにエンジンの点火時期のリタード量が大きであるほど遅角側に設定された燃焼後検出期間に基づき燃焼後角速度が算出されるため、常に最小値近傍の燃焼前角速度及び最大値近傍の燃焼後角速度が回転変動量の算出に適用される。

【0014】

一方、失火判定手段により完全失火が判定されたときには、燃料噴射量の増加補正が中止される。触媒昇温制御中の完全失火はリーン失火と推測されるが、何らかの要因で空燃比がリッチ側に変動して完全失火を引き起こしている場合もあり、このような状況で燃料噴射量が増量されると燃料増量分は全く燃焼せずに排出されてしまうが、燃料増量の中止によりこの事態が未然に回避される。

請求項3、4の発明は、請求項1または2において、エンジンの回転速度と予め設定された基準回転速度との比に基づき、回転変動量算出手段により算出された回転変動量を基準回転速度に相当する値に補正する回転変動量補正手段をさらに備え、失火判定手段が、回転変動量補正手段により補正後の回転変動量に基づき失火判定するものである。

従って、エンジンの回転速度と基準回転速度との比に基づき、回転変動量補正手段により回転変動量が基準回転速度に相当する値に補正され、補正後の回転変動量に基づき失火判定が行われるため、エンジン回転速度 $N_e$ の相違による影響がキャンセルされる。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように請求項1、3の発明のエンジンの失火検出装置によれば、以前の燃焼サイクルでの燃焼状態に影響されることなく、個々の燃焼サイクルでの失火の有無を的確に判定することができる。

請求項2、4の発明のエンジンの燃焼制御装置によれば、的確な失火判定結果に基づいて触媒W/U制御中に過不足のない噴射量補正により空燃比を失火直前までリーン側に制御し、失火に起因する燃焼悪化を回避した上で触媒の早期活性化を十分に達成できると共に、リッチ失火時の燃料増量に起因する排ガスの悪化を未然に回避することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

10

20

30

40

50

以下、本発明を具体化したエンジンの燃焼制御装置の一実施形態を説明する。

図1は本実施形態のエンジンの燃焼制御装置を示す全体構成図であり、本実施形態の燃焼制御装置は筒内噴射型直列4気筒ガソリンエンジン1を対象として構成されている。エンジン1にはDOHC4弁式の動弁機構が採用されており、図示しないクランク軸によりシリンダヘッド2上に設けられた吸気カムシャフト3及び排気カムシャフト4が回転駆動され、これらのカムシャフト3,4により吸気弁5及び排気弁6が所定のタイミングで開閉される。

【0018】

シリンダヘッド2には各気筒毎に点火プラグ7と共に電磁式の燃料噴射弁8が取り付けられ、図示しない燃料ポンプから供給された高圧燃料が燃料噴射弁8の開閉に応じて燃焼室9内に直接噴射される。シリンダヘッド2には両カムシャフト3,4間を抜けるようにして略直立方向に吸気ポート10が形成され、吸気弁5の開弁に伴って吸入空気がエアクリーナ11からスロットル弁12、サージタンク13、吸気マニホールド14、吸気ポート10を経て燃焼室9内に導入される。燃焼後の排気ガスは排気弁6の開弁に伴って燃焼室9から排気ポート15に排出され、更に排気通路16及び触媒17を経て大気中に排出される。

10

【0019】

車室内には、図示しない入出力装置、制御プログラムや制御マップ等の記憶に供される記憶装置(ROM, RAM等)、中央処理装置(CPU)、タイマカウンタ等を備えたECU(エンジン制御ユニット)21が設置されており、エンジン1の総合的な制御を行う。ECU21の入力側には、エンジン1の10°CA毎にSGT信号を出力するクランク角センサ22(クランク角検出手段)等の各種センサ類が接続され、ECU21の出力側には、上記点火プラグ7を駆動するイグニタ23、燃料噴射弁8、車両の運転席に設けられた警告灯24等の各種デバイス類が接続されている。

20

【0020】

ECU21は各センサからの検出情報に基づいて点火時期や燃料噴射量等を決定し、決定した制御量に基づいてイグニタ23や燃料噴射弁8を駆動制御してエンジン1を運転する。

