

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4357663号
(P4357663)

(45) 発行日 平成21年11月4日 (2009. 11. 4)

(24) 登録日 平成21年8月14日 (2009. 8. 14)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22 325Z
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 305Z
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14 310K

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願平11-253082	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成11年9月7日 (1999. 9. 7)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2001-73853 (P2001-73853A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成13年3月21日 (2001. 3. 21)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成16年10月19日 (2004. 10. 19)		弁理士 恩田 博宣
審判番号	不服2008-5675 (P2008-5675/J1)	(74) 代理人	100105957
審判請求日	平成20年3月6日 (2008. 3. 6)		弁理士 恩田 誠
		(72) 発明者	川合 孝史
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
		(72) 発明者	水野 宏幸
			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】 内燃機関の燃焼制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

理論空燃比よりも燃料濃度の稀薄な混合気を燃焼室内で燃焼させるリーン燃焼と理論空燃比の混合気を燃焼室内で燃焼させるストイキ燃焼とを含む燃焼形態の内から内燃機関の運転状態に応じて適切な燃焼形態を選択して燃焼制御すると共に、ストイキ燃焼時には排気成分の検出値に基づいて混合気空燃比をフィードバック制御する内燃機関の燃焼制御装置であって、

内燃機関の暖機中におけるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系が正常であるか否かを診断する予備診断手段と、

予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合にリーン燃焼を禁止するリーン燃焼禁止手段と、

内燃機関の暖機完了後におけるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系の異常を診断する異常診断手段と、

を備えたことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項2】

予備診断手段は、内燃機関の始動時における内燃機関の温度が、内燃機関の暖機が完了する機関温度より低く設定された温度判定値を越えている場合には、燃料系が正常であると見なすことを特徴とする請求項1記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項3】

予備診断手段は、空燃比フィードバック補正值が正常範囲に含まれかつ空燃比フィードバック補正值と空燃比フィードバック補正值の学習値との和が正常範囲に含まれた状態が、正常判定時間の間、継続した場合に、燃料系が正常であると診断することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 4】

予備診断手段は、空燃比フィードバック補正值が正常範囲に含まれかつ空燃比フィードバック補正值と空燃比フィードバック補正值の学習値との和が正常範囲に含まれた状態が正常判定時間の間継続した条件を満足していない場合において、空燃比フィードバック補正值が異常範囲に含まれた状態が、異常判定時間の間、継続したときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか記載の内燃機関の燃焼制御装置。

10

【請求項 5】

予備診断手段は、今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 6】

理論空燃比よりも燃料濃度の稀薄な混合気を燃焼室内で燃焼させるリーン燃焼と理論空燃比の混合気を燃焼室内で燃焼させるストイキ燃焼とを含む燃焼形態の内から内燃機関の運転状態に応じて適切な燃焼形態を選択して燃焼制御すると共に、ストイキ燃焼時には排気成分の検出値に基づいて混合気の空燃比をフィードバック制御する内燃機関の燃焼制御装置であって、

20

内燃機関の運転状態に応じて実行されるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系が正常であるか否かを診断するとともに、今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断する予備診断手段と、

予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合にリーン燃焼を禁止するリーン燃焼禁止手段と、

ストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系の異常を診断する異常診断手段と、

30

を備えたことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リーン燃焼とストイキ燃焼とを含む燃焼形態の内から内燃機関の運転状態に応じて適切な燃焼形態を選択して燃焼制御すると共に、ストイキ燃焼時には排気成分の検出値に基づいて混合気の空燃比をフィードバック制御する内燃機関の燃焼制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

40

従来より、内燃機関においては、触媒による排気浄化を効果的に行うため、空燃比を理論空燃比に制御する手法が採用されている。このように空燃比を理論空燃比に制御するためには、排気経路に空燃比センサなどを設けて、その出力に基づいて混合気の燃料濃度を調整する空燃比フィードバック制御を実行している。

【0003】

このような空燃比フィードバック制御を行うシステムにおいて、燃料系に異常が発生した場合には、混合気の燃料濃度が所望の状態とならず、空燃比フィードバック制御を適切に実行することが困難となる。このことにより排気成分が所望の状態とならず、触媒による排気浄化が困難となりエミッションの悪化等の問題を招く。

【0004】

50

このようなエミッションの悪化等を防止するために、燃料系の異常を検出するシステムが提案されている（特開平５－２６０８５号公報）。このシステムでは、空燃比フィードバック制御にて求められている空燃比フィードバック補正值が正常な範囲から外れる場合には、燃料系に異常が生じたものと判定して、その旨の警告を行っている。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

近年、筒内噴射型火花点火式内燃機関などに代表されるごとく、混合気を理論空燃比として燃焼させるストイキ燃焼以外に、必要に応じて混合気を理論空燃比よりも稀薄にして燃焼させるリーン燃焼を実行して燃費を向上させる内燃機関が実用化されている。このような内燃機関においては、内燃機関の運転状態が安定して来るとリーン燃焼を開始するため、空燃比フィードバック制御を実行する機会が少なくなる。このため、空燃比フィードバック補正值に基づく燃料系の異常診断が困難となる。

10

【０００６】

特に、異常判定は内燃機関の運転状態が十分に安定した状態で、ある程度の時間継続して行うことが正確な判断を行う上で重要である。しかし、上述したごとく、同様な安定状態にてリーン燃焼も実行が開始される。このため、異常判定を開始しようとしても、空燃比フィードバック制御がなかなか実行されなかったり、あるいは頻繁に停止して燃料系の異常診断が困難となるおそれがある。

【０００７】

このような燃料系の異常診断が困難となる状況を解決するために、リーン燃焼が実行されるのを禁止して、燃料系の異常診断を行う手法が考えられる。しかし、燃料系が異常でもないのに診断のためにリーン燃焼を禁止すると燃費の悪化を招くことになる。

20

【０００８】

本発明は、燃料系の異常が容易に診断できると共に、このような異常診断のためのリーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能な内燃機関の燃焼制御装置の提供を目的とするものである。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

以下、上記目的を達成するための手段およびその作用効果について記載する。

請求項１記載の内燃機関の燃焼制御装置は、理論空燃比よりも燃料濃度の稀薄な混合気を燃焼室内で燃焼させるリーン燃焼と理論空燃比の混合気を燃焼室内で燃焼させるストイキ燃焼とを含む燃焼形態の内から内燃機関の運転状態に応じて適切な燃焼形態を選択して燃焼制御すると共に、ストイキ燃焼時には排気成分の検出値に基づいて混合気空燃比をフィードバック制御する内燃機関の燃焼制御装置であって、内燃機関の暖機中におけるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系が正常であるか否かを診断する予備診断手段と、予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合にリーン燃焼を禁止するリーン燃焼禁止手段と、内燃機関の暖機完了後におけるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系の異常を診断する異常診断手段とを備えたことを特徴とする。

30

40

【００１０】

異常診断手段は燃料系が異常であるか否かを診断するため、かなり内燃機関の運転状態が安定している場合でないと診断は下せない。すなわち、内燃機関の運転状態が不安定となるような状況では、燃料系が正常であっても空燃比フィードバック補正值の挙動が不安定となり、異常とされる範囲に入ってしまうおそれがあるからである。したがって、内燃機関の運転状態が十分に安定した時に異常診断手段を起動させることになる。しかし、内燃機関の運転状態が十分に安定するとリーン燃焼が高い頻度で実行されてしまう。このため、単に、異常診断手段のみでは、ストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づく異常診断が困難となる。

【００１１】

50

本請求項1では、異常診断手段以外に予備診断手段およびリーン燃焼禁止手段を備えている。この内で予備診断手段にて行われる、燃料系が正常であるか否かの診断は、診断するための内燃機関の運転状態として不安定な運転状態を選択しても問題ない。これは、不安定な運転状態であるために燃料系が実際には正常でも異常な空燃比フィードバック補正値を示しやすい状況下でも、空燃比フィードバック補正値の挙動が正常と言える範囲に入っていれば、燃料系が正常であると言えるからである。すなわち、予備診断手段は異常診断手段よりも診断頻度が自ずと高くなる。

【0012】

このように異常診断手段よりも診断頻度の高い予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合には、リーン燃焼禁止手段によりリーン燃焼を禁止する。このことにより、ストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御が、内燃機関の運転状態が十分に安定した状態でもリーン燃焼にて邪魔されることなく実現されて、異常診断手段による正確な異常診断が容易に実現できる。

10

【0013】

しかも、予備診断手段にて燃料系が正常であると診断された場合はリーン燃焼は禁止されない。このため、燃料系が正常であるにも関わらずリーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼を行わなくて済む。

【0014】

このようにして燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。

20

【0015】

さらに予備診断手段は、暖機中でのストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて得られる空燃比フィードバック補正値に基づいて、異常診断手段に先行して、燃料系が正常であるか否かを診断できる。そして、この予備診断手段の診断が、燃料系が正常であることが明確でないと診断であれば、リーン燃焼禁止手段によるリーン燃焼の禁止により、暖機完了後において内燃機関の運転状態が十分に安定した状態でストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御を十分な時間実現させることができる。このため、異常診断手段は、暖機完了後に内燃機関の運転状態が十分に安定した状態で得られる空燃比フィードバック補正値に基づき正確な異常診断が容易に実現できる。

【0016】

しかも、予備診断手段にて燃料系が正常であると診断された場合は、暖機完了後においてリーン燃焼は禁止されない。このため、燃料系が正常であるにも関わらずリーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼を行わなくて済む。

30

【0017】

このようにして燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。

請求項2記載の内燃機関の燃焼制御装置は、請求項1記載の構成において、予備診断手段は、内燃機関の始動時における内燃機関の温度が、内燃機関の暖機が完了する機関温度より低く設定された温度判定値を越えている場合には、燃料系が正常であると見なすことを特徴とする。

