

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第3607983号
(P3607983)

(45) 発行日 平成17年1月5日(2005.1.5)

(24) 登録日 平成16年10月22日(2004.10.22)

(51) Int.Cl. ⁷	F I
FO2D 41/04	FO2D 41/04 3O5A
FO2D 21/08	FO2D 21/08 3O1A
FO2D 29/00	FO2D 21/08 3O1E
FO2D 43/00	FO2D 29/00 G
FO2D 45/00	FO2D 43/00 3O1E
請求項の数 11 (全 42 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2000-176657(P2000-176657)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成12年6月13日(2000.6.13)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2001-152914(P2001-152914A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成13年6月5日(2001.6.5)	(74) 代理人	100068755
審査請求日	平成12年8月31日(2000.8.31)		弁理士 恩田 博宣
(31) 優先権主張番号	特願平11-257803	(72) 発明者	金子 理人
(32) 優先日	平成11年9月10日(1999.9.10)		愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	井戸側 正直
			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	加藤 千詞
			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】

排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、同EGR通路内に設けられたEGR弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記EGR弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段を備え、

前記設定手段は更に、前記内燃機関が過渡運転状態にあるときは定常運転状態にあると

10

きに比べ、前記遅延時間を短く設定するものである

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項2】

排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、同EGR通路内に設けられたEGR弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記EGR弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段を備え、

20

前記設定手段は更に、前記内燃機関の過渡運転状態の程度が大きな程、遅延時間を短く設定するものである

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、

前記設定手段は更に、前記内燃機関が所定運転条件を満たしている過渡運転状態にあるときにのみ前記遅延時間を短く設定するものである

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 4】

排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

10

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段を備え、

前記設定手段は更に、前記切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、同設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、前記遅延時間を短く設定するものである

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

20

【請求項 5】

排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、

前記遅延時間中に前記機関負荷が成層燃焼を良好に行い得る許容最大トルク以上の高負荷領域に移行したときには、前記燃焼モードを前記遅延時間の経過を待たずに前記均質燃焼モードに切り換える切換手段とを備える

30

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、

前記内燃機関が所定運転条件にあるときには、均質燃焼モードに切り換えられるまで前記機関負荷が前記高負荷領域に移行することを制限する機関負荷制限手段を更に備える

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 7】

排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

40

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、

前記機関負荷が所定の低負荷領域にあるときには、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する切換禁止手段とを備え、

前記切換禁止手段は更に、前記所定の低負荷領域にないときにあっても前記機関負荷が前記所定の低負荷領域へと移行すると予想されるときには、成層燃焼から均質燃焼への切り換えを禁止する

50

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 8】

排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、

前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、

前記機関負荷が所定の低負荷領域にあるときには、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する切換禁止手段と、

前記所定の低負荷領域にあっても前記機関負荷が前記所定の低負荷領域から逸脱すると予想されるときには、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えを許可する切換許可手段とを備える

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 9】

請求項 8 記載の内燃機関の燃焼制御装置において、

前記切換許可手段により燃焼モードの切り換えが許可されたときには、前記燃焼モードを前記遅延時間の経過を待たずに前記均質燃焼モードに切り換える強制切換手段を更に備える

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 10】

請求項 1～9 のいずれかに記載の内燃機関の燃焼制御装置において、

前記設定手段は更に、前記遅延時間を前記 EGR 弁の実開度に基づき設定するものである

ことを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 11】

請求項 1～10 のいずれかに記載の内燃機関の燃焼制御装置において、

前記設定手段は更に、前記内燃機関と変速機とを断接するロックアップクラッチが解放状態若しくはスリップ状態にあるときには、係合状態にあるときに比べ、前記遅延時間を短く設定するものである

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、内燃機関の燃焼制御装置にかかり、特に機関運転状態に応じて燃焼モードを均質燃焼モードと成層燃焼モードとの間で切り換える内燃機関に適用して好適な燃焼制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

