

(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2010-38066

(P2010-38066A)

(43) 公開日 平成22年2月18日(2010.2.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 15/02 (2006.01)	FO2D 15/02 C	3G092
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1S	3G384
FO2D 19/08 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1Y	
	FO2D 19/08 D	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2008-203074 (P2008-203074)
 (22) 出願日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(71) 出願人 000003207
 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 100100549
 弁理士 川口 嘉之
 (74) 代理人 100106622
 弁理士 和久田 純一
 (74) 代理人 100085006
 弁理士 世良 和信
 (74) 代理人 100089244
 弁理士 遠山 勉
 (74) 代理人 100123319
 弁理士 関根 武彦
 (74) 代理人 100131532
 弁理士 坂井 浩一郎

最終頁に続く

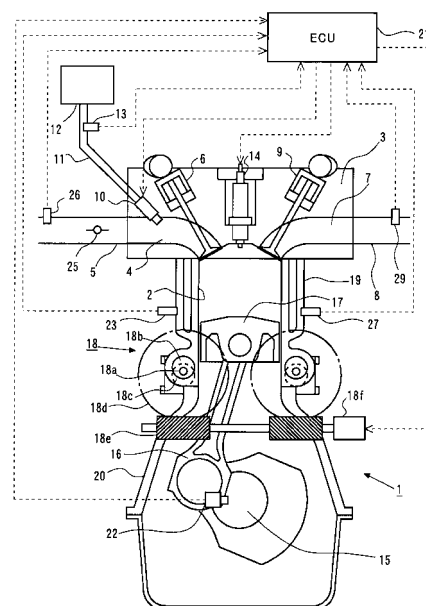
(54) 【発明の名称】 エンジンシステムの異常診断装置

(57) 【要約】

【課題】可変圧縮比機構を備えたエンジンシステムに異常が有るかどうかを好適に診断することのできるエンジンシステムの異常診断装置を提供する。

【解決手段】エンジンの圧縮比 ε が目標圧縮比に制御されている状態において、ノッキング強度 K_c に応じてエンジンの点火時期 θ に要求される遅角要求値(遅角補正積算値 $\Sigma \theta_{kc}$)、及びエンジン始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量に相関する値(始動時噴射回数 ΣN_{is})の少なくとも何れかを取得値として取得する。そして、取得された取得値に対する異常判定値を目標圧縮比に応じて設定し、設定された異常判定値を取得値が超えるときにエンジンシステムに異常が有ると診断する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

エンジンの圧縮比を該エンジンの運転状態に応じた目標圧縮比に制御可能な可変圧縮比機構を備える可変圧縮比エンジンに適用され、

前記エンジンの圧縮比が前記目標圧縮比に制御されている状態において、前記エンジンに発生するノッキング強度に応じて該エンジンの点火時期に要求される遅角要求値、及び前記エンジンの始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量に相関する値の少なくとも何れかを取得値として取得する取得手段と、

前記取得手段が取得する前記取得値に対する異常判定値を前記目標圧縮比に応じて設定する異常判定値設定手段と、

前記取得手段が取得した前記取得値が前記異常判定値を超えるとときにエンジンシステムに異常があると診断する異常診断手段と、

を備えることを特徴とするエンジンシステムの異常診断装置。

【請求項 2】

前記エンジンはガソリンとアルコールとの混合燃料を使用可能であって、且つ燃料のアルコール濃度を検出する濃度検出装置を備えた混合燃料エンジンである場合に、

前記目標圧縮比は前記アルコール濃度の検出値が高いほど高圧縮比側の値として設定され、

前記異常判定値設定手段は前記アルコール濃度の検出値及び前記目標圧縮比に応じて前記異常判定値を設定し、

前記異常診断手段は前記取得手段が取得した前記取得値が前記異常判定値を超えるとときに前記濃度検出装置に異常があると診断することを特徴とする請求項 1 に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

【請求項 3】

前記エンジンの点火時期は前記アルコール濃度の検出値が高いほど進角側に制御され、

前記取得手段が前記遅角要求値を取得する場合、前記異常判定値設定手段は、前記遅角要求値に対して設定される異常判定値を、前記アルコール濃度の検出値、前記目標圧縮比、及び前記点火時期の設定値に応じて設定することを特徴とする請求項 2 に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

【請求項 4】

前記取得手段が前記遅角要求値を取得する場合、

前記異常判定値設定手段は、前記エンジンの負荷が高いほど前記遅角要求値に対して設定される異常判定値をより大きい値として設定することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

【請求項 5】

前記エンジンの始動時において前記燃料噴射弁から一燃焼サイクル毎に噴射される燃料噴射量は前記アルコール濃度の検出値が高いほど多くなるように制御され、

前記取得手段が前記総噴射量に相関する値を取得する場合、前記異常判定値設定手段は、前記総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値を、前記アルコール濃度の検出値、前記目標圧縮比、及び前記燃料噴射量に応じて設定することを特徴とする請求項 2 から 4 の何れか 1 項に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

【請求項 6】

前記取得手段が前記総噴射量に相関する値を取得する場合、

前記異常判定値設定手段は、

前記アルコール濃度の検出値が等しい条件では前記エンジンの始動時における機関温度が低いほど前記総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値をより大きい値として設定し、

前記機関温度が等しい条件では前記アルコール濃度の検出値が高いほど前記総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値をより大きい値として設定することを特徴とする請求項 2 から 5 の何れか 1 項に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記エンジンの始動時における機関温度が所定の極低温領域であるときに、前記取得手段による前記総噴射量に相関する値の取得が禁止されることを特徴とする請求項 2 から 6 の何れか 1 項に記載のエンジンシステムの異常診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、可変圧縮比機構を備えたエンジンシステムの異常診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

エンジンの圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構を備えた内燃機関では、出力性能の向上、燃費の向上、排気エミッションの向上等を図るため、エンジンの運転状態に応じた設定値に圧縮比が制御される。

【0003】

また、近年、燃料としてガソリンとアルコールとを併用可能とした所謂混合燃料エンジンが実用化されつつある（例えば、特許文献 1～3 参照）。この種のエンジンが搭載される自動車は一般にフレキシブル燃料自動車（Flexible Fuel Vehicle：FFV）と呼ばれ、アルコールのみ、ガソリンのみ、又はアルコールとガソリンとが混合された混合燃料の何れが燃料として用いられても運転可能である。ところで、燃料のアルコール濃度が相違するとそれに応じて理論空燃比が変化するため、混合燃料エンジンではアルコール濃度センサによって燃料のアルコール濃度を検出し、これに基づいてエンジンに供給される燃料量を調節するのが一般である。エンジンには、該エンジンを制御するための電子制御ユニット（ECU）が併設されている。そして、ECUには、各種センサの出力信号が入力され、それらの信号に基づいて可変動弁機構、燃料噴射系などへ制御信号を出力する。しかし、何らかの原因で可変動弁機構、燃料噴射系、各種センサなどを含んで構成されるエンジンシステムが故障する場合がある。

20

【特許文献 1】特公平 7 - 13508 号公報

【特許文献 2】実公平 6 - 6216 号公報

【特許文献 3】特開 2008 - 2328 号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】**【0004】**

本発明は上記の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、可変圧縮比機構を備えたエンジンシステムに異常が有るかどうかを好適に診断することのできるエンジンシステムの異常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】**【0005】**

上記目的を達成するために、本発明に係るエンジンシステムの異常診断装置は以下の手段を採用する。すなわち、

エンジンの圧縮比を該エンジンの運転状態に応じた目標圧縮比に制御可能な可変圧縮比機構を備える可変圧縮比エンジンに適用され、

40

前記エンジンの圧縮比が前記目標圧縮比に制御されている状態において、前記エンジンに発生するノッキング強度に応じて該エンジンの点火時期に要求される遅角要求値、及び前記エンジンの始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量（以下、始動時総噴射量という）に相関する値の少なくとも何れかを取得値として取得する取得手段と、

前記取得手段が取得する前記取得値に対する異常判定値を前記目標圧縮比に応じて設定する異常判定値設定手段と、

前記取得手段が取得した前記取得値が前記異常判定値を超えるとエンジンシステムに異常が有ると診断する異常診断手段と、

50

を備えることを特徴とする。

【0006】

ノッキング強度とは、エンジンに発生するノッキングの強さの程度を表すものである。例えば、公知のノッキングセンサによってエンジンの振動の大きさを検出する場合には、その検出値が大きいほどノッキング強度が大きいと判断することができる。エンジンにノッキングが発生した場合、ノッキングを低減、或いは抑制させるためにエンジンの点火時期に遅角要求が出される。本発明における遅角要求値は、ノッキング強度に応じて点火時期が遅角側に補正（変更）されるときに補正量の大きさを意味する。この場合、点火時期に対する遅角補正1回分の遅角補正量を遅角要求値として採用しても良いし、或いは、遅角要求値を取得するための取得時間を予め定めておき該取得時間内における遅角補正量の積算値を遅角要求値として採用しても良い。何れを採用しても、ノッキング強度が高いほど遅角要求値が大きくなるという関係が成り立つ。以下、本明細書中で単に「遅角要求値」と述べるときは、エンジンに発生するノッキング強度に応じてエンジンの点火時期に要求される遅角要求値の意味として用いる。

10

【0007】

また、「始動時総噴射量に相関する値」には、始動時総噴射量の他、燃料噴射弁からエンジンの始動に係る燃料噴射が開始されてから初爆が発生するまでに要する燃料の噴射回数（以下、始動時噴射回数という）や、エンジンの始動に係る燃料噴射が開始されてから初爆が発生するまでに要する時間（以下、初爆所要時間という）等が該当する。例えば、エンジンの始動時において一燃焼サイクルに噴射される燃料の燃料噴射量が等しい場合、始動時総噴射量が多いほど始動時噴射回数も多くなり、初爆所要時間も長くなることによる。以下、本明細書中で単に「始動時総噴射量に相関する値」と述べるときは、エンジンの始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量に相関する値の意味として用いるものとする。

20

【0008】

何らかの原因によってエンジンシステムに異常が生じる場合がある。本明細書中におけるエンジンシステムとは、可変圧縮比機構、燃料噴射系、エンジンの運転状態や燃料性状を検出するための各種センサ等を包括する概念である。エンジンシステムの異常としては、各種センサの異常検出によって目標圧縮比が実際のエンジンの運転状態に適切な値として設定されない、目標圧縮比が適切な値に設定されてもその設定値通りに圧縮比を制御できない、或いは燃料噴射弁による燃料噴射に係る制御が適切に行われれない等の状況を例示できる。

30

【0009】

エンジンシステムに上記のような異常が生じると、エンジンの圧縮比を目標圧縮比に制御しようと可変圧縮比機構を作動させた場合、遅角要求値、或いは始動時総噴射量に相関する値が正常範囲（通常の運転状態において想定される範囲）を逸脱して過度に大きくなってしまふ。これは、エンジンシステムの異常の有無に応じてエンジンに発生するノッキング強度や、エンジンの始動性（始動のし易さの程度）が変化するからである。

【0010】

そこで、本発明では、エンジンの圧縮比が目標圧縮比に制御されている状態において、エンジンシステムの異常の有無に応じて大きさが変化する遅角要求値、及び始動時総噴射量に相関する値の少なくとも何れかを取得値として取得し、取得した取得値を異常判定値と比較することでエンジンシステムに異常が有るかどうかを診断する。

40

【0011】

異常判定値は、取得手段が取得する取得値（遅角要求値或いは始動時総噴射量に相関する値）が異常値を呈しているかどうかを判定するための基準値である。当然ながら、取得手段が遅角要求値を取得する場合と始動時総噴射量に相関する値を取得する場合とでは、異常判定値が異なる値に設定されても構わない。遅角要求値に対して設定される異常判定値を第1異常判定値とし、始動時総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値を第2異常判定値とすると、これらは、エンジンシステムが正常と判断できるときの遅角要

50

求値、始動時総噴射量に相関する値の夫々の上限値として捉えることができる。

【 0 0 1 2 】

ここで、エンジンの圧縮比はノッキング強度や、エンジンの始動性に影響を及ぼすため、目標圧縮比に応じて異常判定値に対する最適値も変化する。本発明では、異常判定値を目標圧縮比に応じた値に設定するため、目標圧縮比を考慮した上で異常判定値を適切な値に設定できる。これにより、エンジンシステムの異常診断を精度良く実行できる。

【 0 0 1 3 】

ここで、本発明におけるエンジンはガソリンとアルコールとの混合燃料を使用可能であって、且つ燃料のアルコール濃度を検出する濃度検出装置を備えた混合燃料エンジンである場合に、目標圧縮比はアルコール濃度の検出値が高いほど高圧縮比側の値として設定され、異常判定値設定手段はアルコール濃度の検出値及び目標圧縮比に応じて異常判定値を設定し、異常診断手段は取得手段が取得した取得値が異常判定値を超えるとときに濃度検出装置に異常があると診断するようにしても良い。ここで、ガソリンとアルコールとの混合燃料を使用可能とは、上記混合燃料の他、ガソリンのみ（アルコール濃度 0 %）或いはアルコールのみ（アルコール濃度 1 0 0 %）の燃料も使用できる意味である。

10

【 0 0 1 4 】

この構成において、遅角要求値を取得値として取得し、濃度検出装置におけるアルコール濃度の過大検出がなされているかどうかを診断する手法について説明する。この過大検出とは、アルコール濃度の検出値が実際（真）のアルコール濃度（以下、実アルコール濃度という）よりも高濃度側に誤検出されることをいう。

20

【 0 0 1 5 】

ここで、アルコール濃度が低い場合に比べて高い場合の方が燃料の揮発性が低く、エンジンに供給された燃料は気化し難くなる。従って、他の条件が等しい場合には実アルコール濃度が高いほど混合気の燃焼温度や燃焼速度が低くなるため、ノッキング強度が低減される。逆に、他の条件が等しい場合にはエンジンの圧縮比が高いほどノッキング強度が高くなる。

【 0 0 1 6 】

この構成によれば、アルコール濃度の検出値が高いほど目標圧縮比が高圧縮比側の値として設定される。そのため、燃料性状がノッキングを誘発し難いと判断される場合には目標圧縮比が高めに設定され、逆に燃料性状がノッキングを誘発し易いと判断される場合には目標圧縮比が低めに設定される。従って、濃度検出装置が正常であり、アルコール濃度の検出値が実アルコール濃度に略一致していれば、燃料の実アルコール濃度が変化してもその濃度に応じて目標圧縮比の値が適宜変更されるため、ノッキング強度が過度に増大することがない。