40

【0018】

なお、このように始動時における内燃機関の温度が温度判定値を越えていることにより、暖機が完了するまでの時間が短い場合には、異常診断手段に先行して、予備診断手段が燃料系が正常であるか否かを診断することが困難となるおそれがある。このため、始動時における内燃機関の温度が温度判定値を越えている場合には、燃料系が正常であると見なすことにより、リーン燃焼を禁止しないようにしても良い。このことにより、請求項2の作用効果に加えて、予備診断手段が異常診断手段に先行して診断することが困難となっても、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となる。

【0019】

請求項3記載の内燃機関の燃焼制御装置は、請求項1又は2記載の構成において、予備

50

診断手段は、空燃比フィードバック補正值が正常範囲に含まれかつ空燃比フィードバック補正值と空燃比フィードバック補正值の学習値との和が正常範囲に含まれた状態が、正常判定時間の間、継続した場合に、燃料系が正常であると診断することを特徴とする。

【0020】

このようにすることにより、予備診断手段にて、燃料系が正常であると診断することとしても良い。このような正常診断は、診断するための内燃機関の運転状態として不安定な運転状態を選択しても、異常と診断するのとは異なり容易にできる。すなわち、不安定な運転条件だからこそ、空燃比フィードバック補正值が正常範囲に含まれかつ空燃比フィードバック補正值と空燃比フィードバック補正值の学習値との和が正常範囲に含まれた状態が正常判定時間の間継続すれば、正常であることは間違いないからである。

10

【0021】

このことにより請求項1又は2記載の作用効果を生じ、燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。

【0022】

請求項4記載の内燃機関の燃焼制御装置は、請求項1～3のいずれか記載の構成において、予備診断手段は、空燃比フィードバック補正值が正常範囲に含まれかつ空燃比フィードバック補正值と空燃比フィードバック補正值の学習値との和が正常範囲に含まれた状態が正常判定時間の間継続した条件を満足していない場合において、空燃比フィードバック補正值が異常範囲に含まれた状態が、異常判定時間の間、継続したときには、燃料系が正

20

【0023】

このように燃料系が正常であると診断する条件が満足されていないことに加えて、空燃比フィードバック補正值が異常範囲に含まれた状態が異常判定時間の間継続したとの条件を燃料系が正常であることが明確でないと診断する条件としている。

【0024】

このような条件を採用することにより、燃料系が正常であることが明確でないと診断によって、燃料系が異常である可能性がより高い状態を捉えることができる。したがって、請求項1～3のいずれかの作用効果に加えて、リーン燃焼禁止手段によるリーン燃焼の禁止を、よりの確に実行させることができるようになり、ストイキ燃焼の実行を効果的に抑制して、燃費の悪化を一層効果的に防止できる。

30

【0025】

請求項5記載の内燃機関の燃焼制御装置は、請求項1～3のいずれか記載の構成において、予備診断手段は、今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断することを特徴とする。

【0026】

このように今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているとの条件を燃料系が正常であることが明確でないと診断する条件としている。

40

【0027】

このような条件を採用することにより、燃料系が正常であることが明確でないと診断によって、燃料系が異常である可能性がより高い状態を捉えることができる。したがって、請求項1～3のいずれかの作用効果に加えて、リーン燃焼禁止手段によるリーン燃焼の禁止を、よりの確に実行させることができるようになり、ストイキ燃焼の実行を効果的に抑制して、燃費の悪化を一層効果的に防止できる。

請求項6記載の内燃機関の燃焼制御装置は、理論空燃比よりも燃料濃度の稀薄な混合気を燃焼室内で燃焼させるリーン燃焼と理論空燃比の混合気を燃焼室内で燃焼させるストイキ燃焼とを含む燃焼形態の内から内燃機関の運転状態に応じて適切な燃焼形態を選択して燃焼制御すると共に、ストイキ燃焼時には排気成分の検出値に基づいて混合気空燃比を

50

フィードバック制御する内燃機関の燃焼制御装置であって、内燃機関の運転状態に応じて実行されるストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系が正常であるか否かを診断するとともに、今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断する予備診断手段と、予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合にリーン燃焼を禁止するリーン燃焼禁止手段と、ストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づき、燃料系の異常を診断する異常診断手段と、を備えたことを特徴とする。

異常診断手段は燃料系が異常であるか否かを診断するため、かなり内燃機関の運転状態が安定している場合でないと診断は下せない。すなわち、内燃機関の運転状態が不安定となるような状況では、燃料系が正常であっても空燃比フィードバック補正值の挙動が不安定となり、異常とされる範囲に入ってしまうおそれがあるからである。したがって、内燃機関の運転状態が十分に安定した時に異常診断手段を起動させることになる。しかし、内燃機関の運転状態が十分に安定するとリーン燃焼が高い頻度で実行されてしまう。このため、単に、異常診断手段のみでは、ストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正值に基づく異常診断が困難となる。

本請求項6では、異常診断手段以外に予備診断手段およびリーン燃焼禁止手段を備えている。この内で予備診断手段にて行われる、燃料系が正常であるか否かの診断は、診断するための内燃機関の運転状態として不安定な運転状態を選択しても問題ない。これは、不安定な運転状態であるために燃料系が実際には正常でも異常な空燃比フィードバック補正值を示しやすい状況下でも、空燃比フィードバック補正值の挙動が正常と言える範囲に入っていれば、燃料系が正常であると言えるからである。すなわち、予備診断手段は異常診断手段よりも診断頻度が自ずと高くなる。

このように異常診断手段よりも診断頻度の高い予備診断手段にて燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合には、リーン燃焼禁止手段によりリーン燃焼を禁止する。このことにより、ストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御が、内燃機関の運転状態が十分に安定した状態でもリーン燃焼にて邪魔されることなく実現されて、異常診断手段による正確な異常診断が容易に実現できる。

しかも、予備診断手段にて燃料系が正常であると診断された場合はリーン燃焼は禁止されない。このため、燃料系が正常であるにも関わらずリーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼を行わなくて済む。

また本請求項6では、燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。このように今回あるいは前回の内燃機関運転時に異常診断手段にて異常と判定された履歴が存在しているとの条件を燃料系が正常であることが明確でないと診断する条件としている。

このような条件を採用することにより、燃料系が正常であることが明確でないとの診断によって、燃料系が異常である可能性がより高い状態を捉えることができる。したがって、リーン燃焼禁止手段によるリーン燃焼の禁止を、よりの確に実行させることができるようになり、ストイキ燃焼の実行を効果的に抑制して、燃費の悪化を一層効果的に防止できる。

【0028】

【発明の実施の形態】

〔実施の形態1〕

図1は、上述した発明が適用された筒内噴射式内燃機関およびその燃焼制御装置の概略構成を表す。筒内噴射式内燃機関としてのガソリンエンジン（以下、「エンジン」と略す）2は、その出力により自動車を駆動するために自動車に搭載されているものである。このエンジン2は6つのシリンダ2aを有している。図2～図5にも示すごとく、各シリンダ2aには、シリンダブロック4、シリンダブロック4内で往復動するピストン6、およびシリンダブロック4上に取り付けられたシリンダヘッド8にて区画された燃焼室10がそ

れぞれ形成されている。

【0029】

そして各燃焼室10には、それぞれ第1吸気弁12a、第2吸気弁12bおよび一对の排気弁16が設けられている。この内、第1吸気弁12aは第1吸気ポート14aに接続され、第2吸気弁12bは第2吸気ポート14bに接続され、一对の排気弁16は一对の排気ポート18にそれぞれ接続されている。

【0030】

図2はシリンダヘッド8の平面断面図であって、図示されるように第1吸気ポート14aおよび第2吸気ポート14bは略直線状に延びるストレート型吸気ポートである。また、シリンダヘッド8の内壁面の中央部には点火プラグ20が配置されている。更に、第1吸気弁12aおよび第2吸気弁12b近傍のシリンダヘッド8の内壁面周辺部には、燃焼室10内に直接燃料を噴射できるように燃料噴射弁22が配置されている。

10

【0031】

なお、図3はピストン6における頂面部分の平面図、図4は図2におけるX-X断面図、図5は図2におけるY-Y断面図である。図示されるように略山形に形成されたピストン6の頂面上には燃料噴射弁22の下方から点火プラグ20の下方まで延びるドーム形の輪郭形状を有する凹部24が形成されている。

【0032】

図1に示したごとく、各シリンダ2aの第1吸気ポート14aは吸気マニホールド30内に形成された第1吸気通路30aを介してサージタンク32に接続されている。また、第2吸気ポート14bは第2吸気通路30bを介してサージタンク32に連結されている。この内、各第2吸気通路30b内にはそれぞれ気流制御弁34が配置されている。これらの気流制御弁34は、共通のシャフト36を介して接続されていると共に、このシャフト36を介して負圧式アクチュエータ37により開閉作動される。なお、気流制御弁34が閉状態とされた場合には、第1吸気ポート14aのみから吸入される吸気により燃焼室10内には強い旋回流S（図2）が生じる。

20

【0033】

サージタンク32は吸気ダクト40を介してエアクリーナ42に連結されている。吸気ダクト40内にはモータ44（DCモータまたはステップモータ）によって駆動されるスロットル弁46が配置されている。このスロットル弁46の開度（スロットル開度TA）はスロットル開度センサ46aにより検出されて、スロットル弁46は運転状態に応じて開度制御される。また、各シリンダ2aの各排気ポート18は排気マニホールド48に連結されている。排気マニホールド48は触媒コンバータ49を介して排気を浄化し外部に排出している。