又、ECU21はエンジン1の燃焼状態を判定し、失火発生時にはOBD法規に基づいて警告灯24を点灯表示させて運転者に報知する。一方、ECU21はエンジン始動時に点火時期のリタード及び空燃比のリーン化により触媒17の早期活性化を図る触媒W/U制御を実施すると共に(触媒昇温手段)、当該触媒W/U制御中の燃焼悪化を回避すべく上記失火判定に基づいて燃焼F/B制御を実施しており(燃焼制御手段)、以下、これらの失火判定処理、触媒W/U制御、燃焼F/B制御の詳細を説明する。

30

【0021】

図2はエンジン始動時の失火判定処理と触媒W/U制御の実行状況を示すタイムチャートであり、この図に示すように失火判定処理はエンジン始動当初から開始され、触媒W/U制御は始動に伴って吹上がったエンジン回転が安定する所定時間(例えば、1sec)が経過した後に開始される。後述するように失火判定処理ではエンジン1の燃焼状態を正常燃焼、半失火、完全失火に区別して判定するが、エンジン始動当初の回転が不安定な状況では半失火を的確に判定し難いため、始動当初は正常燃焼と完全失火との判定のみを行い、触媒W/U制御の開始と共に半失火を判定対象として加えている。

40

【0022】

尚、失火判定を触媒W/U制御の開始と一致させずに、任意タイミングで判定対象に加えてもよい。又、本実施形態では燃焼F/B制御を触媒W/U制御中に限って実施しているが、触媒17の昇温完了に伴って触媒W/U制御が終了した後も燃焼F/B制御を継続するようにしてもよい。

失火判定処理は、各気筒の燃焼サイクルでの回転変動量として求めた正規化後回転偏差  $N_{expn}$ に基づいて実施され、以下、正規化後回転偏差  $N_{expn}$ の算出手順を述べる。

【0023】

50

図3はエンジン1の回転変動に対する正規化後回転偏差  $N_{expn}$ の算出状況を示すタイムチャートである。180°CA毎の各気筒の燃焼サイクルに同期してエンジン回転速度  $N_e$ は変動し、図では#1気筒の燃焼サイクルによるエンジン回転速度  $N_e$ の変動状況を示しているが、他の気筒の変動状況も全く同様である。

各気筒への点火は圧縮上死点(0°CA)近傍で行われるが、点火された気筒の燃焼圧力が増大し始めるにはある程度の時間を要するため、図3の#1気筒の例では、エンジン回転速度  $N_e$ は#1気筒のBTDC5°CAより若干後のタイミングで最小値まで低下した後に上昇して最大値に達し、その後に再び後続の#3気筒のBTDC5°CAより若干後のタイミングで最小値まで低下する。この回転変動を前提として各燃焼サイクルにおけるエンジン回転速度  $N_e$ の最小値近傍の30°CA分の所定クランク角が燃焼前検出期間  $T_{before}$ として予め設定されると共に、エンジン回転速度  $N_e$ の最大値近傍の30°CA分の所定クランク角が燃焼後検出期間  $T_{after}$ として予め設定されている。

#### 【0024】

ここで、エンジン回転速度  $N_e$ の最小値のクランク角がエンジン1の運転状態に関わらず略一定であるのに対して、最大値のクランク角は点火時期に応じてかなり大幅に変動する。そこで、燃焼前検出期間  $T_{before}$ については予め設定した固定値を適用する一方、燃焼後検出期間  $T_{after}$ については触媒W/U制御中に設定される点火時期のリタード量が最大であるほど遅角側に設定して、燃焼後検出期間  $T_{after}$ がエンジン回転速度  $N_e$ の最大値近傍と対応するように配慮している。

#### 【0025】

尚、燃焼前検出期間  $T_{before}$ 及び燃焼後検出期間  $T_{after}$ の設定は以上の説明に限定されるものではなく、例えば燃焼後検出期間  $T_{after}$ をエンジン回転速度  $N_e$ の最大値近傍より若干遅角側に設定したり、或いは燃焼前検出期間  $T_{before}$ についても点火時期のリタード量に応じて変更したりしてもよい。

ECU21はクランク角センサ22から入力される10°CA毎のSGT信号に基づいてクランク角を判別し、各燃焼サイクルにおいてクランク角が上記燃焼前検出期間  $T_{before}$ に達すると、当該燃焼前検出期間  $T_{before}$ 内の10°CA毎の周期  $T_a$ 、 $T_b$ 、 $T_c$ を順次算出して記憶する。その後クランク角が上記燃焼後検出期間  $T_{after}$ に達すると、当該燃焼後検出期間  $T_{after}$ 内の10°CA毎の周期  $T_d$ 、 $T_e$ 、 $T_f$ を順次算出して記憶する。