30

【 0 0 1 7 】

しかし、濃度検出装置によるアルコール濃度の検出値が実アルコール濃度よりも高濃度側に誤検出された場合（アルコール濃度の過大検出）、燃料の揮発性が実際よりも低いと誤って判断されてしまう。これにより、目標圧縮比の値は実アルコール濃度との関係で不相応に高く設定されることになる。そのため、設定された目標圧縮比の値は高濃度側に誤検出されたアルコール濃度との関係では適切であっても実アルコール濃度に対しては高すぎるため、アルコール濃度が正常に検出された場合に比べてエンジンに発生するノッキング強度が増加する。

40

【 0 0 1 8 】

次に、始動時総噴射量に相関する値を取得値として取得し、濃度検出装置におけるアルコール濃度の過小検出がなされているかどうかを診断する手法について説明する。この過小検出とは、アルコール濃度の検出値が実アルコール濃度よりも低濃度側に誤検出されることをいう。

【 0 0 1 9 】

上記のように、他の条件が等しいとすれば実アルコール濃度が高いほど燃料の揮発性が低くなるため、エンジンが始動し難くなる（始動性が低下する）。つまり、実アルコール

50

濃度が高いほど始動時総噴射量、始動時噴射回数、初爆所要時間が増加する傾向があり、始動時総噴射量に相関する値はより大きな値を呈する。一方、エンジン始動時における圧縮比が高いほど筒内温度も高まるため、他の条件が等しければ始動時総噴射量に相関する値はより小さな値を呈する。

【 0 0 2 0 】

この構成では、アルコール濃度の検出値が低くエンジンの始動性が高いと判断される場合には目標圧縮比が低めに設定され、アルコール濃度の検出値が高く該始動性が低いと判断される場合には目標圧縮比が高めに設定される。そのため、濃度検出装置が正常であり、アルコール濃度の検出値が実アルコール濃度と略一致していれば、実アルコール濃度に変化してもその濃度に応じて目標圧縮比が設定されるため、始動時総噴射量に相関する値が過度に増大することがない。

10

【 0 0 2 1 】

しかし、濃度検出装置によるアルコール濃度の検出値が実アルコール濃度よりも低濃度側に誤検出された場合（アルコール濃度の過小検出）、燃料の揮発性が実際よりも高いと誤って判断されてしまう。これにより、目標圧縮比の値は実アルコール濃度との関係で不相応に低く設定されることになる。そのため、設定された目標圧縮比の値は低濃度側に誤検出されたアルコール濃度との関係では適切であっても実アルコール濃度に対しては低すぎるため、アルコール濃度が正常に検出された場合に比べてエンジンの始動性が悪化する。

【 0 0 2 2 】

20

上述したように、燃料の実アルコール濃度と圧縮比とは、エンジンのノッキング強度及びエンジンの始動性に影響を及ぼす。これに対して、この構成によれば、アルコール濃度の検出値及び目標圧縮比に応じて異常判定値が設定される。そのため、濃度検出装置によりアルコール濃度の過大検出がなされた場合に取得される遅角要求値が第1異常判定値を超えるように該第1異常判定値を設定し、アルコール濃度の過小検出がなされた場合に取得される始動時総噴射量に相関する値が第2異常判定値を超えるように該第2異常判定値を設定することができる。

【 0 0 2 3 】

例えば、エンジンの圧縮比をアルコール濃度の検出値に対応して設定された目標圧縮比に制御した場合に、該アルコール濃度の検出値が実アルコール濃度に略一致しているならば得られるべき遅角要求値の上限値を求めておき、その上限値に所定のマージンを加えた値として第1異常判定値を設定することができる。また、エンジンの圧縮比をアルコール濃度の検出値に対応して設定された目標圧縮比に制御してエンジンを始動させた場合に、該アルコール濃度の検出値が実アルコール濃度に略一致しているならば得られるべき始動時総噴射量に相関する値の上限値を求めておき、その上限値に所定のマージンを加えた値として第2異常判定値を設定することができる。

30

【 0 0 2 4 】

これによれば、濃度検出装置に異常が生じた場合には確実にその異常の検知を行うことができ、また、濃度検出装置が正常である場合には異常であるとの誤診断がなされてしまうことを確実に抑制できる。また、この構成によれば、燃料のアルコール濃度が高いほどエンジンの始動性が低下するところ、始動時における圧縮比を高めることによってエンジンの始動性を改善できるという効果を奏する。また、エンジン始動後においても、燃料のアルコール濃度が高いほどノッキング強度を高めることなく圧縮比をより高圧縮比とすることができるので、可及的にエンジンの出力向上や燃費向上を実現することができる。

40

【 0 0 2 5 】

本発明において、エンジンの点火時期はアルコール濃度の検出値が高いほど進角側に制御されても良い。エンジンのノッキング強度は、他の条件が等しければ点火時期が進角側に制御されるほど高まる。従って、この場合には、異常判定値設定手段は、遅角要求値に対して設定される異常判定値（すなわち第1異常判定値）を、アルコール濃度の検出値、目標圧縮比、及び点火時期の設定値に応じて設定すると好適である。これによれば、エン

50

ジンのノッキング強度に影響を及ぼす点火時期も考慮して第 1 異常判定値を設定することによって、濃度検出装置の異常診断をより精度良く行うことができる。

【 0 0 2 6 】

ところで、他の条件が等しい場合であっても、エンジンの負荷が低負荷であるときに比べて高負荷であるときにノッキングが発生し易く、また負荷が高いほどノッキング強度が高くなる傾向がある。そこで、取得手段が遅角要求値を取得する場合、異常判定値設定手段は、エンジンの負荷が高いほど遅角要求値に対して設定される異常判定値（すなわち第 1 異常判定値）をより大きい値として設定すると良い。これによれば、濃度検出装置の異常診断を行う際のエンジンの負荷が相違しても、そのときの負荷に応じて第 1 異常判定値をより細やかに設定することができる。例えば、濃度検出装置の異常診断を行う際のエンジンの負荷が非常に高いことに起因してノッキング強度が増加しても、濃度検出装置における異常の有無について誤診断がなされることを抑制できる。

10

【 0 0 2 7 】

また、本発明において、エンジンの始動時において燃料噴射弁から一燃焼サイクルに噴射される燃料の燃料噴射量（以下、始動時噴射量という）はアルコール濃度の検出値が高いほど多くなるように制御されても良い。エンジンの始動性は他の条件が等しければ始動時噴射量が増えるほど改善されるため、これに伴って始動時総噴射量に相関する値も減少する。そこで、取得手段が始動時総噴射量に相関する値を取得値として取得する場合、異常判定値設定手段は、始動時総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値（すなわち第 2 異常判定値）を、アルコール濃度の検出値、目標圧縮比、及び始動時噴射量に応じて設定すると良い。これによれば、エンジンの始動性に影響を及ぼす始動時噴射量も考慮して第 2 異常判定値を設定することができるので、濃度検出装置の異常診断をより精度良く行うことができる。

20

【 0 0 2 8 】

ここで、エンジンの始動性と、エンジンの始動時における機関温度（以下、始動時機関温度という）と、燃料のアルコール濃度との関係について考える。かかる関係については、アルコール濃度が等しい条件ではエンジンの始動時における機関温度が低いほどエンジンの始動性が低下し、始動時機関温度が等しい条件ではアルコール濃度が高いほどエンジンの始動性が低下する。そこで、本発明において、取得手段が始動時総噴射量に相関する値を取得する場合、異常判定値設定手段は、アルコール濃度の検出値が等しい条件では始動時機関温度が低いほど始動時総噴射量に相関する値に対して設定される異常判定値（すなわち第 2 異常判定値）をより大きい値として設定すると良い。また、始動時機関温度が等しい条件ではアルコール濃度の検出値が高いほど第 2 異常判定値をより大きい値として設定すると良い。

30

【 0 0 2 9 】

これによれば、エンジンの始動性の悪化が顕著になって始動時総噴射量に相関する値の増大が顕著になる条件下、例えば実アルコール濃度が比較的高く且つ始動時機関温度が低温領域であるときにエンジンを始動させる場合でも、濃度検出装置が正常であれば第 2 異常判定値が、始動時機関温度及びアルコール濃度の検出値に応じてより大きい値に設定されるため、始動時総噴射量に相関する値が第 2 異常判定値を超えることがない。そのため、濃度検出装置が正常であるにも拘わらず異常であるとの誤診断がなされてしまうことが確実に抑制される。一方、濃度検出装置によってアルコール濃度を過小検出してしまう場合、第 2 異常判定値が、始動時機関温度及び実アルコール濃度との関係においては不相応に小さく設定される。その結果、始動時総噴射量に相関する値は第 2 異常判定値を確実に超えるため、濃度検出装置にアルコール濃度の過小検出が有ることを確実に検知することができる。

40

【 0 0 3 0 】

また、濃度検出装置によりアルコール濃度の過小検出がなされた場合のアルコール濃度の検出値と実アルコール濃度との乖離量が同等であっても、始動時機関温度が高いときよりも低いときの方が、濃度検出装置に異常が無い場合に比して始動時総噴射量に相関する

50

値が増加する程度がより大きくなる。従って、濃度検出装置の異常診断を行う場合、始動時機関温度が常温領域にあるときよりも比較的低温の低温領域にあるときに濃度検出装置の異常診断を行うことによって、異常診断にかかる精度をより向上できるという効果を奏する。

【 0 0 3 1 】

しかし、始動時機関温度が所定の極低温領域にある場合、エンジンの始動性の低下が顕著になり過ぎてしまい、取得手段が取得する始動時総噴射量に相関する値のばらつきの程度が過度に増大する可能性が高くなる。そうすると、この取得値に基づいた濃度検出装置の異常の有無に対する診断結果の信頼性が著しく低下する虞がある。この極低温状態とは、上述した低温状態に比べて相対的により低温の領域である。例えば、始動時総噴射量に相関する値を取得した場合に取得値の信頼性を十分に維持できると判断される下限温度よりも低温側の温度領域として捉えることができる。このように、始動時機関温度が極低温領域にあるときに、取得手段による始動時総噴射量に相関する値の取得が禁止されると良い。この構成によれば、濃度検出装置の異常の有無についての診断結果に対する信頼性が低下する条件下においては始動時総噴射量に相関する値の取得が禁止されるため、当該異常の有無について誤診断してしまうことを確実に回避することができる。

【 0 0 3 2 】

尚、本発明における課題を解決するための手段は、可能な限り組み合わせて使用することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 3 】

本発明によれば、可変圧縮比機構を備えたエンジンシステムに異常が有るかどうかを好適に診断することのできるエンジンシステムの異常診断装置を提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 4 】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための最良の形態を例示的に詳しく説明する。尚、本実施の形態に記載されている構成要素の寸法、材質、形状、その相対配置等は、特に特定の記載がない限りは、発明の技術的範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではない。

【 実施例 1 】

【 0 0 3 5 】

< 基本構成 >

本発明を実施するための第 1 の実施例について説明する。図 1 は、本実施例におけるエンジンシステムの異常診断装置が適用される可変圧縮比機構 18 を備えたエンジン 1 の概略構成を示した図である。本実施例におけるエンジン 1 は、ガソリンとアルコールとが混合された混合燃料、アルコールのみ、ガソリンのみ、の何れであっても燃料として使用可能な混合燃料エンジンであって、所謂フレキシブル燃料自動車 (Flexible Fuel Vehicle : F F V) に搭載されるものである。

尚、本実施例においては、内燃機関 1 を簡潔に表示するため、一部の構成要素の表示を省略している。

【 0 0 3 6 】

図 1 に示すエンジン 1 は、気筒 2 を 4 つ有する 4 ストロークサイクル・ガソリンエンジンである。エンジン 1 の気筒 2 内の燃焼室には、シリンダヘッド 3 に設けられた吸気ポート 4 を介して吸気管 5 が接続されている。吸気ポート 4 から気筒 2 内の燃焼室への吸気の流入は吸気弁 6 によって制御される。また気筒 2 内の燃焼室には、シリンダヘッド 3 に設けられた排気ポート 7 を介して排気管 8 が接続されている。気筒 2 内の燃焼室から気筒 2 外の排気ポート 7 への排気の排出は、排気弁 9 によって制御される。

【 0 0 3 7 】

吸気ポート 4 には、燃料噴射弁 10 が配置されている。この燃料噴射弁 10 は燃料供給管 11 を介して燃料タンク 12 と接続されており、該燃料タンク 12 からの燃料が燃料噴

10

20

30

40

50

射弁 10 に供給される。本実施例のエンジン 1 は、ガソリンとアルコールとの混合燃料を使用可能な所謂混合燃料エンジンである。そのため、燃料タンク 12 には、ガソリンにアルコールを混入させたアルコール混合燃料、若しくはガソリン（アルコール濃度 0 %）、又はアルコール（アルコール濃度 100 %）が貯留される。燃料供給管 11 の途中には、燃料噴射弁 10 に供給される燃料のアルコール濃度を検出するアルコール濃度センサ 13 が配置されている。このアルコール濃度センサ 13 は、燃料中に浸漬させた一對の白金電極を有し、アルコール濃度に応じた電極間の抵抗値の変化により、出力電圧が変化するものである。本実施例においてはアルコール濃度センサ 13 が本発明における濃度検出装置に相当する。

【0038】

気筒 2 の頂部には、点火プラグ 14 が配置されている。点火プラグ 14 は、気筒 2 内の燃焼室の燃料と空気が混合された混合気に着火を行う。そして、この混合気が着火されることにより、クランクシャフト 15 にコンロッド 16 を介して連結されたピストン 17 が、気筒 2 内で往復動を行う。また、クランクシャフト 15 の近傍には、該クランクシャフト 15 の回転角度（クランク角）を検出するクランクポジションセンサ 22 が配置されている。また、エンジン 1 のシリンダブロック 19 には、ノッキングセンサ 23 が取り付けられている。このノッキングセンサ 23 は電圧素子を有し、エンジン 1 の振動の大きさ（レベル）に対応した電気信号を出力する。

【0039】

更に、エンジン 1 の吸気管 5 には、アクセルペダル（不図示）の踏み込み量と連動してその開度を変更されることで該吸気管 5 内を流れる吸気の流路断面積を変更可能なスロットル弁 25 が設けられている。また、吸気管 5 におけるスロットル弁 25 よりも上流側には、吸気管 5 内を流れる吸気の流量に対応する電気信号を出力するエアフロメータ 26 が配置されている。また、エンジン 1 の排気管 8 には、図示しない排気浄化装置（例えば、三元触媒）が配置されており、排気管 8 における排気浄化装置 28 よりも上流側には、排気の空燃比を検出する空燃比センサ 29 が取り付けられている。