30

【0034】

図示していないが、第1吸気弁12aおよび第2吸気弁12b近傍のシリンダヘッド8には、燃料分配管が設けられ、各シリンダ2aに設けられている燃料噴射弁22に接続している。成層燃焼および均質燃焼を行う際には、この燃料分配管から供給された燃料が燃料噴射弁22から直接燃焼室10内に噴射される。燃料分配管には図示していない高圧燃料ポンプから高圧燃料が圧送されてくる。

40

【0035】

電子制御ユニット（以下、「ECU」と称する）60は、デジタルコンピュータからなり、双方向性バス62を介して相互に接続されたRAM（ランダムアクセスメモリ）64、ROM（リードオンリメモリ）66、CPU（マイクロプロセッサ）68、入力ポート70および出力ポート72を備えている。

【0036】

スロットル開度TAを検出するスロットル開度センサ46aはスロットル弁46の開度に比例した出力電圧をAD変換器73を介して入力ポート70に入力している。アクセルペダル74にはアクセル開度センサ76が取り付けられ、アクセルペダル74の踏み込み量に比例した出力電圧をAD変換器78を介して入力ポート70に入力している。上死点セ

50

ンサ 80 は例えばシリンダ 2 a の内の 1 番シリンダが吸気上死点に達したときに出力パルスが発生し、この出力パルスが入力ポート 70 に入力される。クランク角センサ 82 は、クランクシャフトが 30 度回転する毎に出力パルスが発生し、この出力パルスが入力ポート 70 に入力される。CPU 68 では上死点センサ 80 の出力パルスとクランク角センサ 82 の出力パルスから現在のクランク角が計算され、クランク角センサ 82 の出力パルスの頻度からエンジン回転数 NE が計算される。サージタンク 32 には、吸気圧センサ 84 が設けられ、サージタンク 32 内の吸気圧 PM (吸入空気の圧力：絶対圧) に対応した出力電圧を AD 変換器 85 を介して入力ポート 70 に入力している。エンジン 2 のシリンダブロック 4 には水温センサ 86 が設けられ、エンジン 2 の冷却水温度 THW を検出し冷却水温度 THW に応じた出力電圧を AD 変換器 87 を介して入力ポート 70 に入力している。排気マニホールド 48 には空燃比センサ 88 が設けられ、空燃比に応じた出力電圧を AD 変換器 89 を介して入力ポート 70 に入力している。

10

【0037】

出力ポート 72 は、対応する駆動回路 92, 94, 96, 98 を介してイグナイタ 102、各燃料噴射弁 22、スロットル弁 46 の駆動用モータ 44、および負圧式アクチュエータ 37 に接続されて、各装置 102, 22, 44, 37 を必要に応じて駆動制御している。

【0038】

次にエンジン 2 において始動完了後に行われる燃料噴射制御について説明する。図 6 に燃料噴射制御に必要な運転領域を設定する処理のフローチャートを示す。本処理は予め設定されているクランク角毎に周期的に実行される処理である。なお、以下に説明する各フローチャート中の個々の処理ステップを「S～」で表す。

20

【0039】

まず、クランク角センサ 82 の信号から得られているエンジン回転数 NE と、アクセル開度センサ 76 の信号から得られているアクセルペダル 74 の踏み込み量 (以下、アクセル開度と称する) ACCP とが RAM 64 の作業領域に読み込まれる (S100)。

【0040】

次に、これらエンジン回転数 NE とアクセル開度 ACCP とに基づいて、リーン燃料噴射量 QL を算出する (S110)。このリーン燃料噴射量 QL は、成層燃焼を行う際にエンジン 2 の出力トルクを要求トルクとするのに最適な燃料噴射量を表している。リーン燃料噴射量 QL は予め実験により求められて、図 7 に示すごとく、アクセル開度 ACCP とエンジン回転数 NE とをパラメータとするマップとして ROM 66 内に記憶されている。ステップ S110 ではこのマップに基づいてリーン燃料噴射量 QL が算出される。なお、マップでは離散的に数値が配置されているので、パラメータとして一致する値が存在しない場合には、補間計算により求めることになる。このような補間によるマップからの算出は、ここで述べたマップ以外のマップから必要な数値を求める場合にも同様に行われる。

30

【0041】

次に、こうして求められたリーン燃料噴射量 QL とエンジン回転数 NE とに基づいて、図 8 に示されるような 3 つの運転領域 R1, R2, R3 が決定される (S115)。こうして一旦処理を終了する。

40

【0042】

このように運転領域 R1, R2, R3 が決定されると、次に、図 9 のフローチャートに示すごとく、燃料噴射時期制御処理が実行されて、各運転領域 R1 ~ R3 に応じた燃料噴射形態が制御される。本処理もクランク角毎に周期的に実行される処理である。

【0043】

本燃料噴射時期制御処理では、まず、暖機完了したか否かが判定される (S248)。ここでは、水温センサ 86 にて検出される冷却水温度 THW が 78℃を越えている場合に暖機完了と判定する。

【0044】

暖機完了していれば (S248 で「YES」)、次にリーン燃焼移行可フラグ FL が「O

50

N」か否かが判定される（S250）。ここで、リーン燃焼移行可フラグFLは後述する燃料系異常診断処理にて設定されるフラグである。FL＝「ON」であれば（S250で「YES」）、現在、運転領域R1であるか否かが判定される（S252）。

【0045】

リーン燃料噴射量QLがしきい値QQ1よりも小さい運転領域R1である場合（S252で「YES」）は、リーン燃料噴射量QLに応じた量の燃料を圧縮行程末期に噴射する設定がなされる（S254）。この時のリーン燃料噴射量QLは、燃焼室10内の吸気に対しては理論空燃比よりも少ない燃料量である。この圧縮行程末期での噴射による噴射燃料は、ピストン6の凹部24内に進行した後、凹部24の周壁面26（図3，4）に衝突する。周壁面26に衝突した燃料は気化せしめられつつ移動して点火プラグ20近傍の凹部24内に可燃混合気層を形成する。そしてこの層状の可燃混合気点火プラグ20によって点火がなされることにより、成層燃焼が行われる。

10

【0046】

運転領域R1ではない場合（S252で「NO」）は、次に運転領域R2であるか否かが判定される（S256）。

リーン燃料噴射量QLがしきい値QQ1としきい値QQ2との間である運転領域R2である場合（S256で「YES」）は、リーン燃料噴射量QLに応じた量の燃料を吸気行程と圧縮行程末期とに2回に分けて噴射する設定がなされる（S258）。この時のリーン燃料噴射量QLは、燃焼室10内の吸気に対しては理論空燃比よりも少ない燃料量である。吸気行程に行われる第1回目の噴射燃料は吸入空気と共に燃焼室10内に流入し、この噴射燃料によって燃焼室10内全体に均質な稀薄混合気形成される。そして、圧縮行程末期に第2回目の燃料噴射が行われる結果、前述したごとく点火プラグ20近傍の凹部24内には可燃混合気層が形成される。そしてこの層状の可燃混合気点火プラグ20によって点火がなされ、またこの点火火炎によって燃焼室10内全体を占める稀薄混合気が燃焼される。すなわち、運転領域R2では前述した運転領域R1よりも成層度の弱い成層燃焼が行われる。

20

【0047】

運転領域R2ではない場合（S256で「NO」）は、リーン燃料噴射量QLがしきい値QQ2よりも多い運転領域R3であることから、後述する理論空燃比基本燃料噴射量QBSに基づいて各種の補正を行った燃料量を吸気行程にて噴射する設定がなされる（S260）。この噴射燃料は吸入空気と共に燃焼室10内に流入し、この噴射燃料によって燃焼室10内全体に均質な理論空燃比（後述するごとく、増量補正により理論空燃比より燃料濃度が濃いリッチ空燃比に制御される場合もある）の均質混合気形成され、この結果、均質燃焼が行われる。

30

【0048】

暖機完了していない場合（S248で「NO」）は、運転領域に関わらず上述した運転領域R3と同じく、理論空燃比基本燃料噴射量QBSに基づいて各種の補正を行った燃料量を吸気行程にて噴射する設定がなされる（S260）。

【0049】

また、暖機完了後であっても（S248で「YES」）、FL＝「OFF」であれば（S250で「NO」）、運転領域に関わらず上述した運転領域R3と同様に、理論空燃比基本燃料噴射量QBSに基づいて各種の補正を行った燃料量を吸気行程にて噴射する設定がなされる（S260）。

40

【0050】

そして、上述したごとく燃料噴射形態の設定（S254，S258，S260）が終了すると一旦燃料噴射時期制御処理を終了する。

次に、運転領域設定処理により設定された運転領域に基づいて実行される燃料噴射量制御処理のフローチャートを図10に示す。本処理は予め設定されているクランク角毎に周期的に実行される処理である。

【0051】

50

燃料噴射量制御処理が開始されると、まず、アクセル開度センサ 76 の信号から得られているアクセル開度 $ACC P$ 、クランク角センサ 82 の信号から得られているエンジン回転数 NE 、吸気圧センサ 84 の信号から得られている吸気圧 PM 、空燃比センサ 88 の信号から得られている出力電圧値 Vox 、水温センサ 86 の信号から得られている冷却水温度 THW 等を $RAM 64$ の作業領域に読み込む ($S120$)。

【0052】

次に、暖機完了か否かが判定される ($S121$)。冷却水温度 THW が $78^{\circ}C$ を越えており暖機完了であれば ($S121$ で「YES」)、次に、前述した運転領域設定処理にて (図6)、現在、運転領域 $R3$ が設定されているか否かが判定される ($S122$)。運転領域 $R3$ が設定されていると判定された場合には ($S122$ で「YES」)、予め $ROM 66$ に設定されている図11のマップを用いて、吸気圧 PM とエンジン回転数 NE とから、理論空燃比基本燃料噴射量 QBS が算出される ($S130$)。