#### 【0026】

そして、ECU21は各燃焼サイクルのBTDC5°CAに達する毎に、当該燃焼サイクルでの各周期  $T_a \sim T_f$ に基づき以下の手順により正規化後回転偏差  $N_{expn}$ を算出する。

まず、次式(1)に従って燃焼前検出期間  $T_{before}$ での平均周期である燃焼前平均周期  $L$ を算出する。

#### 【0027】

#### 【数1】

$$\tau L = \left( \frac{T_a + T_b}{2} + \frac{T_b + T_c}{2} \right) / 2 = \frac{T_a + 2T_b + T_c}{4} \dots\dots(1)$$

燃焼前平均周期  $L$ の算出には、例えば燃焼前検出期間  $T_{before}$ の前後に対応するクランク角センサの2つのエッジ(周期  $T_a$ の立上がりと周期  $T_c$ の立下がりの相当するエッジ)に基づいて30°CA間の周期を単純平均することも考えられるが、何れかのエッジに大きな加工誤差が生じている場合には、その影響で燃焼前平均周期  $L$ にも大きな誤差が生じる。上記(1)式の適用により、燃焼前平均周期  $L$ は30°CA間の計3つの周期  $T_a$ 、 $T_b$ 、 $T_c$ を加加重平均することで算出されるため、譬え何れかの周期  $T_a$ 、 $T_b$ 、 $T_c$ のエッジに大きな加工誤差が生じている場合であっても、その影響が軽減されてより正確な燃焼前平均周期  $L$ の算出が可能となる。

## 【 0 0 2 8 】

同様に、次式(2)に従って燃焼後検出期間  $T_{after}$  での平均周期である燃焼後平均周期  $H$  を算出する。この場合の算出処理も周期  $T_d$  ,  $T_e$  ,  $T_f$  を加重平均することで行われ、エッジの加工誤差による影響の軽減が図られる。

## 【 0 0 2 9 】

## 【 数 2 】

$$\tau H = \left( \frac{T_d + T_e}{2} + \frac{T_e + T_f}{2} \right) / 2 = \frac{T_d + 2T_e + T_f}{4} \dots\dots(2)$$

10

次いで、算出した燃焼前平均周期  $L$  及び燃焼後平均周期  $H$  を次式(3) , (4)により燃焼前角速度  $N_{expL}$  及び燃焼後角速度  $N_{expH}$  に換算する(角速度算出手段)。

$$N_{expL} = 30000 / (L \times 18) \dots\dots(3)$$

$$N_{expH} = 30000 / (H \times 18) \dots\dots(4)$$

更に、得られた燃焼前角速度  $N_{expL}$  及び燃焼後角速度  $N_{expH}$  に基づき、次式(5)に従って燃焼前検出期間  $T_{before}$  と燃焼後検出期間  $T_{after}$  との間の回転偏差  $N_{exp}$  (回転変動量) を算出する(回転変動量算出手段)。

## 【 0 0 3 0 】

$$N_{exp} = N_{expH} - N_{expL} \dots\dots(5)$$

20

その後、得られた回転偏差  $N_{exp}$  を次式(6)に従って 1000 rpm 相当値である正規化後回転偏差  $N_{expn}$  に正規化する(回転変動量補正手段)。

$$N_{expn} = N_{exp} \times N_e / 1000 \dots\dots(6)$$

当該処理はエンジン回転速度  $N_e$  の相違による回転偏差  $N_{exp}$  への影響の補正を目的としたものである。即ち、図4はエンジン回転速度  $N_e$  が異なるときの回転偏差  $N_{exp}$  の算出状況を示した図であるが、各燃焼サイクルでの燃焼状態が等しくて同一加速度でエンジン回転速度  $N_e$  が立ち上がった場合でも、回転速度  $N_e$  が2倍になると燃焼サイクル自体の短縮に伴って回転偏差  $N_{exp}$  が1/2程度に短縮化される。このときの回転偏差  $N_{exp}$  の変化は速度域によって若干相違するもののエンジン回転速度  $N_e$  に対して略相関するため、1000 rpm 時を基準として回転偏差  $N_{exp}$  を補正してエンジン回転速度  $N_e$  の相違による影響をキャンセルしているのである。