【0040】

圧縮比可変機構 18 は、シリンダブロック 19 をクランクケース 20 に対して気筒 2 の軸線方向に相対移動させることによって、エンジン 1 の圧縮比を変更する。すなわち、圧縮比可変機構 18 が、シリンダブロック 19 と共にシリンダヘッド 3 を、気筒 2 の軸線方向にクランクケース 20 に対して相対移動させることによって、シリンダブロック 19、シリンダヘッド 3 及びピストン 17 によって構成される燃焼室の容積が変更され、その結果としてエンジン 1 の圧縮比が変更される。例えば、シリンダブロック 19 がクランクケース 20 から遠ざかる方向に相対移動されると、燃焼室容積が増えて圧縮比が低下する。一方、シリンダブロック 19 がクランクケース 20 に近づく方向に相対移動されると、燃焼室容積が減って圧縮比が上昇する。

【0041】

圧縮比可変機構 18 の詳細構成について説明すると、該圧縮比可変機構 18 は、軸部 18a と、軸部 18a の中心軸に対して偏心された状態で軸部 18a に固定された正円形のカムプロファイルを有するカム部 18b と、カム部 18b と同一外形を有し軸部 18a に対して回転可能且つカム部 18b と同じように偏心状態で取り付けられた可動軸受部 18c と、軸部 18a と同心状に設けられたウォームホイール 18d と、ウォームホイール 18d と噛み合うウォーム 18e と、ウォーム 18e を回転駆動させるモータ 18f 等によって構成される。カム部 18b は、シリンダブロック 19 に設けられた収納孔内に設置され、可動軸受部 18c はクランクケース 20 に設けられた収納孔内に設置され、また、モータ 18f は、シリンダブロック 19 に固定されており、シリンダブロック 19 と一体的に移動する。ここでモータ 18f からの駆動力は、ウォーム 18e とウォームホイール 18d とを介して軸部 18a に伝えられる。そして偏心状態にあるカム部 18b、可動軸受部 18c が駆動されることで、シリンダブロック 19 がクランクケース 20 に対して気筒 2 の軸線方向に相対移動させられる。

10

20

30

40

50

【0042】

以上述べたように構成されたエンジン1には、該エンジン1を制御するための電子制御ユニットであるECU21が併設されている。このECU21は、CPUの他、後述する各種のプログラム及びマップを記憶するROM、RAM等を備えており、エンジン1の運転条件や運転者の要求に応じてエンジン1の運転状態を制御するユニットである。

【0043】

ECU21には、アルコール濃度センサ13、クランクポジションセンサ22、ノッキングセンサ23、エアフローメータ26、空燃比センサ29、及びエンジン1の冷却水温度に対応する電気信号を出力する温度センサ27などの各種センサが電気配線を介して接続され、これら各種センサの出力信号がECU21に入力される。ECU21は、エアフローメータ26の出力信号に基づいてエンジン1に吸入される吸気量を計測し、また、クランクポジションセンサ22の出力信号に基づいてエンジン回転数NEを検出する。また、ECU21は、アルコール濃度センサ13、ノッキングセンサ23、温度センサ27の出力信号に基づいて、燃料のアルコール濃度Ra、ノッキング強度Kc、機関温度の夫々を検出する。尚、ノッキング強度Kcは、エンジン1に発生するノッキングの強さの度合いを表す指標であり、エンジンの振動のレベルに対応する。一方、ECU21には、燃料噴射弁10、点火プラグ14、及びモータ18fが電気配線を介して接続されており、該ECU21によりこれらの機器が制御される。

【0044】

<エンジンの基本制御>

本実施例のエンジン1は混合燃料エンジンであるため、燃料のアルコール濃度Raが相違する燃料（例えば、0%、20%、40%、60%、80%、100%等）が各燃料噴射弁10からエンジン1へと供給される。このように、燃料のアルコール濃度Raが相違すると、該アルコール濃度Raに対応する理論空燃比も相違する。より詳しくは、燃料のアルコール濃度Raが高いほど理論空燃比が低い値となる。そのため、吸気量が同等の場合においては燃料のアルコール濃度Raが高いほど、混合気の空燃比を理論空燃比に制御するために必要な燃料量が多くなる。言い換えると、吸気量が同等の場合において混合気の空気過剰率 λ （混合気の空燃比を燃料の理論空燃比で除した値）を等しくするには、アルコール濃度Raが高いほど燃料噴射弁10からより多くの燃料を噴射する必要がある。

【0045】

そこで、ECU21は、エンジン1に吸入される吸気量Gaとエンジン回転数NEとからエンジン1の運転状態に応じた基本燃料噴射量Qbを演算する。そして、アルコール濃度センサ13からの出力信号に基づくアルコール濃度Raの検出値（アルコール検出濃度という）Radに応じて設定される補正值CEqによって基本燃料噴射量Qbを補正することで各燃料噴射弁10から一燃焼サイクル毎に噴射される燃料噴射量（以下、単に燃料噴射量という）QFの目標値（以下、目標燃料噴射量QFtという）を演算する（ $QFt = Qb \cdot CEq$ ）。ここで、アルコール検出濃度Radに応じて基本燃料噴射量Qbを補正する補正值CEqは、該アルコール検出濃度Radが高いほど大きい値に設定される。そのため、本実施例においては、運転状態が同等であればアルコール検出濃度Radが高いほど目標燃料噴射量QFtがより多い量に設定され、その結果として燃料噴射量QFがより多くなるように制御される。

【0046】

次に、エンジン1の圧縮比 ε 、点火時期 θ に係る基本制御について説明する。ここで、エンジン1の運転状態に応じて設定される圧縮比 ε 及び点火時期 θ の目標値を、それぞれ基本圧縮比 ε_b 、基本点火時期 θ_b とする。これらは、ECU21のROMに記憶されているマップとして、エンジン1の運転状態を代表するエンジン回転数NE及び基本燃料噴射量Qbとの関係が対応付けられている。そして、ECU21は、このマップにエンジン回転数NE及び基本燃料噴射量Qbを代入することで、運転状態に適切な基本圧縮比 ε_b 及び基本点火時期 θ_b を演算する。

【0047】

[エンジン始動時]

エンジン 1 の始動時には、図示しないスタータによってクランクシャフト 15 のクランクが行われると共に、燃料噴射弁 10 による燃料噴射が行われる。ここで、アルコール濃度 R_a が高いほど燃料の揮発性が低くなる（気化し難くなる）ため、エンジン 1 の始動性が悪化する。そこで、ECU 21 はエンジン始動時には、アルコール検出濃度 R_{ad} に応じて補正值 $CE_{\varepsilon s}$ を設定し、この補正值 $CE_{\varepsilon s}$ によって基本圧縮比 ε_b を補正する。具体的には、基本圧縮比 ε_b に補正值 $CE_{\varepsilon s}$ を乗ずることによってエンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} が演算される（ $\varepsilon_{ts} = \varepsilon_b \cdot CE_{\varepsilon s}$ ）。この補正值 $CE_{\varepsilon s}$ は、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほどより大きい値に設定される。そのため、エンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} は、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど高圧縮比側の値として設定される。

10

【 0048 】

そして、ECU 21 からの制御信号が可変圧縮比機構 18（モータ 18f）に対して出されることで、エンジン始動時における圧縮比 ε が目標圧縮比 ε_{ts} に制御される。その結果、エンジン 1 の始動性が悪化する可能性が高まるほど、圧縮比 ε が高圧縮比側に制御されることで気筒 2 の筒内温度がより高められ、その始動性が改善される。また、エンジン始動時においてもアルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど燃料噴射量 Q_F がより多くなるように制御されるため、エンジンの始動性が改善される。

【 0049 】

[通常運転時]

20

次に、エンジン 1 の通常運転時における圧縮比 ε 、点火時期 θ について説明する。通常運転時とは、エンジン始動時を除いた時期として捉えることができる。圧縮比 ε 及び点火時期 θ が相違するとノッキング強度 K_c に影響を及ぼす。より詳しくは、点火時期 θ が等しい条件下では圧縮比 ε がより高圧縮比側に制御されるときほど、また、圧縮比 ε が等しい条件下では点火時期 θ がより進角側に制御されるほど、ノッキング強度 K_c が高まり易くなる。一方、燃料のアルコール濃度 R_a が高いほど燃焼室内において燃料が気化し難くなるため、混合気の燃焼温度や燃焼速度が低く抑えられ、ノッキング強度 K_c が低減され易くなる。そこで、エンジン 1 の通常運転時には、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど、圧縮比 ε をより高圧縮比側に追い込み、且つ点火時期 θ をより進角側に追い込む制御が行われる。

30

【 0050 】

具体的には、上述した基本圧縮比 ε_b 及び基本点火時期 θ_b の夫々を補正する補正值 $CE_{\varepsilon n}$ 、補正值 CE_{θ} をアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて設定する。そして、ECU 21 は、基本圧縮比 ε_b に補正值 $CE_{\varepsilon n}$ を乗算することで通常運転時における目標圧縮比 ε_{tn} を演算する（ $\varepsilon_{tn} = \varepsilon_b \cdot CE_{\varepsilon n}$ ）。この補正值 $CE_{\varepsilon n}$ は、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほどより大きい値に設定される。そのため、通常運転時における目標圧縮比 ε_{tn} も、エンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} と同様に、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど高圧縮比側の値として設定される。

【 0051 】

一方、通常運転時における目標点火時期 θ_{tn} は、基本点火時期 θ_b に補正值 CE_{θ} を加算した値として求められる。補正值 CE_{θ} が基本点火時期 θ_b に加算される際、補正值 CE_{θ} が正の値であれば基本点火時期 θ_b は進角側に補正され、負の値であれば遅角側に補正される。本実施例では、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど基本点火時期 θ_b が進角側に補正されるように、より大きな正の値として設定される。

40

【 0052 】

そして、ECU 21 からの制御信号が可変圧縮比機構 18（モータ 18f）及び点火プラグ 14 に対して出されることで、エンジン 1 の通常運転時における圧縮比 ε 及び点火時期 θ が目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} の夫々に制御される。これにより、エンジン 1 に発生するノッキング強度 K_c が過度に高くなることを抑制しつつ、圧縮比 ε をより高圧縮比側に、点火時期 θ をより進角側に制御することができ、エンジン 1 の出力性能

50

や燃費の向上が図られる。

【0053】

また、ECU21は、エンジン1の通常運転時において一定周期毎にノッキングセンサ23の出力信号を読み込み、ノッキングの有無を判定する。そして、ノッキングの発生が検知されると、ノッキングを抑制させるべくエンジン1の点火時期 θ を遅角側に補正する。具体的には、ECU21は、ノッキング強度 K_c と遅角補正值 $CE\theta k_c$ との関係が格納されたマップに、ノッキングセンサ23の出力信号を代入することで、ノッキング強度 K_c に対応する遅角補正值 $CE\theta k_c$ を演算する。この遅角補正值 $CE\theta k_c$ は0以上の値を採り、ノッキングが発生していなければ0（零）となる。一方、ノッキングが発生していれば正の値であって且つノッキング強度 K_c が高いほど大きい値となる。そして、ECU21は、演算された遅角補正值 $CE\theta k_c$ を目標点火時期 θ_{tn} から減算することによって点火時期 θ が遅角側の点火時期に補正される（ $CE\theta k_c > 0$ の場合）。その結果、エンジン1に発生したノッキングが低減或いは抑制される。

10

【0054】

<アルコール濃度センサの異常診断制御>

アルコール濃度センサ13は、その経時的変化により、或いは燃料中に浸漬された白金電極への金属イオンの析出・付着等によって、センサ出力値に異常を生じる場合がある。これを放置すると、上記各制御パラメータの制御値が不適切となってしまう、エンジン1の始動性不良・ドライバビリティの悪化・エミッションの悪化などを招く虞がある。そこで本実施例では、アルコール濃度センサ13に異常が有るかどうかを診断する異常診断制御が実行される。以下に説明する異常診断制御はECU21のROM内に記憶されているプログラムに従って実行されるものである。

20

【0055】

図2は、本実施例における各制御パラメータの制御値と燃料のアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。図2(a)は、通常運転時における目標圧縮比 ε_{ts} （実線）、目標点火時期 θ_{tn} （破線）の夫々とアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。図2(b)は、エンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} （実線）、目標燃料噴射量 Q_{ft} （破線）の夫々とアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。尚、アルコール濃度 R_a に対応する各制御パラメータの制御値の関係については既述した通りである。また、このマップでは、アルコール濃度 R_a に対応する各制御パラメータの制御値の関係は直線関係にて表されているがこれに限定されるものではなく、適宜変更されても構わない。

30

【0056】

ここで、横軸の符号 R_{ar} は、燃料噴射弁10に供給される燃料の実際（真）のアルコール濃度（以下、実アルコール濃度という）である。ここで、アルコール濃度センサ13が正常であれば、アルコール検出濃度 R_{ad} は実アルコール濃度 R_{ar} に一致する。係る場合には、燃料タンク12に実アルコール濃度 R_{ar} の異なる燃料が投入され、或いは燃料タンク12内に貯留されている燃料の実アルコール濃度 R_{ar} が不均一となっても、アルコール検出濃度 R_{ad} に応じて各制御パラメータの制御値が適切に設定される。すなわち、通常運転時においてエンジン1に発生するノッキング強度 K_c が過度に増大する虞がなく、また、エンジン始動時においては速やかな始動が過度に阻害される虞がない。

40

【0057】

しかしながら、アルコール濃度センサ13のセンサ出力値に異常が生じると、図示のようにアルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} から乖離してしまう。図2(a)においては、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} よりも高濃度側に誤検出されている（以下、このような高濃度側への誤検出を過大検出異常という）。一方、図2(b)においては、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} よりも低濃度側に誤検出されている（以下、このような低濃度側への誤検出を過小検出異常という）。以下、図2に基づいて、アルコール濃度センサ13がアルコール濃度 R_a を過大検出してしまいかどうかを診断する過大検出異常診断制御と、過小検出してしまいかどうかを診

50

断する過小検出異常診断制御との夫々について説明する。

【 0 0 5 8 】

[過大検出異常診断制御]

まず、図 2 (a) を参照して過大検出異常診断制御について説明する。図 2 (a) の縦軸に示した符号 ε_{tnr} 、 θ_{tnr} は、実アルコール濃度 R_{ar} に応じた通常運転時における圧縮比 ε 及び点火時期 θ の最適値を示している。この ε_{tnr} 、 θ_{tnr} は、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} と一致していれば、設定されていたはずの目標圧縮比 ε_{tn} 、目標点火時期 θ_{tn} と言い換えることができる。