10

【0053】

次に、高負荷増量 OTP 算出処理 ($S140$)が行われる。この高負荷増量 OTP 算出処理について図12のフローチャートに基づいて説明する。高負荷増量 OTP 算出処理では、まず、アクセル開度 $ACC P$ が高負荷増量判定値 $KOT PAC$ を越えているか否かが判定される ($S141$)。

【0054】

$ACC P \leq KOT PAC$ であれば ($S141$ で「NO」)、高負荷増量 OTP には値「0」が設定される ($S142$)。すなわち燃料の増量補正は行われず。こうして、高負荷増量 OTP 算出処理を一旦出る。

20

【0055】

また、 $ACC P > KOT PAC$ であれば ($S141$ で「YES」)、高負荷増量 OTP には値 M (例えば、 $1 > M > 0$) が設定される ($S144$)。すなわち燃料の増量補正の実行が設定される。この増量補正は、高負荷時に触媒コンバータ 49が過熱するのを防止するためになされる。

【0056】

図10に戻り、ステップ $S140$ にて高負荷増量 OTP が算出された後に、次に、空燃比フィードバック制御処理 ($S150$)が実行される。この空燃比フィードバック制御処理の詳細を図13に示す。

30

【0057】

本処理が開始されると、まず、空燃比フィードバック制御を行う条件が成立しているか否かを判定する ($S152$)。この条件とは次のごとくである。

(1) 始動時でない。

【0058】

(2) 燃料カット中でない。

(3) 空燃比センサ 88は活性が完了している。

(4) その他の必要条件

以上の(1)～(4)のすべての条件が満足されたとき ($S152$ で「YES」)に、以下に示すごとく実際に空燃比フィードバック制御処理が実行される。いずれか1つでも条件が満足されないとき ($S152$ で「NO」)は、空燃比フィードバック制御は実行されず、空燃比フィードバック補正係数 FAF に「1.0」が設定されて ($S153$)、空燃比フィードバック制御処理を出る。

40

【0059】

全ての条件が成立している場合 ($S152$ にて「YES」)について述べる。まず、空燃比センサ 88の出力電圧値 Vox が、基準電圧 Vr (例えば $0.45V$)より小さいか否かを判定する ($S154$)。 $Vox < Vr$ であれば ($S154$ にて「YES」)、空燃比はリーンであるとして、空燃比フラグ XOX をリセット ($XOX \leftarrow 0$)する ($S156$)。

【0060】

次に、空燃比フラグ XOX と状態維持フラグ $XOXO$ とが一致しているか否かを判断する

50

(S158)。XOX=XOXOであれば(S158で「YES」)、リーン状態が継続しているものとして、空燃比フィードバック補正係数(空燃比フィードバック補正值に相当する)FAFをリーン積分量a($a > 0$)増加する(S160)。そして空燃比フィードバック制御処理を出る。

【0061】

一方、XOX≠XOXOであれば(S158で「NO」)、リッチ状態からリーン状態に反転したものとして、空燃比フィードバック補正係数FAFをリーンスキップ量A($A > 0$)増加する(S162)。なおリーンスキップ量Aはリーン積分量aに比較して十分に大きな値に設定されている。そして後述する空燃比フィードバック補正係数学習処理(S200)が実行される。

10

【0062】

ステップ154で、 $Vox \geq Vr$ と判定された場合は(S154で「NO」)、空燃比はリッチであるとして、空燃比フラグXOXをセット($XOX \leftarrow 1$)する(S166)。次に空燃比フラグXOXと状態維持フラグXOXOとが一致しているか否かを判断する(S168)。

【0063】

XOX=XOXOであれば(S168で「YES」)、リッチ状態が継続しているものとして、空燃比フィードバック補正係数FAFをリッチ積分量b($b > 0$)減少する(S170)。そして空燃比フィードバック制御処理を出る。

【0064】

XOX≠XOXOであれば(S168で「NO」)、リーン状態からリッチ状態に反転したものとして空燃比フィードバック補正係数FAFをリッチスキップ量B($B > 0$)減少する(S172)。なおリッチスキップ量Bはリッチ積分量bに比較して十分に大きな値に設定されている。そして次に述べる空燃比フィードバック補正係数学習処理(S200)が実行される。

20

【0065】

空燃比フィードバック補正係数学習処理(S200)の詳細を図14のフローチャートに示す。空燃比フィードバック補正係数学習処理では、まず、水温センサ86にて検出されるエンジン2の冷却水温THWが78℃を越えているか否かにより、暖機が完了したか否かが判定される(S202)。

30

【0066】

$THW \leq 78^\circ C$ であって暖機完了していなければ(S202で「NO」)、空燃比フィードバック補正係数学習は実行せずにこのまま空燃比フィードバック補正係数学習処理を出る。

【0067】

$THW > 78^\circ C$ であって暖機完了していれば(S202で「YES」)、次に、次式1により、前回記憶した空燃比フィードバック補正係数FAFBと今回の空燃比フィードバック補正係数FAFとの平均値FAFAVを算出する(S204)。

【0068】

【数1】

$$FAFAV \leftarrow (FAFAB + FAF) / 2 \quad \dots \quad [式1]$$

40

次に、今回の空燃比フィードバック補正係数FAFの値を、空燃比フィードバック補正係数FAFBとして記憶する(S206)。

【0069】

次に、空燃比フィードバック補正係数FAFの平均値FAFAVが「0.98」より小さいか否かを判定する(S208)。FAFAV<0.98であれば(S208で「YES」)、空燃比フィードバック補正係数学習値KGを変動量 γ (> 0)だけ減少させ(S210)、空燃比フィードバック補正係数学習処理を出る。

【0070】

$FAFAV \geq 0.98$ であれば(S208で「NO」)、平均値FAFAVが「1.02

50

」より大きいかな否かを判定する（S 2 1 2）。 $F A F A V > 1.02$ であれば（S 2 1 2で「YES」）、空燃比フィードバック補正係数学習値K Gを変動量 γ だけ増加させ（S 2 1 4）、空燃比フィードバック補正係数学習処理を出る。

【0071】

$0.98 \leq F A F A V \leq 1.02$ の場合（S 2 0 8で「NO」、S 2 1 2で「NO」）は、空燃比フィードバック補正係数学習値K Gはその値を維持したまま、空燃比フィードバック補正係数学習処理を出る。

【0072】

なお、本実施の形態1においては、空燃比フィードバック補正係数学習値K Gは1つではなく、エンジン2の運転状態に対して複数定められた領域毎に設定され、かつ学習されているものであり、複数存在する。したがって、上述した空燃比フィードバック補正係数学習値K Gの算出や後述する空燃比フィードバック補正係数学習値K Gを用いた各種処理においては、運転状態に応じて選択された空燃比フィードバック補正係数学習値K Gが対象となる。

10

【0073】

空燃比フィードバック補正係数学習処理（S 2 0 0）の後には、図13に示したごとく、状態維持フラグX O X Oに空燃比フラグX O Xの値を設定して（S 2 2 0）、空燃比フィードバック制御処理を出る。

【0074】

そして、図10に示したごとく、空燃比フィードバック制御処理（S 1 5 0）を終了すると、次式2に示すごとく、燃料噴射量Qが算出される（S 2 3 0）。

20

【0075】

【数2】

$$Q \leftarrow Q B S \{ 1 + O T P + (F A F - 1.0) + (K G - 1.0) \} \alpha + \beta \cdots \quad [\text{式2}]$$

ここで、 α 、 β はエンジン2の種類や制御の内容に応じて適宜設定される係数である。

【0076】

こうして一旦燃料噴射量制御処理を終了する。

一方、ステップS 1 2 2にて、運転領域R 3以外の領域、すなわちリーン燃焼にて運転される運転領域R 1、R 2のいずれかの場合は（S 1 2 2で「NO」）、次にリーン燃焼移行可フラグF Lが「ON」かな否かが判定される（S 1 8 5）。ここで、リーン燃焼移行可フラグF Lは後述する燃料系異常診断処理にて設定されるフラグである。

30

【0077】

F L = 「ON」であれば（S 1 8 5で「YES」）、次に、燃料噴射量Qに、運転領域設定処理（図6）のステップS 1 1 0にて求められているリーン燃料噴射量Q Lが設定される（S 1 9 0）。こうして一旦燃料噴射量制御処理を終了する。

【0078】

F L = 「OFF」であれば（S 1 8 5で「NO」）、運転領域R 1、R 2のいずれにあっても、リーン燃焼が禁止されるので、処理はステップS 1 3 0以下のストイキ燃焼処理に切り替わる。

【0079】

また、暖機完了していなければ（S 1 2 1で「NO」）、運転領域R 3の場合と同様に、ステップS 1 3 0以下のストイキ燃焼処理が行われる。

40

上述したごとく、燃料系の制御がなされているエンジン2において行われる燃料系異常診断処理のフローチャートを図15に示す。本処理は予め設定されている周期で繰り返し実行される処理である。

【0080】

まず、予備診断完了フラグF eが「ON」かな否かが判定される（S 3 1 0）。ここで、予備診断完了フラグF eはエンジン2の起動毎に「OFF」に初期化されているフラグである。

【0081】

50

予備診断完了フラグF eが「OFF」である場合には（S 3 1 0で「NO」）、次に予備診断の実行条件が成立しているか否かが判定される（S 3 2 0）。この実行条件は、図13のステップS 1 5 2で述べた空燃比フィードバック制御の実行条件の成立や、エンジン2の運転状態が過渡時ではない等の条件が含まれるものである。ただし、「暖機完了後（本実施の形態では、冷却水温度T H W $\geq$ 7 8 $^{\circ}$ C）」は条件に含まれていない。