30

## 【 0 0 3 1 】

以上の処理により求められた正規化後回転偏差  $N_{expn}$  と現在のエンジン1の充填効率  $E_c$  (エンジン負荷) とに基づき、図5に示す燃焼状態判定用のマップから各燃焼サイクルでの燃焼状態を判定する(失火判定手段)。充填効率  $E_c$  の相違をマップに反映させているのは、上記エンジン回転速度  $N_e$  と同じく充填効率  $E_c$  の相違(即ち、吸入空気量の相違)が回転偏差  $N_{exp}$  に及ぼす影響をキャンセルするためである。正規化後回転偏差  $N_{expn}$  が低下するほど、各サイクルでの燃焼状態が悪化するものと見なされて正常、半失火、完全失火の順にマップから燃焼状態の判定結果が導き出される。又、当該マップには通常燃料と重質燃料との燃焼状態の相違が示されており、正常燃料に比較して重質燃料では半失火を生じ易いことが判る。

40

## 【 0 0 3 2 】

そして、このようにして判定されたエンジン1の燃焼状態に基づき、完全失火の判定時には警告灯24を点灯表示して運転者に報知する。一方、ECU21は触媒W/U制御の実行中に半失火の判定を下すと、燃焼F/B制御によりエンジン1の空燃比をリッチ側に補正する。当該処理は、燃料噴射弁8の開弁時間の補正項の一つとして設定された燃焼F/B補正係数  $K_{conv}$  を増加側に補正することで実施され、これにより燃料噴射量が増量されて触媒W/U制御によりリーン制御中の空燃比が所定量だけリッチ側に戻されて燃焼状態の安定化が図られる。一方、それ以外の正常燃焼及び完全失火の判定時には、燃焼F/

50

B補正係数  $K_{conv}$  を順次減少側に補正して空燃比の収束を図る。

【0033】

ここで、完全失火時に半失火時のように燃料噴射量を増量しないのは、完全失火の要因がリッチ失火に起因した場合への対処である。即ち、触媒W/U制御中の完全失火は空燃比を過度にリーン側に制御してリーン失火したものと推測されるが、何らかの要因で空燃比が逆にリッチ側に変動して完全失火を引き起こしている場合もあり得る。このような状況で燃料噴射量を増量した場合、燃料増量分が未燃のまま排出されて排ガスの悪化に直結することから、この事態を回避するために完全失火時の燃料増量を取り止めているのである。

【0034】

尚、完全失火時に燃料増量を実施するか否かは、完全失火がリーン失火に起因したときのメリット（失火の回避による排ガスの改善）と完全失火がリッチ失火に起因したときのデメリット（増量分の未燃による排ガスの悪化）とを比較して決定することが望ましく、場合によっては半失火時と同様に完全失火時にも燃料増量を実施してもよい。この場合、燃焼F/B補正係数  $K_{conv}$  に対して半失火と完全失火とで共通の増加補正ゲインを適用してもよいが、半失火に比較して完全失火時にはより大きな増加補正ゲインを適用することもできる。このように構成すれば、増加補正ゲインを共通化した場合に比較して完全失火時により大きく燃料噴射量が増量されるため、エンジン1の燃焼状態を迅速且つ確実に安定化させることができる。

【0035】

図6, 7は以上のECU1の処理による実際の失火判定状況を示しており、図6は触媒W/U制御によるリタード量が大きい場合であり、図7は触媒W/U制御によるリタード量が小さい場合である。上記したように各燃焼サイクルにおいて燃焼前検出期間  $T_{before}$  と燃焼後検出期間  $T_{after}$  との間の回転変動量として回転偏差  $N_{exp} (= N_{expH} - N_{expL})$  が算出され、当該回転偏差  $N_{exp}$  から求めた正規化後回転偏差  $N_{expn}$  によりエンジン1の燃焼状態が判定される。

【0036】

完全失火や半失火時のエンジン回転速度  $N_e$  は図6, 7に破線で示すように全く上昇しないか、或いは上昇してもごく僅かであるため、燃焼前検出期間  $T_{before}$  と燃焼後検出期間  $T_{after}$  との間の回転偏差  $N_{exp}$  は負側、若しくは正側であってもごく小さな値として算出される。これに対して正常燃焼時のエンジン回転速度  $N_e$  は図6, 7に実線で示すように大きく上昇するため、回転偏差  $N_{exp}$  は正側の大きな値として算出される。結果として回転偏差  $N_{exp}$  は当該燃焼サイクルでの燃焼状態を明確に反映し、当該回転偏差  $N_{exp}$  から求めた正規化後回転偏差  $N_{expn}$  に基づき、図5のマップからエンジン1の燃焼状態を判定することができる。