【 0 0 5 9 】

しかし、アルコール濃度 R_a の過大検出がなされてしまうと、ECU 2 1 は、燃料の揮発性が実際よりも低いと誤って判断する。ここで、ECU 2 1 は、アルコール濃度 R_a の誤検出の有無に拘わらず、アルコール検出濃度 R_{ad} に応じて目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} を設定する。従って、この場合には、目標圧縮比 ε_{tn} は ε_{tnr} に比べて高圧縮比側の ε_{tnf} に設定され、目標点火時期 θ_{tn} は θ_{tnr} に比べて進角側の θ_{tnf} に設定されてしまう。

【 0 0 6 0 】

つまり、目標圧縮比 ε_{tn} が実アルコール濃度 R_{ar} との関係において不相応に高く設定され、目標点火時期 θ_{tn} が実アルコール濃度 R_{ar} との関係において不相応に進角側に設定されることになる。その結果、エンジン 1 に発生するノッキング強度 K_c が過度に増加する。そうすると、上述した遅角補正值 $CE\theta k c$ も当然ながら増大することになる。そこで、本制御では、アルコール濃度センサ 1 3 によるアルコール濃度の過大検出がなされてしまうと正常の範囲を超えて増大する遅角補正值 $CE\theta k c$ に基づいて、アルコール濃度センサ 1 3 の過大検出異常の有無について診断することとした。

【 0 0 6 1 】

図 3 は、本実施例における過大検出異常診断制御に係るルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは ECU 2 1 の ROM に記憶されており、エンジン 1 の通常運転時において周期的に実行される。本ルーチンが実行されると、ステップ S 1 0 1 では、アルコール濃度センサ 1 3 の出力信号に基づきアルコール検出濃度 R_{ad} が取得される。

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 0 2 では、図 2 (a) に示すようなマップに基づいてアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} が設定される。ステップ S 1 0 3 では、可変圧縮比機構 1 8 (モータ 1 8 f) 及び点火プラグ 1 4 に対して制御信号が出され、エンジン 1 の圧縮比 ε 及び点火時期 θ の夫々が目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} に制御される。ステップ S 1 0 4 では、ステップ S 1 0 3 において ECU 2 1 から制御信号が出されてからの経過時間 $\Delta T i$ の計測が開始される。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 5 では、ノッキングセンサ 2 3 の出力信号に基づき、ノッキング強度 K_c に応じた遅角補正值 $CE\theta k c$ が取得され、該遅角補正值 $CE\theta k c$ が 0 (零) であるか否かが判定される。ここで、遅角補正值 $CE\theta k c$ とノッキング強度 K_c との関係については既述のため、詳しい説明を省略する。本ステップにおいて否定判定された場合 ($CE\theta k c$ は 0 以上の値の値をとるため、 $CE\theta k c > 0$) にはステップ S 1 0 6 に進み、肯定判定された場合 ($CE\theta k c = 0$) にはステップ S 1 0 8 に進む。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 6 では、目標点火時期 θ_{tn} が、現在の値から遅角補正值 $CE\theta k c$ だけ減算されることで更新され、点火時期 θ が更新後の目標点火時期 θ_{tn} に制御されるように点火プラグ 1 4 に制御信号が出される。続くステップ S 1 0 7 では、ステップ S 1 0 4 において経過時間 $\Delta T i$ の計測が開始されてからの遅角補正值 $CE\theta k c$ が積算され、その積算値 (以下、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ という) が取得される。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 1 0 8 では、経過時間 $\Delta T i$ が所定の遅角積算値取得時間 $\Delta T B$ に到達した

か否かが判定される。この遅角積算値取得時間 $\Delta T B$ は、遅角補正值 $C E \theta k c$ の積算を継続する時間であり、予め定めておく。本ステップにおいて肯定判定された場合 ($\Delta T i \geq \Delta T B$) にはステップ S 1 0 9 に進み、否定判定された場合 ($\Delta T i < \Delta T B$) にはステップ S 1 0 4 の処理に戻り、経過時間 $\Delta T i$ の計測が継続される。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 9 では、第 1 異常判定値 $V S 1$ が設定される。この第 1 異常判定値 $V S 1$ は、取得された遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が異常値を呈しているかどうかを判定するための基準値であり、アルコール濃度センサ 1 3 が正常であると判断できるときの遅角補正積算値の上限値として捉えられる。上述したように、ノッキング強度 $k c$ は、エンジン 1 の圧縮比 ε 、点火時期 θ 、実アルコール濃度 $R a r$ の夫々から影響を受ける。そのため、第 1 異常判定値 $V S 1$ は、アルコール検出濃度 $R a d$ 、目標圧縮比 $\varepsilon t n$ 及び目標点火時期 $\theta t n$ の設定値に応じて設定することとした。

【 0 0 6 7 】

より詳しくは、図 2 (a) に示したマップに従ってエンジン 1 を制御した場合に、アルコール濃度センサ 1 3 が正常 (アルコール検出濃度 $R a d$ が実アルコール濃度 $R a r$ と一致する) ならば、つまり、目標圧縮比 $\varepsilon t n$ 及び目標点火時期 $\theta t n$ を $\varepsilon t n r$ 及び $\theta t n r$ に設定できていたならば遅角積算値取得時間 $\Delta T B$ 内に得られる遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ の上限値を予め実験等によって求めておき、この上限値に所定のマージンを加えた値として第 1 異常判定値 $V S 1$ を設定する。このマージンの大きさは、アルコール検出濃度 $R a d$ と実アルコール濃度 $R a r$ との乖離量をどの程度許容するかによって決定される。

【 0 0 6 8 】

そして、ステップ S 1 1 0 では、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が第 1 異常判定値 $V S 1$ を超えているか否かが判定される。遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が第 1 異常判定値 $V S 1$ を超えていると判定された場合 ($\Sigma \theta k c > V S 1$) にはアルコール濃度センサ 1 3 に過大検出異常があると診断され、ステップ S 1 1 1 に進む。一方、そうでない場合 ($\Sigma \theta k c \leq V S 1$) には、アルコール濃度センサ 1 3 に過大検出異常がないと判断され、ステップ S 1 1 2 に進む。

【 0 0 6 9 】

本実施例では、上記のようにアルコール検出濃度 $R a d$ 及びこれに応じた目標圧縮比 $\varepsilon t n$ 、目標点火時期 $\theta t n$ を考慮して第 1 異常判定値 $V S 1$ が設定されることで、第 1 異常判定値 $V S 1$ を適切な値として設定することができる。すなわち、アルコール検出濃度 $R a d$ が実アルコール濃度 $R a r$ と一致していれば、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が第 1 異常判定値 $V S 1$ を超えることがないため、アルコール濃度センサ 1 3 が正常であるにも拘わらず異常であるとの誤診断がなされてしまうことが抑制される。

【 0 0 7 0 】

一方、アルコール濃度 $R a$ の過大検出がなされている場合には、実アルコール濃度 $R a r$ との関係において目標圧縮比 $\varepsilon t n$ が不相応に高く、目標点火時期 $\theta t n$ が不相応に遅角側に設定されるため、エンジン 1 のノッキング強度 $K c$ が過度に増大する。その結果、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が第 1 異常判定値 $V S 1$ を確実に超えるようになるため、アルコール濃度センサ 1 3 の過大検出異常を確実に検知することができる。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 1 1 では、アルコール濃度センサ 1 3 の故障フラグが O N にされる。そして、この故障フラグが O N にされると、車両の運転室内の警告灯 (不図示) が点灯されることで、アルコール濃度センサ 1 3 の異常が運転者に報知される。そして、本ステップの処理が終了すると本ルーチンを一旦抜ける。ステップ S 1 1 2 では、故障フラグが O F F にされる。そして、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ の値をリセットして、本ルーチンを一旦抜ける。

【 0 0 7 2 】

本ルーチンにおいては、ノッキングセンサ 2 3 の出力信号に基づいて遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ を取得する E C U 2 1 が本発明における取得手段に相当する。また、遅角補正積算

10

20

30

40

50

値 $\Sigma \theta_{kc}$ が本発明における遅角要求値、及び取得手段が取得する取得値に相当する。また、アルコール検出濃度 R_{ad} 、目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} に応じて第 1 異常判定値 V_{S1} を設定する ECU 21 が本発明における異常判定値設定手段に相当する。また、取得した遅角補正積算値 $\Sigma \theta_{kc}$ が第 1 異常判定値 V_{S1} を超えるときにアルコール濃度センサ 13 に過大検出異常があると診断する ECU 21 が本発明における異常診断手段に相当する。

【0073】

[過小検出異常診断制御]

次に、図 2 (b) を参照して過小検出異常診断制御について説明する。図 2 (b) の縦軸に示した符号 ε_{tsr} 、 Q_{Ftr} は、実アルコール濃度 R_{ar} に応じたエンジン始動時における圧縮比 ε 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} の最適値を示している。すなわち、 ε_{tsr} 、 Q_{Ftr} は、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} と一致していれば、設定されていたはずの目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} である。

10

【0074】

しかし、図 2 (b) に示すようにアルコール濃度 R_a の過小検出がなされてしまうと、ECU 21 は燃料の揮発性が実際よりも高いと誤って判断する。その結果、目標圧縮比 ε_{ts} は ε_{tsr} よりも低圧縮比側の ε_{tsf} に設定され、目標燃料噴射量 Q_{Ft} は Q_{Ftr} よりも少ない Q_{Ftf} に設定されてしまう。つまり、目標圧縮比 ε_{ts} が実アルコール濃度 R_{ar} との関係において不相応に低く設定され、燃料噴射量 Q_{Ft} が実アルコール濃度 R_{ar} との関係において不相応に少なく設定されてしまう。

20

【0075】

そうすると、エンジン 1 の始動性が過度に悪化してしまい、エンジン始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁 10 から噴射される燃料の総噴射量 (以下、始動時総噴射量という) ΣQ_{Fs} 、燃料噴射弁 10 によるエンジン始動に係る燃料噴射が開始されてから初爆が発生するまでに要する燃料の噴射回数 (以下、始動時噴射回数という) ΣN_{is} 、及びその所要時間 (以下、初爆所要時間という) Σt_{ms} が増大する。尚、ここでいう始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} は、初爆が発生するまでに各燃料噴射弁 10 から噴射される燃料量の総和である。また、始動時噴射回数 ΣN_{is} は、何れかの燃料噴射弁 10 からの燃料噴射が行われる度にカウントされるものである。

【0076】

30

ここで、上記の始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} 、始動時噴射回数 ΣN_{is} 、初爆所要時間 Σt_{ms} は、これらのうち何れが変化した場合には、その他の値は相関して変化する。従って、これらをまとめて「始動時総噴射量相関値」と総称する。尚、本実施例においては、始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} 、始動時噴射回数 ΣN_{is} 、初爆所要時間 Σt_{ms} が本発明の「エンジンの始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量に相関する値」に相当する。本制御では、アルコール濃度センサ 13 によるアルコール濃度の過小検出がなされてしまうと正常の範囲を超えて増大する始動時総噴射量相関値に着目して、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常の有無について診断を行う。

【0077】

40

図 4 は、本実施例における過小検出異常診断制御に係るルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは ECU 21 の ROM に記憶されており、エンジン 1 のイグニッションが ON される毎に実行される。尚、本ルーチンでは、上述した「始動時総噴射量相関値」として始動時噴射回数 ΣN_{is} を取得し、これに基づいてアルコール濃度センサ 13 の異常診断を行う。

【0078】

本ルーチンが実行されると、ステップ S 201 では、アルコール濃度センサ 13 の出力信号に基づきアルコール検出濃度 R_{ad} が取得される。ステップ S 202 では、図 2 (b) に示すようなマップに基づいてアルコール検出濃度 R_{ad} に応じてエンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} が設定される。ステップ S 203 では、スタータ (不図示) が通電されることでエンジン 1 のクランキングが開始されると共に、

50

各燃料噴射弁 10 に対して制御信号が出されて燃料噴射が開始される。尚、そのときの燃料噴射量 Q_F は目標燃料噴射量 Q_{Ft} に制御される。また、本ステップでは、可変圧縮比機構 18 (モータ 18f) に制御信号が出され、エンジン 1 の圧縮比 ε が目標圧縮比 ε_{ts} に制御される。

【0079】

ステップ S204 では、ステップ S203 において各燃料噴射弁 10 からの燃料噴射が開始されてからの噴射回数 ΣN_i がカウントされる。このカウントは、何れかの燃料噴射弁 10 から燃料噴射が行われる度にカウントされる。本実施例のエンジン 1 は 4 気筒エンジンであるため、各燃料噴射弁 10 から 1 回ずつ燃料噴射が行われれば、噴射回数 ΣN_i のカウント値は 4 である。

10

【0080】

ステップ S205 では、クランクポジションセンサ 22 の出力信号に基づいて初爆が発生したかどうかを判定する。初爆とは、何れかの気筒 2 で燃料が着火することをいい、初爆が発生するとエンジン回転数 NE が上昇する。従って、エンジン回転数 NE をモニタリングすることで初爆を検知することができる。本ステップにおいて初爆が発生したと判定された場合にはステップ S206 に進む。一方、初爆が未だ発生していないと判定された場合にはステップ S204 に戻り、噴射回数 ΣN_i のカウントが継続される。

【0081】

ステップ S206 では、ECU 21 は、現在までにおける噴射回数 ΣN_i のカウント値を始動時噴射回数 ΣN_{is} として取得する。ステップ S207 では、第 2 異常判定値 VS_2 が設定される。この第 2 異常判定値 VS_2 は、取得された始動時噴射回数 ΣN_{is} が異常値を呈しているかどうかを判定するための基準値であり、アルコール濃度センサ 13 が正常であると判断できるときの始動時噴射回数の上限值として捉えられる。上述したように、エンジン 1 の始動性は、エンジン 1 の圧縮比 ε 、燃料噴射量 Q_F 、実アルコール濃度 R_{ar} の夫々から影響を受ける。そのため、第 2 異常判定値 VS_2 は、アルコール検出濃度 R_{ad} 、エンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} に応じて設定することとした。

20

【0082】

より詳しくは、図 2 (b) に示したマップに従ってエンジン 1 を始動制御した場合に、アルコール濃度センサ 13 が正常 (アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} と一致する) ならば、つまり、目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} を ε_{tsr} 及び Q_{Ftr} に設定できていたならば得られる始動時噴射回数 ΣN_{is} の上限値を予め実験等によって求めておき、この上限値に所定のマージンを加えた値として第 2 異常判定値 VS_2 を設定する。このマージンの大きさは、アルコール検出濃度 R_{ad} と実アルコール濃度 R_{ar} との乖離量をどの程度許容するかによって決定される。

30

【0083】

そして、続くステップ S208 において、始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 VS_2 を超えているか否かが判定される。始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 VS_2 を超えていると判定された場合 ($\Sigma N_{is} > VS_2$) にはアルコール濃度センサ 13 に過小検出異常があると診断され、ステップ S209 に進む。一方、そうでない場合 ($\Sigma N_{is} \leq VS_2$) には、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常がないと判断され、ステップ S210 に進む。