【0082】

予備診断の実行条件が不成立ならば（S 3 2 0で「NO」）、次に異常診断の実行条件が成立しているか否かが判定される（S 3 3 0）。この実行条件は、前述したステップS 1 5 2で述べた空燃比フィードバック制御の実行条件の成立や、エンジン2の運転状態が過渡時ではない等の条件が含まれる条件である。ただし、予備診断の実行条件と異なり、「暖機完了後（本実施の形態では、冷却水温度T H W $\geq$ 7 8 $^{\circ}$ C）」は条件に含まれる。すなわち、予備診断の方が、異常診断に比較して実行条件が緩く設定されている。

10

【0083】

異常診断の実行条件が不成立ならば（S 3 3 0で「NO」）、このまま燃料系異常診断処理を一旦終了する。

したがって、予備診断完了フラグF e = 「OFF」の状態、予備診断の実行条件も異常診断の実行条件も不成立の場合は、本燃料系異常診断処理ではステップS 3 1 0, S 3 2 0, S 3 3 0の判定処理を繰り返すのみである。

【0084】

このような判定処理を繰り返している内に、条件が緩い予備診断の実行条件が成立する（S 3 2 0で「YES」）。例えば、始動が終了し、暖機中にストイキ燃焼における空燃比フィードバック制御が開始されると、予備診断の実行条件が成立する。このことにより、予備診断用空燃比フィードバック補正係数F A F挙動検出処理（S 3 4 0）が実行される。この予備診断用空燃比フィードバック補正係数F A F挙動検出処理を図16のフローチャートに基づいて説明する。

20

【0085】

予備診断用空燃比フィードバック補正係数F A F挙動検出処理では、まず、空燃比フィードバック補正係数F A Fが次式3（F A Fの正常範囲に相当する）を満足し、かつトータル挙動値F A F K G Dが次式4（F A F K G Dの正常範囲に相当する）を満足している状態の継続時間の測定が実行される（S 3 4 2）。

30

【0086】

【数3】

$$-0.18 \leq F A F - 1.0 \leq 0.15 \quad \dots \quad \text{[式3]}$$

$$-0.30 < F A F K G D < 0.30 \quad \dots \quad \text{[式4]}$$

ここで、トータル挙動値F A F K G Dは、次式5に示すごとく算出される値であり、空燃比フィードバック補正係数F A Fと空燃比フィードバック補正係数学習値K Gとを総合した挙動を表す値である。

【0087】

【数4】

$$F A F K G D \leftarrow F A F + K G - 2.0 \quad \dots \quad \text{[式5]}$$

40

このトータル挙動値F A F K G Dは、実際には、更に、ステップS 3 4 2が継続的に繰り返し実行されている期間に、重み付け平均処理がなされた値が用いられる。

【0088】

また、空燃比フィードバック補正係数学習値K Gは空燃比フィードバック補正係数F A Fと異なり、暖機中では算出されていない。したがって暖機中ではR A M 6 4の一部を構成するバックアップR A Mに記憶されている前回行われた空燃比フィードバック補正係数学習値K Gを用いる。

【0089】

次に、空燃比フィードバック補正係数F A Fが次式6（F A Fの異常範囲に相当する）を満足している状態の積算時間が測定実行される（S 3 4 4）。

50

【0090】

【数5】

$F A F - 1.0 > 0.15 \quad \dots \quad [式6]$

ここで積算時間とは、ステップS342が継続的に繰り返し実行されている期間に、前記式6を満足している時間を合計した時間を意味する。

【0091】

予備診断用空燃比フィードバック補正係数FAF挙動検出処理（S340）の次には予備診断が行われる（S350）。

予備診断では、次の（1）～（3）の判断がなされる。

【0092】

10

（1）．燃料系が正常である。

（2）．燃料系が正常であることが明確ではない。

（3）．データが不足で未だ（1）か（2）かは決定できない。

【0093】

前記（1）の判断は、次の（a）または（b）のいずれかの条件が成立した場合に行われる。

（a）．ステップS342にて計測されている式3および式4を満足している状態の継続時間が10秒（正常判定時間に相当する）を経過した。

【0094】

20

（b）．始動時の水温THWが40℃（温度判定値に相当する）を越えていた。

前記（2）の判断は、次の（c）または（d）のいずれかの条件が成立した場合に行われる。

【0095】

（c）．前記（a）および（b）のいずれも未成立で、かつステップS344にて計測されている式6を満足している状態の積算時間が30秒（異常判定時間に相当する）を経過した。

【0096】

（d）．後述する異常診断による異常であるとの診断履歴が存在する。この診断履歴は、例えば、今回エンジン2が起動してから現在までの異常診断の履歴、またはバックアップRAMに記憶されている前回エンジン2が継続的に運転されていた期間における異常診断の履歴のいずれかにおいて異常と診断されていた状態である。

30

【0097】

前記（3）の判断は、前記（1）および（2）の判断がいずれもできていない場合に行われる。

上述した判断の内、予備診断（S350）にて前記（3）の判断がなされている間は、予備診断（S350）から直ちにステップS330に移行する。

【0098】

予備診断（S350）にて、前記（1）の判断がなされた場合には、燃料系が正常であると診断されるので、予備診断（S350）の次にリーン燃焼移行可フラグFLに「ON」が設定される（S360）。このことにより、以後エンジン2が継続して運転されている限り、前述した燃料噴射時期制御処理（図9）のステップS250にては「YES」と判定されるようになる。更に、燃料噴射量制御処理（図10）のステップS185にて「YES」と判定されるようになる。このことにより、運転領域設定処理（図6）にて決定される運転領域がR1、R2である場合には成層によるリーン燃焼を実行することになる。

40

【0099】

次に、予備診断完了フラグFeに「ON」が設定されて（S370）、ステップS330に移行する。

また、予備診断（S350）にて、前記（2）の判断がなされた場合には、燃料系が正常であることが明確でないと診断される。すなわち、燃料系が正常とは言えず、異常の可能

50

性が生じているので、予備診断（S 3 5 0）後に、リーン燃焼移行可フラグ F L に「O N」は設定されず、「O F F」のままとされる。このことにより、以後エンジン 2 が継続して運転されている限り、前述した燃料噴射時期制御処理（図 9）のステップ S 2 5 0 にては「N O」と判定され続ける。更に、燃料噴射量制御処理（図 1 0）のステップ S 1 8 5 にも「N O」と判定され続ける。このことにより、運転領域設定処理（図 6）にて決定される運転領域が R 1, R 2 であったとしても成層によるリーン燃焼は実行されず、均質によるストイキ燃焼が実行される。

【0 1 0 0】

次に、予備診断完了フラグ F e に「O N」が設定されて（S 3 7 0）、ステップ S 3 3 0 に移行する。

10

このように予備診断（S 3 5 0）にて、前記（1）または（2）の判断がなされた場合には、予備診断完了フラグ F e に「O N」が設定される（S 3 7 0）ので、次の周期では、ステップ S 3 1 0 にて「Y E S」と判定されて、ステップ S 3 2 0～S 3 7 0 の処理は実行されなくなる。なお、予備診断完了フラグ F e =「O N」が維持されるのは、エンジン 2 の運転が継続している間であり、次のエンジン始動時には、予備診断完了フラグ F e は「O F F」に初期化される。

【0 1 0 1】

次に、異常診断の実行条件が成立した場合（S 3 3 0 で「Y E S」）について説明する。ステップ S 3 3 0 にて「Y E S」と判定されると、異常診断用空燃比フィードバック補正係数 F A F 挙動検出処理（S 3 8 0）が実行される。この異常診断用空燃比フィードバック補正係数 F A F 挙動検出処理を図 1 7 のフローチャートに基づいて説明する。

20

【0 1 0 2】

異常診断用空燃比フィードバック補正係数 F A F 挙動検出処理では、トータル挙動値 F A F K G D が次式 7 または式 8 のいずれかを満足している状態の継続時間の測定が実行される（S 3 8 2）。

【0 1 0 3】

【数 6】

$$F A F K G D \leq -0.35 \quad \cdots \quad [\text{式 7}]$$

$$F A F K G D \geq 0.35 \quad \cdots \quad [\text{式 8}]$$

異常診断用空燃比フィードバック補正係数 F A F 挙動検出処理（S 3 8 0）の次には異常診断が行われる（S 3 9 0）。

30

【0 1 0 4】

異常診断では、次の（1）、（2）の判断がなされる。

（1）．燃料系が異常である。

（2）．データ不足も含めて、燃料系が異常とは診断できない。

【0 1 0 5】

前記（1）の判断は、次の（a）の条件が成立した場合に行われる。

（a）．ステップ S 3 8 2 にて計測されている式 7 または式 8 のいずれかを満足している状態の継続時間が 6 秒を経過した。

【0 1 0 6】

40

前記（2）の判断は、前記（1）の判断ができない場合に行われる。

異常診断（S 3 9 0）にて、前記（1）の判断がなされた場合には、燃料系が異常であることが判明するので、異常診断（S 3 9 0）の次に本トリップ異常フラグ F f を「O N」に設定し（S 4 0 0）、一旦処理を終了する。このように本トリップ異常フラグ F f が「O N」になることにより、図示していない処理により、例えば、R A M 6 4 内のバックアップ R A M に燃料系の異常を表すデータが記憶されたり、あるいは運転席の警告ランプが点灯される。