【0037】

そして、このように本実施形態では、燃焼サイクル中に生じた回転変動量を表す正規化後回転偏差  $N_{expn}$  によりマップから燃焼状態を直接的に判定しており、具体的には正規化後回転偏差  $N_{expn}$  をマップ特性に基づく閾値と比較することで燃焼状態を判定している。その結果、燃焼状態は以前の燃焼サイクルでの燃焼状態とは全く関係なく判定され、例えば3点火前と今回との回転変動量の偏差に基づいて失火判定する特許文献1の失火検出装置のように3点火前の燃焼状態の影響を受ける虞は一切ない。よって、以前の燃焼サイクルでの燃焼状態に影響されることなく、個々の燃焼サイクルで失火を的確に検出することができる。

【0038】

又、触媒W/U制御では、的確な半失火の判定に基づいて燃料噴射量を補正することから、揮発性の悪い重質燃料の使用により半失火を生じ易い運転状況であっても過不足のない噴射量補正を実施して空燃比を失火直前までリーン側に制御できる。よって、リーン失火に起因する燃焼悪化を回避した上で触媒17の早期活性化を十分に達成することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 9 】

更に、触媒W/U制御中に完全失火が生じたときには燃焼F/B制御において燃料増量を中止しているため、万一、完全失火がリッチ失火によって引き起こされた場合であっても、燃料増量分が未燃のまま排出されて排ガスを悪化させる事態を未然に回避することができる。

以上で実施形態の説明を終えるが、本発明の態様はこの実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では筒内噴射型直列4気筒ガソリンエンジン1を対象としたが、エンジン1の種別はこれに限ることはなく、例えば吸気官噴射型エンジンに適用したり、エンジンの気筒配列を変更したりしてもよい。

## 【 0 0 4 0 】

又、上記実施形態ではOBD法規からの要求に基づく失火判定に加えて、失火判定の結果に基づいて燃焼F/B制御を実施して触媒W/U制御中の燃焼悪化を回避したが、燃焼F/B制御は必ずしも実施する必要はなく、失火発生時に警告灯24を点灯表示する機能のみを備えてもよい。

更に、上記実施形態では、エンジン回転速度Neの最大値のクランク角が点火時期に応じて変動することに着目し、触媒W/U制御中の点火時期のリタード量に応じて燃焼後検出期間Tafterを設定したが、点火時期以外にもエンジン回転速度Neの最大値のクランク角を変動させる要因は存在し、例えばエンジンの空燃比の相違によっても最大値のクランク角は変動する。そこで、リタード量に代えて或いはリタード量に加えて、空燃比に応じて燃焼後検出期間Tafterを設定するようにしてもよい。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 4 1 】

【図1】実施形態のエンジンの燃焼制御装置を示す全体構成図である。

【図2】エンジン始動時の失火判定処理と触媒W/U制御の実行状況を示すタイムチャートである。

【図3】エンジンの回転変動に対する正規化後回転偏差の算出状況を示すタイムチャートである。

【図4】エンジン回転速度が異なるときの回転偏差の算出状況を示した図である。

【図5】正規化後回転偏差及び充填効率からエンジンの燃焼状態を判定するためのマップを示す図である。

【図6】リタード量が大のときの失火判定状況を示す図である。

【図7】リタード量の小のときの失火判定状況を示す図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 2 】

21 ECU

(角速度算出手段、回転変動量算出手段、失火判定手段、触媒昇温手段、燃焼制御手段、回転変動量補正手段)

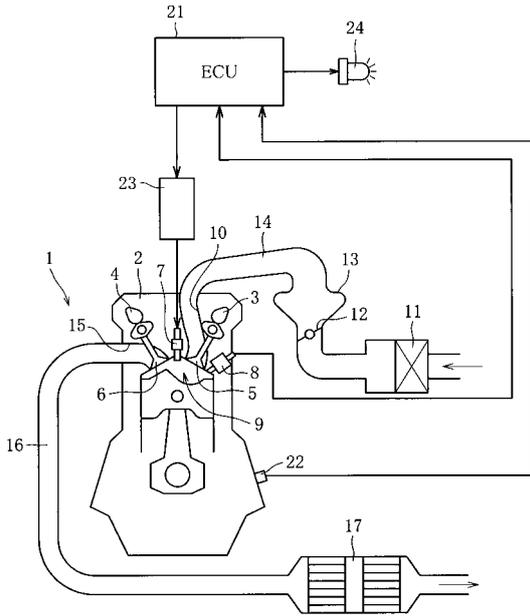
22 クランク角センサ(クランク角検出手段)