40

【0084】

本制御では、上記のようにアルコール検出濃度 R_{ad} 及びこれに応じた目標圧縮比 ε_{ts} 、目標燃料噴射量 Q_{Ft} を考慮して第 2 異常判定値 VS_2 が設定されることで、第 2 異常判定値 VS_2 を適切な値として設定することができる。すなわち、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} と一致していれば、始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 VS_2 を超えることがないため、アルコール濃度センサ 13 が正常であるにも拘わらず異常であるとの誤診断がなされてしまうことが抑制される。

【0085】

50

一方、アルコール濃度 R_a の過小検出がなされている場合には、実アルコール濃度 R_{ar} との関係において目標圧縮比 ε_{ts} が不相応に低く、燃料噴射量 Q_{ft} が不相応に少なく設定されるため、エンジン 1 の始動性が過度に悪化することにより、始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 V_{S2} を確実に超える。その結果、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常を確実に検知することができる。

【0086】

そして、ステップ S209 では、アルコール濃度センサ 13 の故障フラグが ON にされる。そして、この故障フラグが ON にされると、車両の運転室内の警告灯（不図示）が点灯されることで、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常が運転者に報知される。そして、本ステップの処理が終了すると本ルーチンを一旦抜ける。ステップ S210 では、上記故障フラグが OFF にされる。そして、始動時噴射回数 ΣN_{is} の値をリセットして、本ルーチンを一旦抜ける。

10

【0087】

本ルーチンにおいては、初爆の発生が検知されるまでの期間にわたり燃料噴射弁 10 からの噴射回数 ΣN_i をカウントすることで始動時噴射回数 ΣN_{is} を取得する ECU 21 が本発明における取得手段に相当する。また、始動時噴射回数 ΣN_{is} が本発明における「エンジンの始動時において初爆が発生するまでに燃料噴射弁から噴射される燃料の総噴射量に相関する値」、及び取得手段が取得する取得値に相当する。また、アルコール検出濃度 R_{ad} 、目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{ft} に応じて第 2 異常判定値 V_{S2} を設定する ECU 21 が本発明における異常判定値設定手段に相当する。また、取得した始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 V_{S2} を超えるときにアルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が有ると診断する ECU 21 が本発明における異常診断手段に相当する。

20

【0088】

以上のように、本実施例に係る異常診断制御によれば、アルコール濃度センサ 13 の異常診断を精度良く好適に行うことができる。

【0089】

< 他の実施形態 >

本実施例では、本発明を実施するための実施形態の一例を説明したが、上述した異常診断制御は本発明の本旨を逸脱しない範囲内において種々の変更を加え得る。以下、本実施例における他の実施形態について説明する。

30

【0090】

第 1 の変形例では、過大検出異常診断制御時に取得される遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ が、該遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ に対して設定される第 1 異常判定値 V_{S1a} を超えるときにアルコール濃度センサ 13 に異常があると診断する。この遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ はノッキング強度 K_c が高ければより大きな値として取得されるため、アルコール濃度センサ 13 における過大検出異常の有無を該遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ に基づいて判定することができる。係る場合に、第 1 異常判定値 V_{S1a} は、アルコール検出濃度 R_{ad} が実アルコール濃度 R_{ar} と一致していたならば、つまり、目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} を ε_{tnr} 及び θ_{tnr} に設定できていたならば得られるべき遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ の上限値を実験等によって求めておき、これに所定のマージンを加えた値として設定する。この第 1 異常判定値 V_{S1a} の設定値は、既述した第 1 異常判定値 V_{S1} とは異なる値を取り得ることは勿論である。本制御によれば、アルコール濃度センサ 13 にアルコール濃度 R_a の過大検出異常が有る場合には遅角補正值 $CE\theta_{kc}$ が第 1 異常判定値 V_{S1a} よりも大きくなり、そうでない場合には第 1 異常判定値 V_{S1a} 以下となる。そのため、アルコール濃度センサ 13 の過大検出異常の有無について精度良く診断することができる。

40

【0091】

尚、本実施例の過大検出異常診断制御では、エンジン 1 の通常運転時において、アルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど目標圧縮比 ε_{tn} を高圧縮比側に設定することに加えて、目標点火時期 θ_{tn} をより進角側の時期として設定しているが、目標点火時期 θ_{tn} をア

50

ルコール検出濃度 R_{ad} に応じて設定しなくても本発明の適用が妨げられない。つまり、目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} のうち、目標圧縮比 ε_{tn} のみをアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて設定することができる。かかる場合、第1異常判定値 $VS1$ は、アルコール検出濃度 R_{ad} 及び該アルコール検出濃度 R_{ad} に対応する目標圧縮比 ε_{tn} に応じて設定される。

【0092】

第2の変形例では、図4の制御ルーチンにおいて始動時噴射回数 ΣN_{is} を取得する代わりに、始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} 或いは初爆所要時間 Σt_{ms} を「始動時総噴射量相関値」として取得する。ここで、始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} を取得する場合には、該始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} に対して設定される第2異常判定値 $VS2a$ を始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} が超えるときに、アルコール濃度センサ13に過小検出異常があると診断する。一方、初爆所要時間 Σt_{ms} を取得する場合には、該初爆所要時間 Σt_{ms} に対して設定される第2異常判定値 $VS2b$ を初爆所要時間 Σt_{ms} が超えるときに、アルコール濃度センサ13に過小検出異常があると診断する。上記の第2異常判定値 $VS2a$ 、及び $VS2b$ は、 $VS2$ と同様にアルコール検出濃度 R_{ad} 、目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} に応じて設定される。また、第2異常判定値 $VS2$ 、 $VS2a$ 及び $VS2b$ の設定値が夫々異なる値を取り得ることは勿論である。

【0093】

尚、本実施例の過小検出異常診断制御では、エンジン始動時のアルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど燃料噴射量 Q_F がより多く制御されるように目標燃料噴射量 Q_{Ft} を設定しているが、該目標燃料噴射量 Q_{Ft} をこのように設定しなくても本発明の適用は妨げられない。例えば、目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{Ft} のうち、目標圧縮比 ε_{ts} のみをアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて設定することができる。かかる場合に、第2異常判定値 $VS2$ は、アルコール検出濃度 R_{ad} 及び該アルコール検出濃度 R_{ad} に対応する目標圧縮比 ε_{ts} に応じて設定される。

【0094】

本実施例におけるエンジン1はいわゆる混合燃料エンジンであったが、本実施例にかかるとエンジンシステムの異常診断装置を単一種類の燃料を使用するエンジンに適用することもできる。第3の変形例では、通常のカソリンエンジンに本実施例の異常診断装置を適用する。かかる場合、エンジンの圧縮比 ε は運転状態に応じた基本圧縮比 ε_b に制御される。何らかの原因によってエンジンシステムに異常が生じると（例えば、可変圧縮比機構18、燃料噴射弁10等が正常に作動されないと）、エンジンの通常運転時にはノッキング強度 K_c が過度に増大する。また、エンジン始動時にはその始動性が過度に悪化する。そこで、本変形例においても、エンジンの通常運転時における遅角補正積算値 $\Sigma \theta_{kc}$ を取得し、その取得値と第1異常判定値 $VS1$ とを対比することによってエンジンシステムの異常診断を行う。また、エンジン始動時には始動時噴射回数 ΣN_{is} （始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} 、或いは初爆所要時間 Σt_{ms} であっても構わない）を取得し、その取得値と第2異常判定値 $VS2$ とを対比することで同異常診断を行う。

【0095】

先ず、本変形例における過大検出異常診断制御について、図3における制御ルーチンとの相違点を説明する。かかる場合、ステップ $S101$ の処理が省略され、ステップ $S102$ では目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} がエンジンの運転状態に基づいて設定される基本圧縮比 ε_b 及び基本点火時期 θ_b に設定される。また、ステップ $S103$ では圧縮比 ε 及び点火時期 θ が目標圧縮比 ε_{tn} （基本圧縮比 ε_b ）及び目標点火時期 θ_{tn} （基本点火時期 θ_b ）に制御される。そして、ステップ $S109$ においては、目標圧縮比 ε_{tn} （すなわち、基本圧縮比 ε_b ）及び目標点火時期 θ_{tn} （すなわち、基本点火時期 θ_b ）に応じて第1異常判定値 $VS1$ が設定される。これは、エンジンシステムの異常の有無に拘わらず目標圧縮比 ε_{tn} 及び目標点火時期 θ_{tn} に応じてノッキング強度 K_c も変化し、これに伴って最適な第1異常判定値 $VS1$ も変化することによる。また、ステップ $S110$ では、遅角補正積算値 $\Sigma \theta_{kc}$ が第1異常判定値 $VS1$ を超えていると判定され

た場合にエンジンシステムに異常があると判定され、そうでない場合には同システムに異常が無いと判定される。そして、前者の場合にはステップ S 1 1 1 において運転室内の警告灯が点灯されることで、エンジンシステムに何らかの異常があることが運転者に報知される。

【 0 0 9 6 】

次に、本変形例における過小検出異常診断制御について、図 4 における制御ルーチンとの相違点を説明する。ここでは、ステップ S 2 0 1 の処理が省略され、ステップ S 2 0 2 では目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{ft} がエンジン始動用の基本圧縮比 ε_b 及び基本燃料噴射量 Q_b に設定される。また、ステップ S 2 0 6 では、目標圧縮比 ε_{ts} (すなわち、基本圧縮比 ε_b) 及び目標燃料噴射量 Q_{ft} (すなわち、基本燃料噴射量 Q_b) に応じて第 2 異常判定値 V_{S2} が設定される。これは、エンジンシステムの異常の有無に拘わらず目標圧縮比 ε_{ts} 及び目標燃料噴射量 Q_{ft} に応じてエンジンの始動性も変化し、これに伴って第 2 異常判定値 V_{S2} の最適値も変化することによる。また、ステップ S 2 0 8 では、始動時噴射回数 ΣN_{is} が第 2 異常判定値 V_{S2} を超えていると判定された場合にエンジンシステムに異常があると判定され、そうでない場合に異常が無いと判定される。そして、前者の場合にはステップ S 2 0 9 において運転室内の警告灯が点灯されることで、エンジンシステムに何らかの異常があることが運転者に報知される。

【 実施例 2 】

【 0 0 9 7 】

次に、本発明を実施するための第 2 の実施例について説明する。本実施例のエンジンシステムの異常診断装置が適用されるエンジンの概略構成は図 1 に示したものと同等であり、その説明を省略する。

【 0 0 9 8 】

エンジン 1 に係る他の制御条件が等しい場合であっても、過大検出異常診断制御が実行されるときエンジン負荷 TQ が比較的に高い場合には低い場合に比べてノッキングが発生し易く、また、そのときのエンジン負荷 TQ が高いほどノッキング強度 K_c が高くなる傾向がある。そこで、本実施例では、エンジン負荷 TQ を考慮した過大検出異常診断制御が実行される。

【 0 0 9 9 】

図 5 は、本実施例におけるエンジン負荷 TQ と、第 1 異常判定値 V_{S1} に対する重み付け係数 $W_{tv s 1}$ との関係を示したマップである。この重み付け係数 $W_{tv s 1}$ は、過大検出異常診断制御が実行されるときエンジン負荷 TQ に応じて第 1 異常判定値 V_{S1} を補正するための補正係数である。尚、第 1 異常判定値 V_{S1} の設定手法については実施例 1 と同様である。また、エンジン負荷 TQ については、エンジン 1 の運転状態に基づいて設定される既述の基本燃料噴射量 Q_b が多いほどより高負荷側となるように取得される。

【 0 1 0 0 】

本実施例では、第 1 異常判定値 V_{S1} に重み付け係数 $W_{tv s 1}$ を乗じることによって修正第 1 異常判定値 $A_{JV S 1}$ を算出する。そして、取得した遅角補正積算値 $\Sigma \theta_{kc}$ が修正第 1 異常判定値 $A_{JV S 1}$ を超えていると判定された場合に、アルコール濃度センサ 1 3 に過大検出異常があると診断することとした。図 5 では、エンジン負荷 TQ が高いほど重み付け係数 $W_{tv s 1}$ が大きい値をとる。その結果、エンジン負荷 TQ が高いほど修正第 1 異常判定値 $A_{JV S 1}$ も大きな値として設定される。

【 0 1 0 1 】

その結果、エンジン負荷 TQ が非常に高いことに起因してノッキング強度 K_c が増加しても、修正第 1 異常判定値 $A_{JV S 1}$ は第 1 異常判定値 V_{S1} に比べて増加方向に修正されるため、アルコール濃度センサ 1 3 が正常であるにも拘わらず異常であるとの誤診断がなされてしまうことが抑制される。以上のように、本制御によれば、過大検出異常診断制御が実行されるときエンジン負荷 TQ が運転状態に応じて大きく変化しても、その影響を受けることなくアルコール濃度センサ 1 3 に過大検出異常があるかどうかを精度良く診断することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 2 】

< 他の実施形態 >

次に、本実施例における他の実施形態について説明する。第 1 の変形例では、第 1 異常判定値 $V S 1$ の代わりに、エンジン負荷 $T Q$ に応じて遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ を補正する。 $E C U 2 1$ が取得した遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ を補正するための補正係数を重み付け係数 $W t v s 2$ とすると、遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ に重み付け係数 $W t v s 2$ を乗じることによって修正遅角補正積算値 $A J \Sigma \theta k c$ を算出する。このように算出された修正遅角補正積算値 $A J \Sigma \theta k c$ が第 1 異常判定値 $V S 1$ を超えていると判定された場合に、アルコール濃度センサ 1 3 にアルコール濃度 $R a$ の過大検出に係る異常があると診断される。この場合、重み付け係数 $W t v s 2$ はエンジン負荷 $T Q$ が高いほど小さい値として設定される。そのため、エンジン負荷 $T Q$ が高いほど修正遅角補正積算値 $A J \Sigma \theta k c$ が低い値として算出される。従って、過大検出異常診断制御が実行されるときエンジン負荷 $T Q$ の影響を受けることなく、アルコール濃度センサ 1 3 にアルコール濃度 $R a$ の過大検出に係る異常があるかどうかを精度良く診断することができる。