【0 1 0 7】

また、異常診断（S 3 9 0）にて、前記（2）の判断がなされた場合には、このまま一旦処理を終了する。

50

上述したごとくの燃料系異常診断処理がエンジン 2 が運転されている限り繰り返されることにより、燃料系の異常を診断することになる。

【0108】

図 18 に、暖機中に予備診断 (S350) にて、燃料系が正常であると診断された例を示す。冷却水温 THW が 40℃未満でのエンジン 2 の始動後に、ステップ S342 にて計測されている式 3 および式 4 を満足している状態の継続時間が 10 秒を経過すると (時刻 t1)、予備診断 (S350) では燃料系が正常であると診断され、リーン燃焼移行可フラグ FL を「ON」に設定し (S360)、予備診断完了フラグ Fe に「ON」を設定する (S370)。

【0109】

このことにより、以後、エンジン 2 が運転を継続している限りは、予備診断はなされず、暖機完了 (時刻 t2) 後、運転領域 R1, R2 のいずれかであれば、燃料噴射時期制御処理 (図 9) ではステップ S250 では「YES」と判定され、燃料噴射量制御処理 (図 10) ではステップ S185 で「YES」と判定される。したがって、リーン燃料噴射量 QL に基づいて燃料噴射量が設定され (S190)、成層によるリーン燃焼 (S254, S258) が行われる。また、運転領域 R3 となれば、均質燃焼 (S260) でかつストイキ燃焼にて空燃比フィードバック制御あるいは必要に応じてリッチ燃焼が行われる (S130~S230)。

【0110】

図 19 に、暖機中に予備診断にて、燃料系の正常が明確でないと診断された例を示す。冷却水温 THW が 40℃未満でのエンジン 2 の始動後に、ステップ S342 にて計測されている式 3 および式 4 を満足している状態の継続時間が 10 秒を経過しておらず、ステップ S344 にて計測されている式 6 を満足している状態の積算時間が 30 秒を経過すると (時刻 t11)、予備診断 (S350) では燃料系の正常が明確でないと診断され、リーン燃焼移行可フラグ FL を「OFF」のままとして、予備診断完了フラグ Fe に「ON」を設定する (S370)。

【0111】

このことにより、以後、エンジン 2 が運転を継続している限りは、予備診断 (S350) はなされない。更に、暖機完了 (時刻 t12) 後において、運転領域 R1, R2 のいずれにおいても、燃料噴射時期制御処理 (図 9) ではステップ S250 にて「NO」と判定されるので吸気行程噴射 (S260) となり、燃料噴射量制御処理 (図 10) ではステップ S185 で「NO」と判定される。このため、ストイキ燃焼にて空燃比フィードバック制御あるいは必要に応じてリッチ燃焼が行われ (S130~S230)、リーン燃焼は実行されない。

【0112】

上述した実施の形態 1 において、ステップ S320, S340, S350 が予備診断手段としての処理に、ステップ S185, S250 がリーン燃焼禁止手段としての処理に、ステップ S330, S380, S390 が異常診断手段としての処理に相当する。

【0113】

以上説明した本実施の形態 1 によれば、以下の効果が得られる。

(イ)．予備診断 (S350) における燃料系が正常であるか否かの診断においては、エンジン 2 が暖機中であっても、空燃比フィードバック補正係数 FAF の挙動が正常と言える範囲に入っていれば直ちに燃料系が正常であると断定できる。

【0114】

一方、異常診断 (S390) においては、燃料系が異常であるか否かを診断するため、暖機完了後で十分にエンジン 2 の運転状態が安定している場合でないと診断は下せない。すなわち、燃料系が正常であってもエンジン 2 が十分に安定していないと一時的に異常な範囲に入ることがあるからである。しかし、エンジン 2 の運転状態が十分に安定すると成層によるリーン燃焼がほぼ確実に実行されてしまう。このため、ストイキ燃焼時の空燃比フィードバック制御にて算出される異常診断用空燃比フィードバック補正係数 FAF に基づ

10

20

30

40

50

く異常診断が困難となる。

【0115】

しかし、本実施の形態では、暖機中に予備診断（S350）により燃料系が正常であることが明確でないと診断された場合においてリーン燃焼を禁止している（S250およびS185で「NO」）。このことにより、ストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御が、エンジン2の運転状態が十分に安定した状態でも実現されて、異常診断（S390）による正確な異常診断が容易に実現できる。

【0116】

しかも、予備診断（S350）にて燃料系が正常であると診断された場合はリーン燃焼移行可フラグFLが「ON」とされる（S360）ので、リーン燃焼は禁止されない（S250およびS185で「YES」）。このため、燃料系が正常であるにも関わらずリーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼を行わなくて済む。

10

【0117】

このようにして燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。

（ロ）．本実施の形態1のエンジン2では、予備診断（S350）は暖機中も含めて空燃比フィードバック制御で算出される空燃比フィードバック補正係数FAFに基づき診断をしている。一方、異常診断（S390）は、暖機完了後における空燃比フィードバック制御にて算出される空燃比フィードバック補正係数FAFに基づき診断している。

20

【0118】

したがって、予備診断（S350）は、異常診断（S390）に先行して、燃料系が正常であるか否かを診断できる。そして、この予備診断（S350）が、燃料系が正常であることが明確でないと診断をすれば、リーン燃焼の禁止により（S250およびS185で「NO」）、暖機完了後においてもエンジン2の運転状態が十分に安定した状態でストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御を十分な時間実現させることができる。このため、異常診断（S390）は、暖機完了後にエンジン2の運転状態が十分に安定した状態で得られる空燃比フィードバック補正係数FAFに基づき正確な異常診断が容易に実現できる。

【0119】

（ハ）．予備診断（S350）においては、エンジン2の始動時における冷却水温THW（内燃機関の温度に相当する）が、暖機が完了する機関温度（78℃）より低く設定された温度判定値（40℃）を越えている場合には、燃料系が正常であると見なしている。このようにエンジン2の始動時における冷却水温THWが温度判定値を越えていることにより、暖機が完了するまでの時間が短い場合には、異常診断（S390）手段に先行して、予備診断（S350）にて燃料系が正常であるか否かを診断することが困難となる。このため、始動時における冷却水温THWが温度判定値を越えている場合には、燃料系が正常であると見なすことにより、リーン燃焼を禁止しないようにしている。このことにより、リーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼が行われることが無くなり、燃費を徒に悪化させることが無い。

30

【0120】

（ニ）．予備診断（S350）においては、前記式3および前記式4を満足している状態の継続時間が10秒を経過した場合に、燃料系が正常であると診断している。このような正常診断は、診断するためのエンジン2の運転状態として暖機中のような不安定な運転状態を選択しても、異常診断（S390）にて異常と診断するのとは異なり容易である。すなわち、不安定な運転条件だからこそ、前記式3および前記式4を満足している状態の継続時間が10秒を経過すれば、正常であることは間違いないからである。

40

【0121】

このことにより上述した（イ）～（ハ）を、更に効果的なものとできる。

（ホ）．予備診断（S350）においては、前記式3および前記式4を満足している状態の継続時間が10秒を経過した条件を満足していない場合において、ステップS344に

50

て計測されている式 6 を満足している状態の積算時間が 30 秒を経過したときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断している。

【0122】

このことにより、燃料系が正常であることが明確でないと診断により、燃料系が異常である可能性がより高い状態を捉えることができる。したがって、ステップ S185, S250 によるリーン燃焼の禁止を、よりの確に実行させることができるようになり、ストイキ燃焼の実行を効果的に抑制して、燃費の悪化を一層効果的に防止できる。

【0123】

(へ)．予備診断 (S350) においては、今回あるいは前回のエンジン 2 の運転時に異常診断 (S390) にて異常と判定された履歴が存在しているときには、燃料系が正常であることが明確でないと診断している。

10

【0124】

このことにより、燃料系が正常であることが明確でないと診断にて、燃料系が異常である可能性がより高い状態を捉えることができる。したがって、ステップ S185, S250 によるリーン燃焼の禁止を、よりの確に実行させることができ、ストイキ燃焼の実行を効果的に抑制して、燃費の悪化を一層効果的に防止できる。

【0125】

[その他の実施の形態]

・前記実施の形態において、予備診断 (S350) にて「(2)．燃料系が正常であることが明確ではない。」と診断する条件 (c) に、式 6 に対する論理和として次式 9 を加えても良い。

20

【0126】

【数 7】

$$FAF - 1.0 < -0.18 \quad \dots \quad [\text{式 9}]$$

・前記実施の形態において、ステップ S204 では空燃比フィードバック補正係数 FAF の平均値 FAFAV を、前回記憶した空燃比フィードバック補正係数 FAFB と今回の空燃比フィードバック補正係数 FAF との平均値として算出していた。これ以外に、前回の空燃比フィードバック補正係数 FAF の平均値 FAFAV と今回の空燃比フィードバック補正係数 FAF とを用いて、前回の平均値 FAFAV 側に重みを付けた重み付け平均値として FAFAV を算出しても良い。

30

【0127】

・前記実施の形態において、成層によるリーン燃焼を実行するエンジンの例を示したが、成層によらず均質によるリーン燃焼を実行するものであっても良い。またリーン燃焼を行う場合に必要に応じて成層によるか均質によるかを選択して実行するものであっても良い。

【0128】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明の実施の形態には、次のような形態を含むものであることを付記しておく。

(1)．予備診断手段の実行条件は、異常診断手段に比較して、内燃機関がより不安定な運転状態も含むことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の燃焼制御装置。

40

【0129】

このように異常診断手段よりも頻度高くなされる予備診断手段の診断結果によりリーン燃焼が禁止されることにより、ストイキ燃焼の空燃比フィードバック制御が、内燃機関の運転状態が十分に安定した状態にてもリーン燃焼にて邪魔されることなく実現される。したがって、異常診断手段による正確な異常診断が容易に実現できる。