シリンダ内に燃料を直接噴射する筒内噴射方式を採用する内燃機関では、点火直前の圧縮行程中に燃料を噴射して、点火プラグ近傍のみに可燃な混合気を偏在させた状態で着火することで、燃焼室全体の平均としては非常に薄い空燃比での燃焼、すなわち「成層燃焼」を行うことができる。こうした成層燃焼中は、燃料噴射量の少ない低負荷運転状態にあっても、スロットルの絞りを小としてポンピング損失を低減することができる。また、燃焼は主に点火プラグ近傍のみで行われるため、冷却損失も低減でき、ひいては燃費性能を大幅に向上することができる。

【0003】

こうした成層燃焼では、燃焼室全体の平均としての空燃比が非常に薄いとは云え、燃焼が行われる点火プラグ近傍の空燃比は濃く、その部分の燃焼温度は高いため、NO_xの生成

10

20

30

40

50

量が増大する傾向にある。しかも、成層燃焼時には、吸入空気量が多いため、こうした傾向は更に増長される。そこで成層燃焼中は、EGR（排気ガス再循環）ガスを大量導入して、NO_x生成を抑制する必要がある。

【0004】

一方、上記筒内噴射方式の内燃機関では、吸気行程中に燃料を噴射すれば、燃焼室内で燃料と空気とが均等に混合されて、一般の内燃機関と同様の均質混合気を形成しての燃焼、すなわち「均質燃焼」を行うことができる。

【0005】

そこで近年、筒内噴射方式を採用し、機関運転状態に応じて「均質燃焼モード」と「成層燃焼モード」との間で燃焼モードを切り換える内燃機関が実用されている。

10

【0006】

なお、こうした燃焼モードの切り換えに際しては、スロットル開度や燃料噴射時期、点火時期に加え、上記EGRガスの流通するEGR通路内に設けられたEGR弁の開度も、切り換え後の燃焼モードに応じて変更される。そして、上記の如くEGRの大量導入が行われる「成層燃焼モード」から「均質燃焼モード」へ切り換えに際しては、EGRの導入量を削減すべくEGR弁の開度を絞る制御が行われる。

【0007】

ただし、「均質燃焼モード」への切り換えに際してEGR弁の開度を切り換えた後も、ある程度の期間は、吸気通路内や燃焼室内には大量のEGRガスが残留した状態となっている。このため、「成層燃焼モード」から「均質燃焼モード」への切り換え直後には、過剰なEGRにより燃焼速度が低下して失火傾向が高くなり、失火によるトルク変動が生じて、ドライバビリティが悪化するおそれがある。

20

【0008】

そこで、例えば特開平8-189405号公報や特開平9-195839号公報にみられるように、「成層燃焼モード」から「均質燃焼モード」への切り換えに際して、まずEGR弁の開度を均質燃焼モードに応じた開度に変更してから、燃焼室内のEGRが適切な量まで低減するのに十分な遅延時間が経過した後、燃焼モードを切り換えることが提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

30

ところで、EGR弁の開度を変更してからのEGRガスの残留時間は、そのときの機関運転状態によって大きく異なっている。そこで、種々の機関運転状態に対応すべく上記の遅延時間を長めに設定すれば、残留したEGRガスが掃気されてから燃焼モードが切り換えられる迄、EGR量が不足した状態で成層燃焼が継続されることとなる。そしてEGR量の不足によるNO_xエミッションの悪化や燃焼速度の増大による成層燃焼音の増大などの不具合を招くおそれがある。

【0010】

したがって、NO_xエミッションの悪化防止や成層燃焼音の抑制の為には、EGR弁の開度を切り換えた後、可能な限り早期に燃焼モードを切り換えることが望ましい。ただし、上記遅延時間を短めに設定すれば、こうしたNO_xエミッションの悪化や成層燃焼音の増大は抑制できるとしても、機関運転状態によっては、失火によるドライバビリティの悪化を十分に抑制することができなくなってしまう。

40

【0011】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えをより好適に行うことができる内燃機関の燃焼制御装置を提供することにある。