10

【 0 1 0 3 】

次に、本実施例における過大検出異常診断制御の第 2 の変形例を説明する。ここでは、図 3 で説明した制御ルーチンと本制御との相違点を説明する。図 3 のステップ $S 1 0 6$ では、目標点火時期 $\theta t n$ が、現在の制御値からステップ $S 1 0 5$ で取得された遅角補正值 $C E \theta k c$ だけ減算させているのに対して、本制御では、遅角補正值 $C E \theta k c$ に重み付け係数 $W t v s 3$ を乗じて得られる修正遅角補正值 $A D C E \theta k c$ を目標点火時期 $\theta t n$ から減算する。この重み付け係数 $W t v s 3$ は、遅角補正值 $C E \theta k c$ を補正する補正係数であって、エンジン負荷 $T Q$ が高いほど大きい値として設定される。

20

【 0 1 0 4 】

つまり、この場合、エンジン負荷 $T Q$ が高いほど修正遅角補正值 $A D C E \theta k c$ も大きくなるため、目標点火時期 $\theta t n$ が本来の要求値よりもより遅角側に変更されることになる。その結果、エンジン負荷 $T Q$ が高いほど、ステップ $S 1 0 7$ において取得される遅角補正積算値 $\Sigma \theta k c$ が本制御を行わない場合に比べて低減される。従って、過大検出異常診断制御が実行されるときエンジン負荷 $T Q$ が運転状態に応じて大きく変化しても、その影響を受けることなくアルコール濃度センサ 1 3 にアルコール濃度 $R a$ の過大検出に係る異常があるかどうかを精度良く診断することができる。

30

【 実施例 3 】

【 0 1 0 5 】

次に、本発明を実施するための第 3 の実施例について説明する。本実施例のエンジンシステムの異常診断装置が適用されるエンジンの概略構成は図 1 に示したものと同等であり、その説明を省略する。

【 0 1 0 6 】

ここで、図 6 は、エンジン始動時における始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ を等しくするために要求される当量比 (equivalence ratio) ϕ とエンジン始動時における機関温度 (以下、始動時機関温度という) $T H$ の関係を、燃料のアルコール濃度 $R a$ 毎 (この図では 0 % , 8 0 % , 1 0 0 %) に示した図である。ここで、燃料のアルコール濃度 $R a$ が 0 % のときの関係を $E 0$ 、8 0 % のときの関係を $E 8 0$ 、1 0 0 % のときの関係を $E 1 0 0$ にて表す。この当量比 ϕ は、空気過剰率 λ の逆数であり ($\phi = 1 / \lambda$)、燃焼に用いる吸気中の酸素に当量の燃料量に対する、実際に燃焼室内に供給された燃料の割合を意味する。従って、当量比 ϕ が大きいほど、酸素過剰率 λ が小さくなり、吸気量が等しい条件下において燃料噴射弁 1 0 から噴射される燃料噴射量 $Q F$ がより多くなる。

40

【 0 1 0 7 】

ここで、アルコール濃度 $R a$ が等しい条件であれば、始動時機関温度 $T H$ が低いほど燃焼室内にて燃料が気化し難くなるので、エンジン 1 の始動性は悪化する。従って、エンジン始動時における始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ を等しくするためには、 $E 0 \sim E 1 0 0$ の何れにおいても始動時機関温度 $T H$ が低いほど要求される当量比 ϕ が高くなる。また、同一始

50

動時機関温度 T_H において、 E_0 、 E_{80} 、 E_{100} を比較すると、アルコール濃度 R_a が高いほど要求される当量比 ϕ が高くなる。これは、アルコール濃度 R_a が高いほど始動時機関温度 T_H の低下に伴う燃料の揮発性の悪化が顕著となり、エンジン 1 の始動性に及ぼす影響が著しくなるからである。

【0108】

ここで、始動時機関温度 T_H の低下に伴う当量比 ϕ の増加率（当量比 ϕ が増加する傾き）は、アルコール濃度 R_a が高くなるほど大きくなる。そして、当量比 ϕ の増加率が始動時機関温度 T_H の低下に伴って急増する温度領域が存在するが、その温度領域はアルコール濃度 R_a が高くなるほどより高温側にシフトしていく。これは、アルコール濃度 R_a が高いほど、より高い始動時機関温度 T_H から始動性の悪化が顕著になることを意味する。

10

【0109】

そこで、本実施例では、始動時機関温度 T_H がエンジン 1 の始動性に及ぼす影響を考慮して過小検出異常診断制御を実行することとした。ここでのエンジン始動時における燃料噴射量 Q_F は実施例 1 と同様である。つまり、アルコール濃度 R_a に応じて空気過剰率 λ が等しくなるように（この場合、空気過剰率 λ の逆数である当量比 ϕ も等しくなる）目標燃料噴射量 Q_{Ft} が設定される。かかる場合、アルコール濃度センサ 13 の異常の有無に拘わらず始動時機関温度 T_H が低いほど始動時噴射回数 ΣN_{is} が増大する。また、アルコール濃度 R_a が高いほど、始動時機関温度 T_H の低下に伴う始動時噴射回数 ΣN_{is} の増大が顕著になる。

【0110】

20

これに対して、本実施例では、過小検出異常診断制御が実行されるときに始動時機関温度 T_H 及びアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて第 2 異常判定値 V_{S2} が補正される。図 7 は、本実施例における始動時機関温度 T_H 、アルコール検出濃度 R_{ad} 、重み付け係数 W_{tvs4} の関係を示したマップである。この重み付け係数 W_{tvs4} は、過小検出異常診断制御が実行されるときに始動時機関温度 T_H 及びアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて第 2 異常判定値 V_{S2} を補正するための補正係数である。尚、第 2 異常判定値 V_{S2} の設定手法については実施例 1 と同様である。また、始動時機関温度 T_H は、冷却水温度センサ 27 の出力信号に基づいて検出される。

【0111】

本実施例では、第 2 異常判定値 V_{S2} に重み付け係数 W_{tvs4} を乗じることによって修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} が算出される。そして、過小検出異常診断制御において取得した始動時噴射回数 ΣN_{is} が修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} を超えていると判定された場合に、アルコール濃度センサ 13 にアルコール濃度 R_a の過小検出に係る異常があると診断する。図 7 では、アルコール検出濃度 R_{ad} が等しい条件では始動時機関温度 T_H が低いほど重み付け係数 W_{tvs4} が大きい値に設定され、その結果、修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} がより大きな値として設定される。また、始動時機関温度 T_H が等しい条件ではアルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど重み付け係数 W_{tvs4} が大きい値に設定され、その結果、修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} がより大きな値として設定される。

30

【0112】

このように修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} を算出することで、エンジン 1 の始動性悪化が顕著になって始動時噴射回数 ΣN_{is} が過度に多くなる条件下、例えば実アルコール濃度 R_{ar} が比較的高く且つ始動時機関温度 T_H が低温領域であるときにエンジン 1 を始動させる場合でも、アルコール濃度センサ 13 が正常であれば始動時噴射回数 ΣN_{is} が修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} を超えることがない。修正第 2 異常判定値 A_{JVS2} が始動時機関温度 T_H 及びアルコール検出濃度 R_{ad} を考慮して設定されるからである。そのため、アルコール濃度センサ 13 が正常であるにも拘わらず異常であるとの誤診断がなされてしまうことが確実に抑制される。

40

【0113】

一方、アルコール濃度 R_a が過小検出された場合には、重み付け係数 W_{tvs4} が実アルコール濃度 R_{ar} に対応する値よりも小さく設定される。例えば、図 7 を参照すると、

50

実アルコール濃度 R_{ar} に対応する重み付け係数 W_{tvs4} を符号 W_{tr} で表し、低濃度側に誤検出されたアルコール検出濃度 R_{ad} に対応する重み付け係数 W_{tvs4} を符号 W_{tf} で表すと、 $W_{tr} > W_{tf}$ として設定される。その結果、第2異常判定値 V_{S2} に値 W_{tr} を乗じて得られた修正第2異常判定値 A_{JVS2} は、実アルコール濃度 R_{ar} との関係では不相応に小さくなり、始動時噴射回数 ΣN_{is} が修正第2異常判定値 A_{JVS2} を確実に超えることになる。これにより、アルコール濃度センサ13によるアルコール濃度 R_a の過小検出を確実に検知することができる。

【0114】

尚、本制御において、噴射回数 ΣN_{is} を取得する代わりに、始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} を「始動時総噴射量相関値」として取得する場合には、実施例1における第2の変形例で説明した第2異常判定値 V_{S2a} に重み付け係数 W_{tvs4} を乗算することによって修正第2異常判定値 A_{JVS2a} を設定し、始動時総噴射量 ΣQ_{Fs} が修正第2異常判定値 A_{JVS2a} を超えるときにアルコール濃度センサ13に過小検出異常があると診断する。一方、初爆所要時間 Σt_{ms} を「始動時総噴射量相関値」として取得する場合には、実施例1における第2の変形例で説明した第2異常判定値 V_{S2b} に重み付け係数 W_{tvs4} を乗算することによって修正第2異常判定値 A_{JVS2b} を設定し、初爆所要時間 Σt_{ms} が修正第2異常判定値 A_{JVS2b} を超えるときにアルコール濃度センサ13に過小検出異常があると診断する。

【0115】

尚、図7における重み付け係数 W_{tvs4} は、図6に示した始動時機関温度 T_H 及びアルコール濃度 R_a の組み合わせに対応して要求される混合気の当量比 ϕ の値に比例するように設定されている。これによれば、アルコール濃度センサ13による過小検出異常の有無をより精度良く診断することができる。

【0116】

また、図6を参照すると、アルコール濃度 R_a の過小検出がなされた際（例えば、実アルコール濃度 R_{ar} が80%（ E_{80} ）であるのに対してアルコール検出濃度 R_{ad} が100%（ E_{100} ）として取得された場合）、始動時機関温度 T_H が常温領域（例えば、20 程度）である場合よりも低温領域（例えば、0 程度）である場合の方が、要求される当量比 ϕ の差が顕著になる（図6中、符号A、B）。そのため、始動時機関温度 T_H が常温領域である場合に比べて低温領域である場合に本実施例の制御を実行することで、アルコール濃度センサ13の異常診断に係る精度をより高めることができる。アルコール検出濃度 R_{ad} の実アルコール濃度 R_{ar} との乖離が同等であれば、始動時機関温度 T_H が低い方が、アルコール濃度センサ13における異常の有無に応じた始動時噴射回数 ΣN_{is} の差が大きくなり、異常の有無についての判定誤差が生じ難くなるからである。

【0117】

< 他の実施形態 >

本実施例における他の実施形態について説明する。第1の変形例では、第2異常判定値 V_{S2} の代わりに、過小検出異常診断制御時に取得される始動時噴射回数 ΣN_{is} を補正する。 ECU_{21} が取得した始動時噴射回数 ΣN_{is} を補正するための補正係数を重み付け係数 W_{tvs5} とすると、始動時噴射回数 ΣN_{is} に重み付け係数 W_{tvs5} を乗じることによって修正始動時噴射回数 $A_{J\Sigma N_{is}}$ を算出する。この重み付け係数 W_{tvs5} は、過小検出異常診断制御が実行されるときに始動時機関温度 T_H 及びアルコール検出濃度 R_{ad} に応じて設定される。

【0118】

この場合、重み付け係数 W_{tvs5} は、アルコール検出濃度 R_{ad} が等しい条件では始動時機関温度 T_H が低いほど小さい値に設定され、始動時機関温度 T_H が等しい条件ではアルコール検出濃度 R_{ad} が高いほど小さい値に設定される。すなわち、重み付け係数 W_{tvs5} と始動時機関温度 T_H 及びアルコール検出濃度 R_{ad} との関係は、図7に示した重み付け係数 W_{tvs4} を概ね上下方向に反転した形となる。

【0119】

10

20

30

40

50

そして、このように算出された修正始動時噴射回数 $A_{J\Sigma N i s}$ を第 2 異常判定値 $V S 2$ と対比し、該修正始動時噴射回数 $A_{J\Sigma N i s}$ が第 2 異常判定値 $V S 2$ を超えたときにアルコール濃度センサ 13 に過小検出異常があると診断する。これによれば、始動時機関温度 $T H$ がエンジン 1 の始動性に及ぼす影響の度合いが燃料のアルコール濃度 $R a$ に応じて変化しても、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常に係る誤診断を好適に抑制できる。

【0120】

また、第 2 の変形例では、エンジン始動時における目標燃料噴射量 $Q F t$ が既述した制御とは相違する。本制御では、エンジン始動時にアルコール検出濃度 $R a d$ 及び始動時機関温度 $T H$ を取得するとともに、これらを図 6 に示すようなマップに代入することで、対応する当量比 ϕ を演算する。そして、求められた当量比 ϕ と吸気量 $G a$ とに基づいて目標燃料噴射量 $Q F t$ を設定することとした。具体的には、当量比 ϕ が高いほど大きな値に設定される補正係数 $C E \phi$ を設定し、目標燃料噴射量 $Q F t$ を演算する ($Q F t = Q b \cdot C E q \cdot C E \phi$) ことができる。

【0121】

これによれば、始動時機関温度 $T H$ がエンジン 1 の始動性に及ぼす影響の度合いが燃料のアルコール濃度 $R a$ に応じて変化しても、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が生じなければ始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ を略一定にすることができる。そのため、過小検出異常診断制御において取得した始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ と第 2 異常判定値 $V S 2$ との大小関係に対比するだけで、アルコール濃度センサ 13 における過小検出異常の有無を簡易に診断でき、またその精度を高めることができる。尚、本制御は、始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ の代わりに、既述した始動時総噴射量 $\Sigma Q F s$ を第 2 異常判定値 $V S 2 a$ と対比する場合、或いは初爆所要時間 $\Sigma t m s$ を第 2 異常判定値 $V S 2 b$ と対比する場合においても適用できるのは当然である。

【実施例 4】

【0122】

次に、本発明を実施するための第 4 の実施例について説明する。本実施例のエンジンシステムの異常診断装置が適用されるエンジンの概略構成は図 1 に示したものと同等である。ここで、図 6 を参照すると、始動時機関温度 $T H$ が極低温領域（例えば、 -20 以下）の場合には、エンジン 1 の始動性の低下が顕著になり過ぎると考えられる。かかる場合には、過小検出異常診断制御において取得する始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ のばらつきが過大となり、この取得値に基づいた診断結果の信頼性が低下する。そこで、始動時機関温度 $T H$ が極低温領域であるときは、 $E C U 2 1$ による始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ の取得が禁止される。これによれば、誤診断される可能性が高くなるときには過小検出異常診断制御の実行が禁止されるので、誤診断を確実に回避できる。言い換えれば、アルコール濃度センサ 13 に異常があるかどうかの診断結果にかかる信頼性を高めることができる。尚、極低温領域をどの程度の温度領域に設定するかについては、始動時噴射回数 $\Sigma N i s$ の取得値に関するばらつき度合いに基づいて予め実験等により求めておくことができる。