【0130】

しかも、予備診断手段にて燃料系が正常であると診断された場合はリーン燃焼は禁止されない。このため、燃料系が正常であるにも関わらずリーン燃焼が可能な運転状態において強制的にストイキ燃焼を行わなくて済む。

【0131】

50

このようにして燃料系の異常が容易に診断できると共に、リーン燃焼の禁止を最小限に止めることが可能となり、燃費を徒に悪化させることが無い。

(2)．予備診断手段は、一度診断を下すと内燃機関が継続運転している間は、診断を実行しないことを特徴とする請求項1～6のいずれかが記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【0132】

このことにより、予備診断手段にて、燃料系が正常であるとの診断、あるいは燃料系が正常であることが明確でないとの診断が終了した後は、内燃機関が継続運転している間は、予備診断手段による一度の診断結果に基づいて、異常診断手段による異常か否かの診断のみがなされる。このようにして、内燃機関の運転初期のみに予備診断手段を機能させて、以後は本来の異常診断を実行させることとしても良い。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1としての筒内噴射式内燃機関およびその燃焼制御装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】 実施の形態1におけるシリンダヘッドの平面断面図。

【図3】 実施の形態1のピストンにおける頂面部分の平面図。

【図4】 図2におけるX-X断面図。

【図5】 図2におけるY-Y断面図。

【図6】 実施の形態1における運転領域設定処理のフローチャート。

【図7】 実施の形態1においてリーン燃料噴射量 Q_L を算出するためのマップの構成説明図。

20

【図8】 実施の形態1において運転領域を決定するためのマップの構成説明図。

【図9】 実施の形態1における燃料噴射時期制御処理のフローチャート。

【図10】 実施の形態1における燃料噴射量制御処理のフローチャート。

【図11】 実施の形態1において理論空燃比基本燃料噴射量 Q_{BS} を算出するためのマップの構成説明図。

【図12】 実施の形態1における高負荷増量算出処理のフローチャート。

【図13】 実施の形態1における空燃比フィードバック制御処理のフローチャート。

【図14】 実施の形態1における空燃比フィードバック補正係数学習処理のフローチャート。

【図15】 実施の形態1における燃料系異常診断処理のフローチャート。

30

【図16】 実施の形態1における予備診断用空燃比フィードバック補正係数挙動検出処理のフローチャート。

【図17】 実施の形態1における異常診断用空燃比フィードバック補正係数挙動検出処理のフローチャート。

【図18】 実施の形態1における制御の一例を示すタイミングチャート。

【図19】 実施の形態1における制御の一例を示すタイミングチャート。

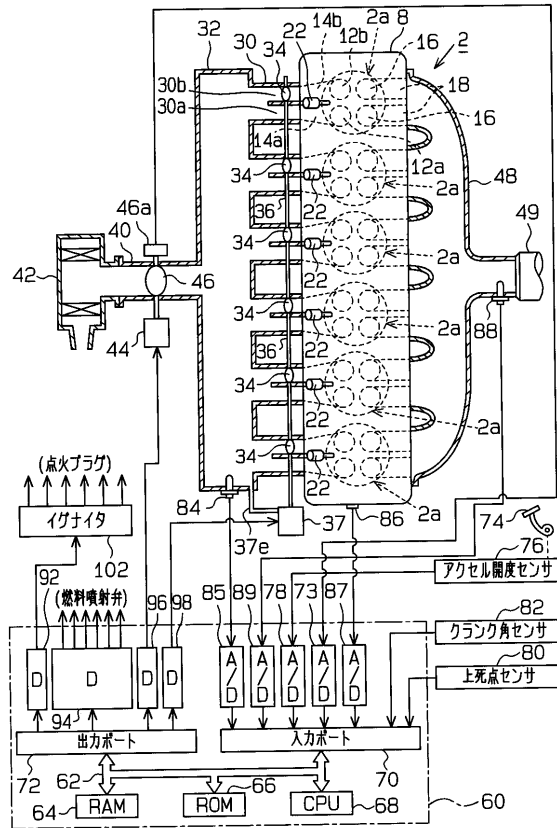
【符号の説明】

2…エンジン、2a…シリンダ、4…シリンダブロック、6…ピストン、8…シリンダヘッド、10…燃焼室、12a…第1吸気弁、12b…第2吸気弁、14a…第1吸気ポート、14b…第2吸気ポート、16…排気弁、18…排気ポート、20…点火プラグ、22…燃料噴射弁、24…凹部、26…周壁面、30…吸気マニホールド、30a…第1吸気通路、30b…第2吸気通路、32…サージタンク、34…気流制御弁、36…シャフト、37…負圧式アクチュエータ、40…吸気ダクト、42…エアクリーナ、44…モータ、46…スロットル弁、46a…スロットル開度センサ、48…排気マニホールド、49…触媒コンバータ、60…電子制御ユニット(ECU)、62…双方向性バス、64…RAM、66…ROM、68…CPU、70…入力ポート、72…出力ポート、73…AD変換器、74…アクセルペダル、76…アクセル開度センサ、78…AD変換器、80…上死点センサ、82…クランク角センサ、84…吸気圧センサ、85…AD変換器、86…水温センサ、87…AD変換器、88…空燃比センサ、89…AD変換器、92、94、96、98…駆動回路、102…イグナイタ。