10

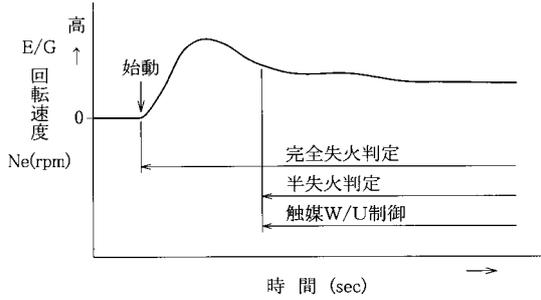
20

30

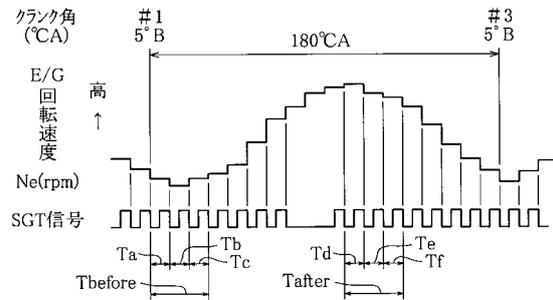
【図1】



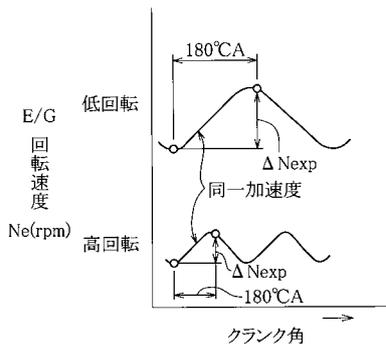
【図2】



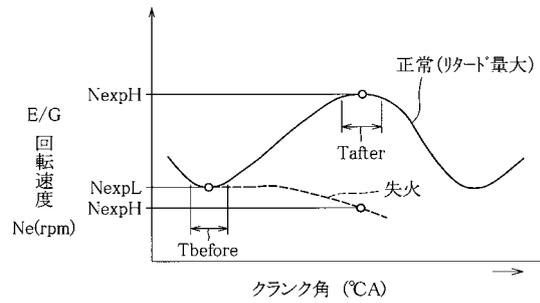
【図3】



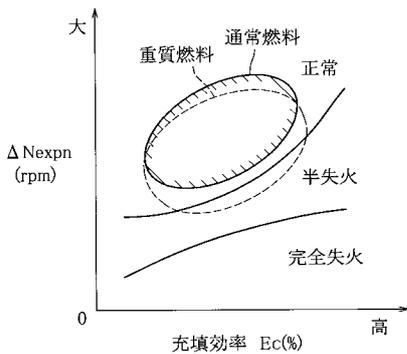
【図4】



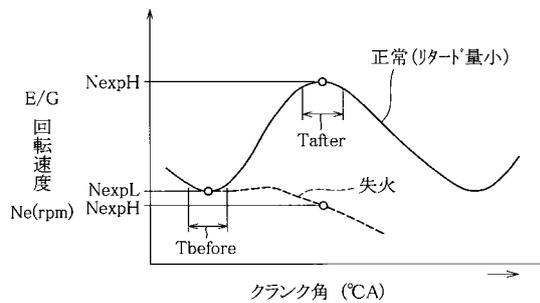
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 D 41/22 3 3 0 C  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 B  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 E  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 H

(72)発明者 川北 幸治  
東京都港区港南二丁目16番4号 三菱自動車工業株式会社内

合議体

審判長 小谷 一郎

審判官 柳田 利夫

審判官 八板 直人

(56)参考文献 特開昭58-19532(JP,A)  
特開2003-293833(JP,A)  
特開平4-198730(JP,A)  
特開平9-303194(JP,A)  
特開2001-20792(JP,A)  
特許第3385987(JP,B2)  
特許第2813226(JP,B2)  
実開平4-19643(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
F02D43/00-45/00  
F01N3/20-3/24  
F02D41/22