【実施例 5】

【0123】

次に、本発明を実施するための第 5 の実施例について説明する。本実施例における燃料噴射量 $Q F$ は、実施例 1 と同様、アルコール検出濃度 $R a d$ に応じて演算された目標燃料噴射量 $Q F t$ に則して制御される。燃料のアルコール濃度 $R a$ が高いほど理論空燃比が低くなるため、アルコール検出濃度 $R a d$ が高いほど混合気の空燃比 $A F$ の目標値 ($A F t$) がより高い値にシフトする。本実施例では、空燃比センサ 29 の出力信号に基づいて空燃比 $A F$ を検出し、空燃比 $A F$ が目標値 $A F t$ に一致するように燃料噴射量 $Q F$ がフィードバック ($F B$) 制御される。具体的には、空燃比センサ 29 の出力信号に基づいて目標燃料噴射量 $Q F t$ を補正するための $F B$ 補正值 $C E f b$ が $E C U 2 1$ によって演算され、この $F B$ 補正量 $C E f b$ が目標燃料噴射量 $Q F t$ に足される。具体的には、混合気の空燃比 $A F$ が目標値 $A F t$ よりも高いときには $F B$ 補正量 $C E f b$ が正の値として演算される

ことで、燃料噴射量 Q_F が増量補正される。一方、混合気の空燃比 A_F が目標値 A_{Ft} よりも低いときには FB 補正量 $CEfb$ が負の値として演算されることで、燃料噴射量 Q_F が減量補正される。

【0124】

ここで、 FB 補正量 $CEfb$ の絶対値 ($|CEfb|$) が過度に大きくなる場合、燃料噴射弁 10 の作動異常の疑いがあると判断できる。しかし、エンジン 1 はいわゆる混合燃料エンジンであるため、燃料噴射弁 10 がたとえ正常であってもアルコール濃度センサ 13 に異常があれば、 FB 補正量 $CEfb$ の絶対値が増大する。従って、 FB 補正量 $CEfb$ の絶対値が過度に大きくなった場合には、アルコール濃度センサ 13 に異常が無いことを確認してから燃料噴射弁 10 の異常検出を行うこととした。

10

【0125】

図 8 は、本実施例における制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンは ECU 21 の ROM に記憶されており、エンジン 1 のイグニッションが ON される毎に実行される。本ルーチンが実行されると、先ずステップ S301 では、過小検出異常診断フラグ F_s の設定が 1 であるか 0 であるかが判定される。過小検出異常診断フラグ F_s は、エンジン始動時に過小検出異常診断制御を実行するかどうかを決定するフラグであり、1 に設定されていれば過小検出異常診断制御が実行され、0 に設定されていれば過小検出異常診断制御が実行されない。本ステップにおいて過小検出異常診断フラグ F_s の設定が 1 であると判定された場合にはステップ S302 に進み、0 であると判定された場合にはステップ S303 に進む。

20

【0126】

ステップ S302 では、実施例 1 で説明した過小検出異常診断制御が実行され、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が有るか否かが判定される。ここでは、具体的には、図 4 の制御ルーチンのステップ S201 ~ S208 が実行される。そして、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常がないと判定された場合にはステップ S304 に進み、そうでない場合にはステップ S305 に進む。ステップ S304 では、過小検出異常診断フラグ F_s が 0 に設定され ($F_s = 0$)、後述するステップ S312 に進む。ステップ S305 では、アルコール濃度センサ 13 の異常を運転者に報知するための警告灯 (不図示) が点灯される。本ステップの処理が終了すると本ルーチンを一旦抜ける。

【0127】

30

ステップ S303 では、空燃比センサ 29 の出力信号に基づいて FB 補正量 $CEfb$ が演算される。続くステップ S306 では FB 補正量 $CEfb$ の絶対値 ($|CEfb|$) が規定値 f_{bmax} よりも大きいか否かが判定される。この規定値 f_{bmax} は、燃料噴射弁 10 に作動異常が生じている疑いがあると判断される FB 補正量 $CEfb$ の絶対値であり、予め実験等により求めておく。ここで、 FB 補正量 $CEfb$ の絶対値が規定値 f_{bmax} を超えていても燃料噴射弁 10 が作動異常であると即座に結論付けられるものではない。燃料噴射弁 10 が正常であり、アルコール濃度センサ 13 に異常が有るときにも、 FB 補正量 $CEfb$ の絶対値の増大が過度に増大することが予測されるからである。

【0128】

40

本ステップにおいて肯定判定された場合 ($|CEfb| > f_{bmax}$) にはステップ S307 に進み、そうでない場合には本ルーチンを一旦抜ける。ステップ S307 では、可変圧縮比機構 18 における異常検出が実行され、作動異常があるか否かが判定される。そして、可変圧縮比機構 18 に作動異常が無いと判定された場合にはステップ S308 に進む。一方、可変圧縮比機構 18 に作動異常があると判定された場合にはステップ S309 に進み、可変圧縮比機構 18 の異常を運転者に報知するための警告灯 (不図示) が点灯される。そして、本ステップの処理が終了すると本ルーチンを一旦抜ける。

【0129】

ステップ S308 では、ステップ S303 で演算した FB 補正量 $CEfb$ が負の値 ($CEfb < 0$) であるか正の値 ($CEfb > 0$) であるかが判定される。 FB 補正量 $CEfb$ が負の値として演算されていた場合には混合気の空燃比 A_F が目標値 A_{Ft} よりも低い

50

こと（リッチ側であること）を意味し、正の値として演算されていた場合には空燃比 $A F$ が目標値 $A F t$ よりも高いこと（リーン側であること）を意味する。ここで、アルコール検出濃度 $R a d$ が実アルコール濃度 $R a r$ よりも高濃度側に検出されると、目標燃料噴射量 $Q F t$ が実アルコール濃度 $R a r$ との関係で不相応に多くなり、混合気の空燃比 $A F$ が目標値 $A F t$ に比べて低くなる。そのため、 $F B$ 補正量 $C E f b$ が負の値であり、且つその絶対値が規定値 $f b m a x$ よりも大きい場合には、アルコール濃度センサ 13 に異常があるとすれば過大検出異常が生じている疑いがあると判断することができる。

【0130】

一方、アルコール検出濃度 $R a d$ が実アルコール濃度 $R a r$ よりも低濃度側に検出されると、目標燃料噴射量 $Q F t$ が実アルコール濃度 $R a r$ との関係で不相応に少なくなり、混合気の空燃比 $A F$ が目標値 $A F t$ に比べて高くなる。そのため、 $F B$ 補正量 $C E f b$ が正の値であり、且つその絶対値が規定値 $f b m a x$ よりも大きい場合には、アルコール濃度センサ 13 に異常があるとすれば過小検出異常が生じている疑いがあると判断することができる。そこで、ステップ $S 308$ において $F B$ 補正量 $C E f b$ が負の値（ $C E f b < 0$ ）であると判定された場合にはステップ $S 310$ に進み、正の値（ $C E f b > 0$ ）であると判定された場合にはステップ $S 311$ に進む。

【0131】

ステップ $S 310$ では、実施例 1 で説明した過大検出異常診断制御が実行され、アルコール濃度センサ 13 に過大検出異常が有るか否かが判定される。ここでは、具体的には、図 3 の制御ルーチンにおけるステップ $S 101 \sim S 110$ の処理が実行される。そして、アルコール濃度センサ 13 に過大検出異常がないと判定された場合にはステップ $S 312$ に進み、そうでない場合にはステップ $S 305$ に進む。また、ステップ $S 311$ では、過小検出異常診断フラグ $F s$ が 1 に設定され（ $F s \leftarrow 1$ ）、その後、本ルーチンを一旦抜ける。これにより、次のエンジン始動時には、ステップ $S 301$ で過小検出異常診断フラグ $F s$ の設定が 1 であると判定される。その結果、ステップ $S 302$ で過小検出異常診断制御が行われる。そして、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が無いと判定された場合には、ステップ $S 312$ に進む。

【0132】

ステップ $S 312$ では、燃料噴射弁 10 が異常であるとの判断がなされ、燃料噴射弁 10 の異常を報知する警告灯（不図示）が点灯された後、本ルーチンを一旦抜ける。本制御では、ステップ $S 310$ でアルコール濃度センサ 13 に過大検出異常がないと判定され、或いはステップ $S 302$ でアルコール濃度センサ 13 に過小検出異常がないと判定されることによって、 $F B$ 補正量 $C E f b$ の絶対値が規定値 $f b m a x$ を超えるほど大きくなった要因が燃料噴射弁 10 の作動異常であると特定される。これにより、アルコール濃度センサ 13 の異常に起因した燃料噴射弁 10 における異常の誤検出を回避できる。また、アルコール濃度センサ 13 の異常診断については可変圧縮比機構 18 が $E C U 21$ の制御信号通りに作動することを前提に行われる。そのため、本実施例では、アルコール濃度センサ 13 の異常診断を実行する前に可変圧縮比機構 18 の異常検出を実行し、異常が無いことを確認してからアルコール濃度センサ 13 の異常診断を実行することとしている。

【0133】

< 他の実施形態 >

上記制御ルーチンのステップ $S 308$ で $F B$ 補正量 $C E f b$ が正の値（ $C E f b > 0$ ）であると判定された場合には、次のエンジン始動時に過小検出異常診断を実行すべく、過小検出異常診断フラグ $F s$ を 1 に設定してからルーチンを抜けているが、この場合には次の始動時まで過小検出異常診断、及び燃料噴射弁 10 の異常検出を行うことができない。そこで、エンジン始動後においても過小検出異常診断制御の実行可能な実施形態について説明する。

【0134】

図 9 は、本実施例の変形例におけるエンジン 1 の概略構成を示した図である。このエンジン 1 は、アイドル運転中におけるエンジン回転数（以下、「アイドル回転数」という）

10

20

30

40

50

NE_i を、その目標値である目標アイドル回転数 NE_{it} に維持するアイドルスピードコントロール機能を有する。目標アイドル回転数 NE_{it} はアイドル運転中において、図示しないエアコンやオルタネータによる負荷の大きさに基づいて決定されるものであり、負荷が高いほど高回転数側に設定されている。

【0135】

吸気管5にはスロットル弁25をバイパスするバイパス管31が設けられている。バイパス管31には、その開度を変更されることでバイパス管31を流通する吸気の流路断面積を調節可能なアイドルスピードコントロールバルブ(以下、「ISC弁」という)32が設けられている。ISC弁32は、ECU21に電気配線を介して接続されており、ISC弁32の開度(以下、「ISC開度」という)ISC AがECU21によって制御される。

10

【0136】

図10は、本実施例における第2制御ルーチンを示すフローチャートである。本ルーチンはECU21のROMに記憶されており、エンジン1のイグニッションがONされる毎に実行される。本ルーチンにおいて図8と同様の処理は同符号を付すことでその説明を省略する。本ルーチンでは、ステップS308においてFB補正量 $Cefb$ が正の値($Cefb > 0$)であると判定された場合にはステップS401に進む。ステップS401では、エンジン1がアイドル運転中であるか否かが判定される。そして、エンジン1がアイドル運転中であると判定された場合には、ステップS402に進み、そうでない場合には本ルーチンを一旦抜ける。

20

【0137】

ステップS402では、ECU21から可変圧縮比機構18に指令が出され、予め設定された異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移に則して圧縮比 ε がアクティブに変化するよう可変圧縮比18が制御(これを、圧縮比 ε のアクティブ制御という)される。図11は、圧縮比 ε のアクティブ制御にかかる異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移とISC開度ISC Aの推移とを示したタイムチャートである。上段は異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移を表し、下段はISC開度ISC Aの推移を表す。縦軸の符号 ε_{id} は、ステップS402においてECU21から指令が出される時点の圧縮比(以下、「基準圧縮比」という)であり、アイドル運転用に予め設定されている。

30

【0138】

図11において異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移は、基準圧縮比 ε_{id} から最小値 ε_{act1} に向かって下降し、該最小値 ε_{act1} を境に下降状態から上昇状態へと反転する。その後、異常診断用目標圧縮比 ε_{act} は再び基準圧縮比 ε_{id} まで上昇するように推移する。図中における下段の実線は、アルコール濃度センサ13が正常である場合のISC開度ISC Aの推移を表すものである。上段に示した異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移に則して圧縮比 ε がアクティブ制御されると、これに応じてエンジン1の熱効率が変化する。その結果、エンジントルクが変化してアイドル回転数 NE_i が変動するため、アイドル回転数 NE_i を目標アイドル回転数 NE_{it} に維持させるべくISC開度ISC Aがフィードバック制御される。

40

【0139】

異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の上昇時には、ISC開度ISC Aが閉じ方向に制御されて吸気量が減少することによってアイドル回転数 NE_i の上昇が抑制される。これにより、アイドル回転数 NE_i が目標アイドル回転数 NE_{it} 近傍に維持される。一方、異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の下降時には、ISC開度ISC Aが開き方向に制御されて吸気量が増加することによってアイドル回転数 NE_i の低下が抑制され、アイドル回転数 NE_i が目標アイドル回転数 NE_{it} 近傍に維持される。

【0140】

図11中、下段に示した破線は、アルコール濃度センサ13に過小検出異常が生じている場合のISC開度ISC Aの推移を表す。上述のように、アルコール濃度センサ13に過小検出異常が有る場合には空燃比AFが目標値 AF_t よりも高く(リーン側に)なる。

50

そうすると、アクティブ制御における異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の下降時には混合気の燃焼状態の悪化が顕著となるため、アイドル回転数 NE_i がより顕著に低下し易くなる。その結果、ISC開度 $ISCA$ がより開き側の開度に制御されるため、ISC開度 $ISCA$ の変化量はアルコール濃度センサ 13 が正常である場合に比べて増大する。本制御では、圧縮比 ε のアクティブ制御の実行時において、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常の有無に応じたISC開度 $ISCA$ の変化量の差に着目し、該過小検出異常の有無を診断することとした。より詳しくは、圧縮比 ε のアクティブ制御を実行したときのISC開度 $ISCA$ における最大値 $ISCA_{max}$ と最小値 $ISCA_{min}$ との差（以下、「ISC開度変化幅」という） $\Delta ISCA_w$ を求める。そして、このISC開度変化幅 $\Delta ISCA_w$ が基準変化幅 ΔB_w を超えるときに、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が有ると判断することとした。基準変化幅 ΔB_w は、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が無いと判断されるISC開度変化幅 $\Delta ISCA_w$ の上限値であり、予め実験的に求めておく。