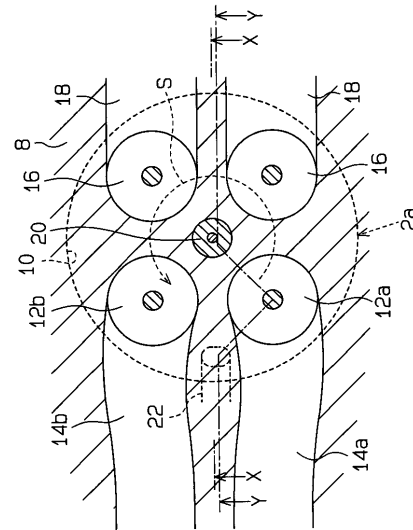
40

50

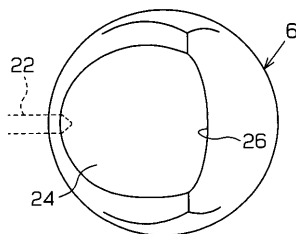
【図 1】



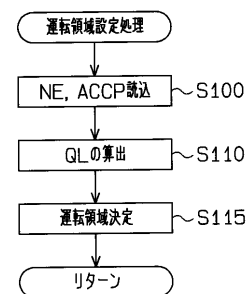
【図 2】



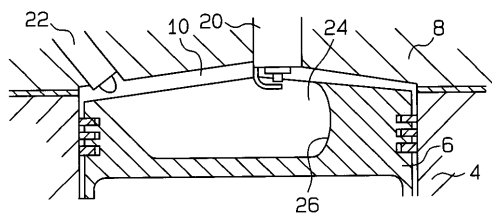
【図 3】



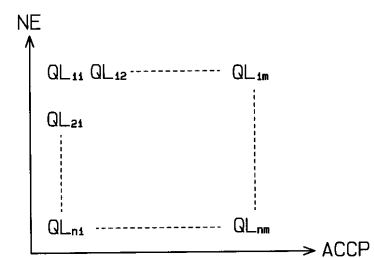
【図 6】



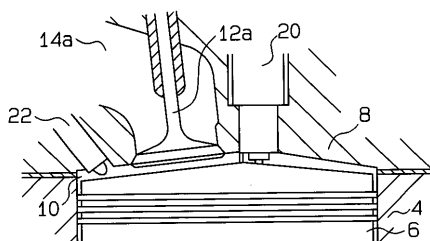
【図 4】



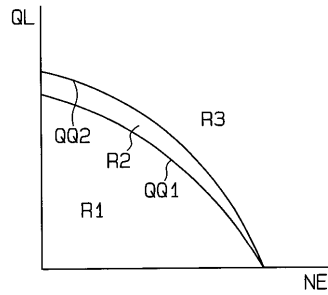
【図 7】



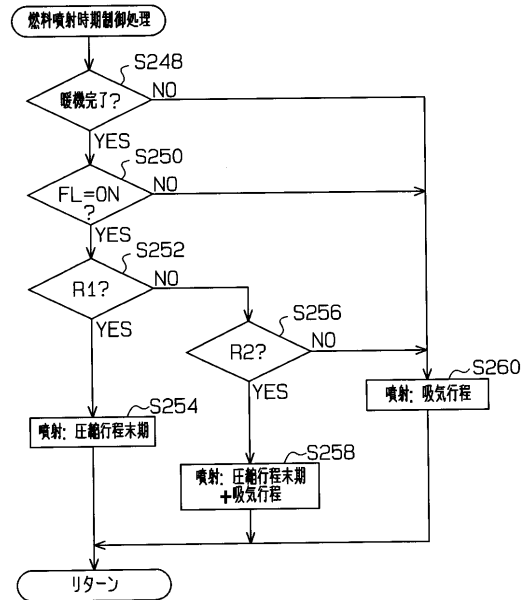
【図 5】



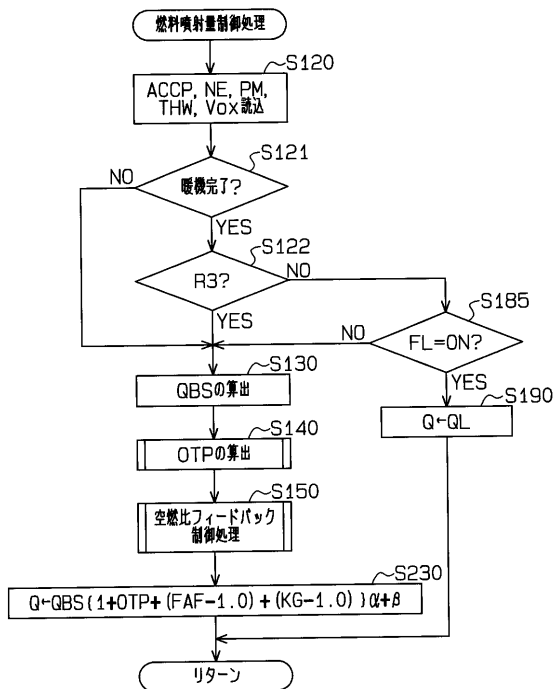
【図 8】



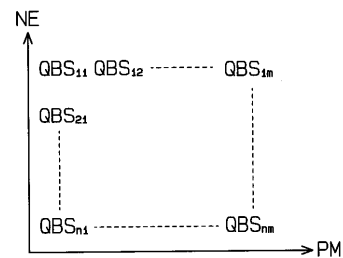
【図 9】



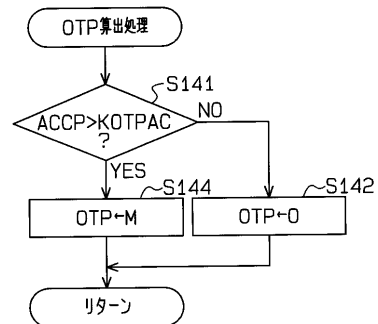
【図 10】



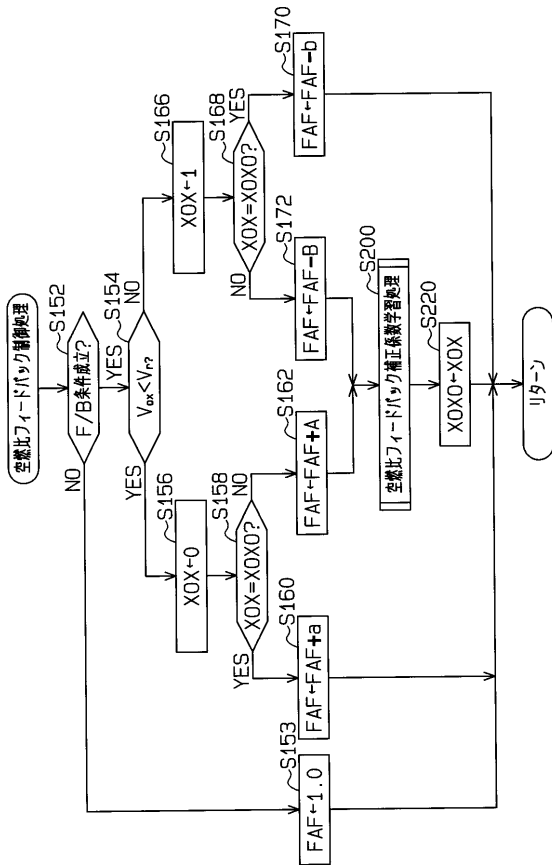
【図 11】



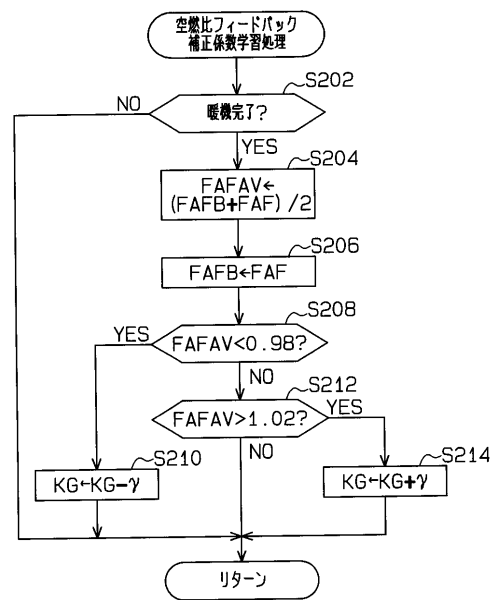
【図 12】



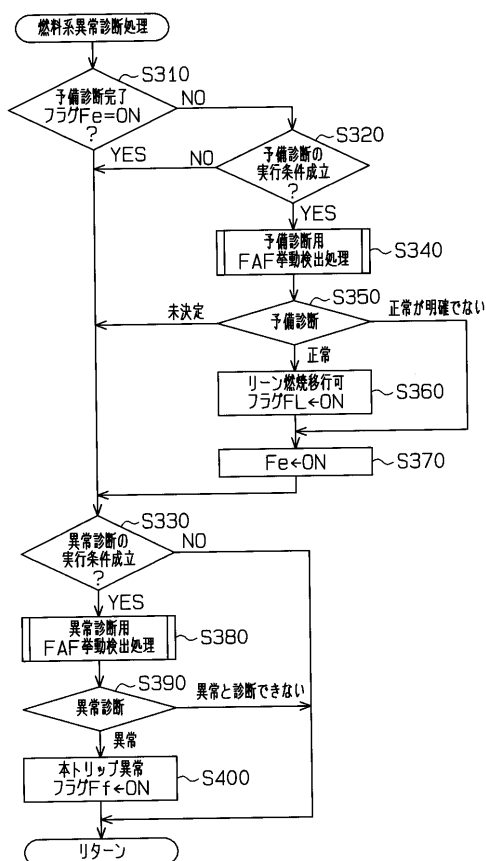
【図 13】



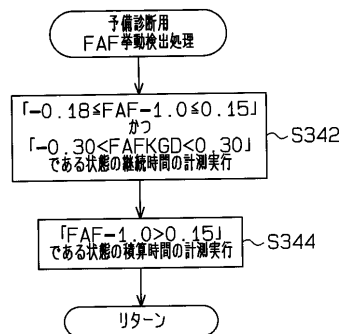
【図 14】



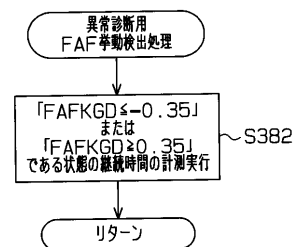
【図 15】



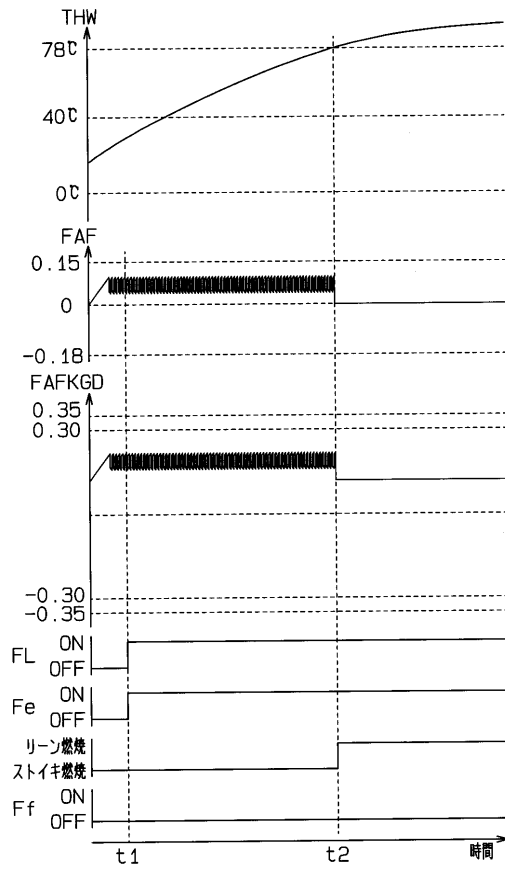
【図 16】



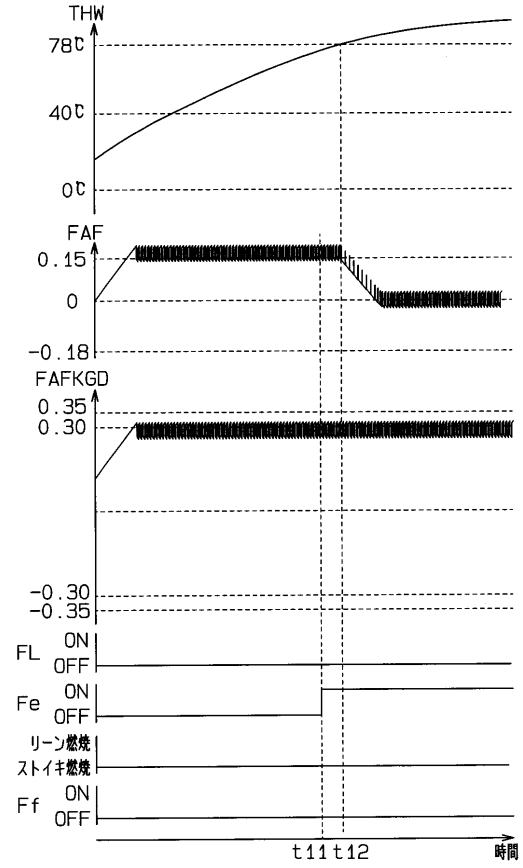
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

合議体

審判長 深澤 幹朗

審判官 河端 賢

審判官 中川 隆司

- (56)参考文献 特開平 1 1－4 4 2 4 6 (J P, A)
特開平 8－1 5 8 9 2 1 (J P, A)
特開平 5－2 6 0 8 5 (J P, A)
特開平 4－3 1 8 2 5 0 (J P, A)
特開平 5－9 9 0 4 3 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

F02D13/00-28/00

F02D41/00-45/00

F02B27/00-27/06

F02B47/00-47/06

F02B49/00

F02M25/00-25/04