【0141】

ステップ S402 では、ISC開度 $ISCA$ の最大値 ($ISCA_{max}$) 及び最小値 ($ISCA_{min}$) が取得される。より具体的には、ECU 21 は、アイドル回転数 NE を目標アイドル回転数 NE_{it} に維持させるべくISC開度 $ISCA$ を制御する際の制御信号を記憶しておくことで、ISC開度 $ISCA$ の最大値 $ISCA_{max}$ 及び最小値 $ISCA_{min}$ を取得する。ステップ S403 では、ステップ S402 において取得した最大値 $ISCA_{max}$ から最小値 $ISCA_{min}$ を減算してISC開度変化幅 $\Delta ISCA_w$ を算出する。

【0142】

ステップ S404 では、ISC開度変化幅 $\Delta ISCA_w$ が基準変化幅 ΔB_w よりも大きいか否かが判定される。本ステップにおいて、肯定判定 ($\Delta ISCA_w > \Delta B_w$) された場合（図 11 において破線）には、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が生じていると判断され、ステップ S305 に進む。一方、否定判定 ($\Delta ISCA_w \leq \Delta B_w$) された場合（図 11 において実線）には、アルコール濃度センサ 13 に過小検出異常が生じていないと判断され、ステップ S312 に進む。本制御では、エンジン始動後であっても、アルコール濃度センサ 13 の過小検出異常診断制御を実行できる。そのため、同制御及び燃料噴射弁 10 の異常検出をより円滑に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0143】

【図 1】実施例 1 におけるエンジンシステムの異常診断装置が適用される可変圧縮比機構を備えたエンジンの概略構成を示した図である。

【図 2】実施例 1 における各制御パラメータの制御値と燃料のアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。（a）は、通常運転時における目標圧縮比 ε_{ts} 、目標点火時期 θ_{tn} の夫々とアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。（b）は、エンジン始動時における目標圧縮比 ε_{ts} 、燃料噴射量 Q_F の夫々とアルコール濃度 R_a との関係を示したマップである。

【図 3】実施例 1 における過大検出異常診断制御に係るルーチンを示すフローチャートである。

【図 4】実施例 1 における過小検出異常診断制御に係るルーチンを示すフローチャートである。

【図 5】実施例 2 におけるエンジン負荷 TQ と第 1 異常判定値 V_{S1} に対する重み付け係数 $W_{tv s1}$ との関係を示したマップである。

【図 6】エンジン始動時における始動時噴射回数 ΣN_{is} を等しくするために要求される当量比 ϕ と始動時機関温度 TH の関係を、燃料のアルコール濃度 R_a 毎に示した図である。

【図 7】実施例 3 における始動時機関温度 TH 、アルコール検出濃度 R_{ad} 、重み付け係数 $W_{tv s4}$ の関係を示したマップである。

10

20

30

40

50

【図 8】実施例 5 における制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 9】実施例 5 の変形例におけるエンジンの概略構成を示した図である。

【図 10】実施例 5 における第 2 制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図 11】圧縮比 ε のアクティブ制御にかかる異常診断用目標圧縮比 ε_{act} の推移と ISC 開度 ISCA の推移とを示したタイムチャートである。

【符号の説明】

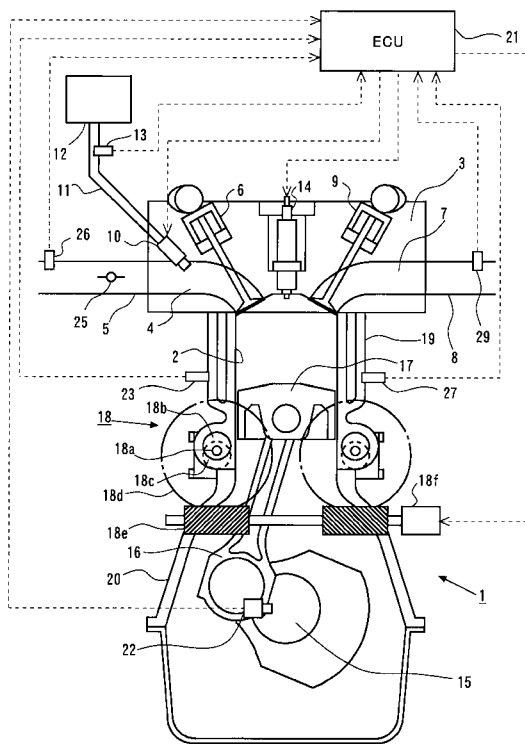
【0144】

- 1・・・エンジン
- 2・・・気筒
- 3・・・シリンダヘッド
- 4・・・吸気ポート
- 5・・・吸気管
- 6・・・吸気弁
- 7・・・排気ポート
- 8・・・排気管
- 9・・・排気弁
- 10・・・燃料噴射弁
- 12・・・燃料タンク
- 13・・・アルコール濃度センサ
- 14・・・点火プラグ
- 15・・・クランクシャフト
- 18・・・可変圧縮比機構
- 21・・・ECU
- 23・・・ノッキングセンサ
- 25・・・スロットル弁
- 26・・・エアフローメータ
- 27・・・温度センサ

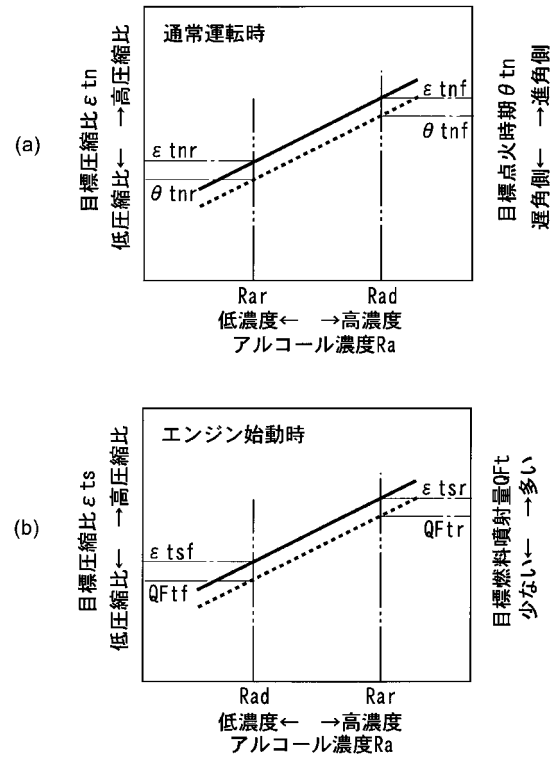
10

20

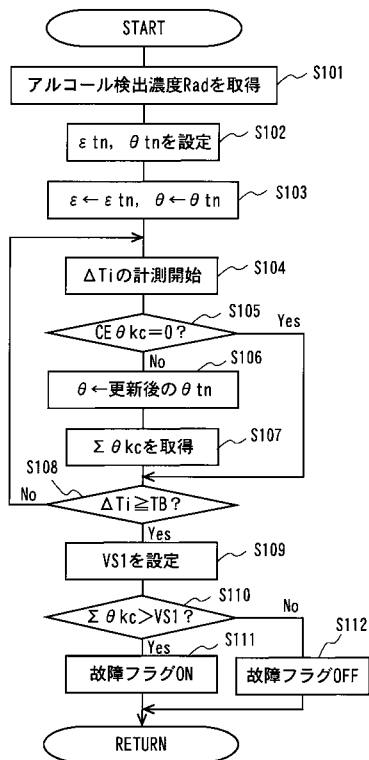
【図 1】



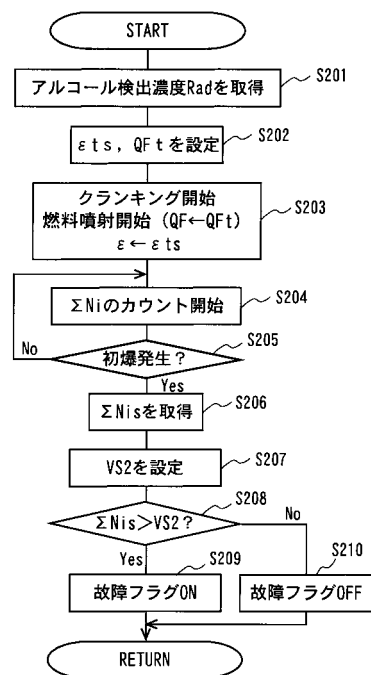
【図 2】



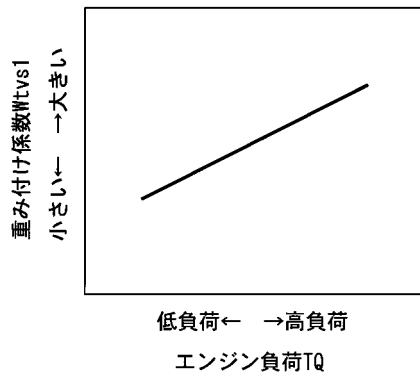
【図 3】



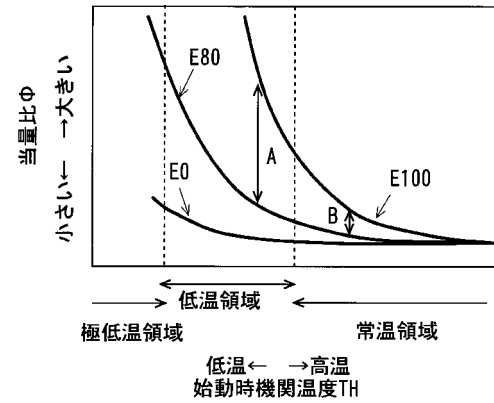
【図 4】



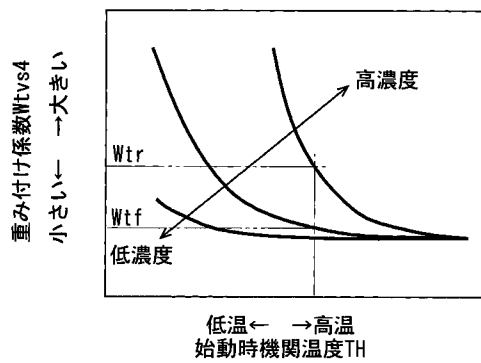
【図 5】



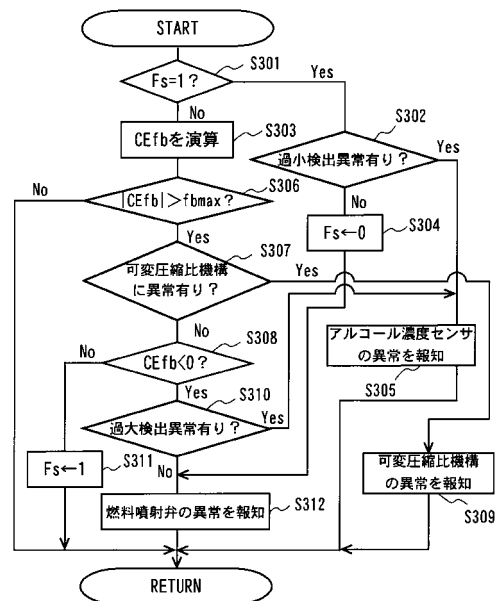
【図 6】



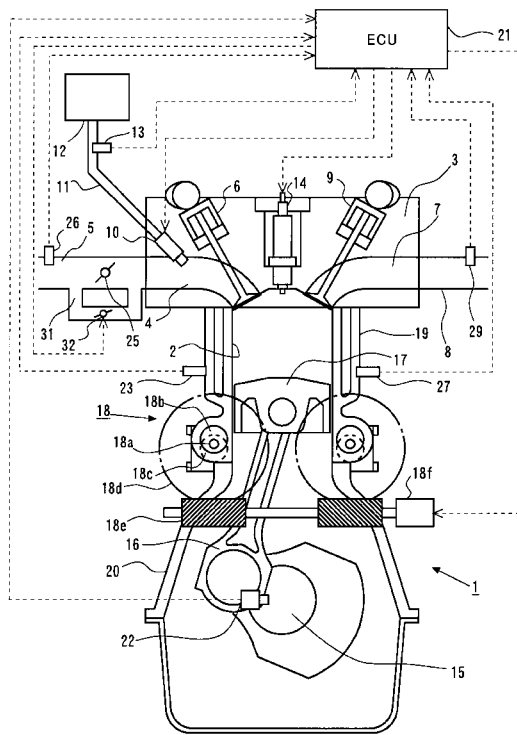
【図 7】



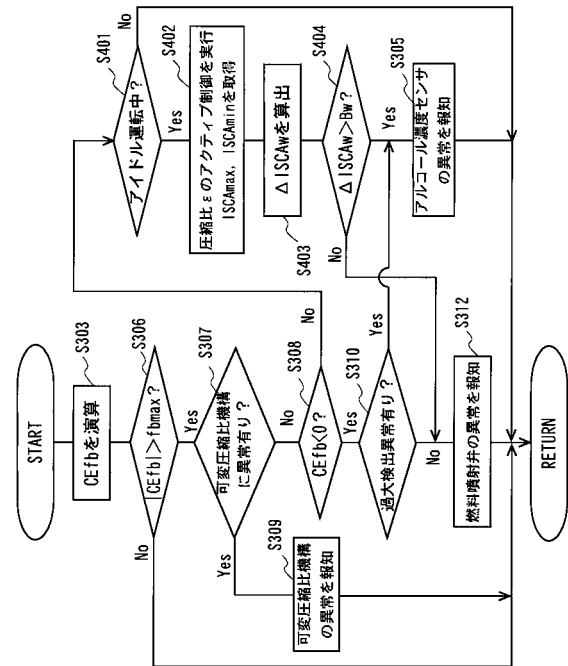
【図 8】



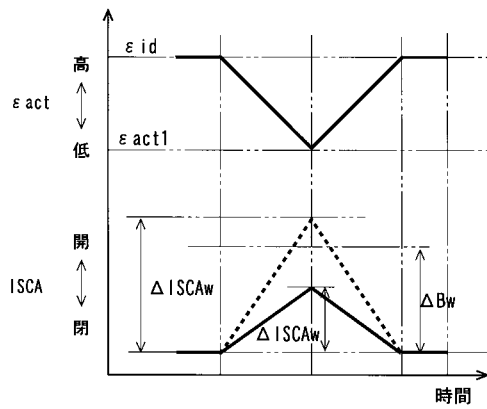
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (74)代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳
- (72)発明者 千葉 史人
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 木村 光彦
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 黒木 錬太郎
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中坂 幸博
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G092 AA12 AB14 BA09 DC04 DD06 EA10 EA14 EA17 EB03 EB04
FA16 FB06 GA01 HA01Z HB01Z HB06Y HB06Z HC05Z HD05Z HE03Z
HE08Z HF08Z
3G384 AA15 BA06 BA22 BA24 BA47 CA01 DA42 DA55 EB10 ED04
ED07 ED08 ED11 FA01Z FA06Z FA14Z FA22B FA22Z FA28Z FA33Z
FA40Z FA58Z