【0012】

【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及びその作用効果について記載する。

<請求項1>

50

請求項 1 に記載の発明は、排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段を備え、前記設定手段は更に、前記内燃機関が過渡運転状態にあるときは定常運転状態にあるときに比べ、前記遅延時間を短く設定するようにしたものである。

【0013】

EGR 弁の開度を切り換えてからの EGR の残留時間は、機関回転数や機関負荷に応じて変化する。また、均質燃焼モードにおける EGR 過剰での耐失火性能、或いは成層燃焼モードでの EGR 不足がエミッション性能や燃焼騒音に及ぼす影響なども、上記内燃機関の回転数や負荷により異なっている。

10

【0014】

この請求項 1 に記載の構成では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えに際して、まず EGR 弁の開度を均質燃焼モードの要求開度へと切り換えるようにしている。そして、設定手段により機関回転数及び機関負荷に基づいて算出された遅延時間を経過した後、燃焼モードを均質燃焼モードへと切り換えるようにしている。すなわち、上記構成では、機関回転数及び機関負荷に応じて、遅延時間を可変設定するようにしている。

20

【0015】

このため、上記構成では、EGR 弁の開度切り換えから燃焼モード切り換え迄の遅延時間を、ドライバビリティの悪化を防止する上で必要なだけの時間を確保しながらも、不必要な遅延時間の長期化を防止して、EGR 量が過度に不足した状態での成層燃焼モードの実行を好適に回避することができるようになる。

【0016】

したがって、この請求項 1 に記載の構成によれば、ドライバビリティを確保しながらも、NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大を好適に抑制することができ、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えをより好適に行うことができるようになる。

例えば加減速時など、内燃機関が過渡運転状態にあるときは、トルク変動によるドライバビリティの悪化が官能し難い状況にある。このため、過渡運転状態にあるときには、均質燃焼モードへの切り換えにかかるトルク変動も、定常運転状態時に比べ、ある程度迄は許容し易くなっている。

30

そこで、上記構成では、内燃機関がこうした過渡運転状態にあれば、定常運転状態にあるときに比べ、遅延時間が短く設定され、より早期に燃焼モードが切り換えられるようになる。そして遅延時間が短縮されることで、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大がより適切に抑制されるようになる。したがって、上記構成によれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを更に好適に行うことができるようになる。

【0023】

<請求項 2>

40

又、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記設定手段を更に、前記内燃機関の過渡運転状態の程度が大きな程、遅延時間を短く設定するようにしたものである。

【0024】

内燃機関の過渡運転状態の程度が大きな程、すなわち機関運転状態の変化が急激であるほど、ドライバビリティの悪化はより官能し難くなる。そこで、この請求項 2 に記載の構成では、過渡運転状態の程度がより大きくなり、ドライバビリティの悪化がより官能し難くなるのに応じて遅延時間をより短く設定し、より早期に燃焼モードを切り換えるようにしている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃

50

焼音の増大を更に適切に抑制することができるようになる。

【0025】

<請求項3>

又、請求項3記載の発明は、請求項1又は2に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記設定手段を更に、前記内燃機関が所定運転条件を満たしている過渡運転状態にあるときにのみ前記遅延時間を短く設定するようにしたものである。

【0026】

軽負荷運転領域においてEGRが大量導入されているような運転条件では、気筒内に残留したEGRガスの掃気性が低いこともあって、EGR弁の開度を均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてからも、しばらくは気筒内に多量のEGRガスが残留した状態となつて 10
いる。このため、そうした運転条件での燃焼モードの切り換え要求がなされたときに、十分な遅延時間を経ずして均質燃焼モードへの切り換えを実施すれば、残留した多量のEGRガスによる失火を招いてしまうこととなる。そしてこれにより、たとえ過渡運転状態にあっても無視し得ないような大きなショックが発生して、ドライバビリティが悪化することがある。

【0027】

そこで上記構成では、過渡運転状態にあっても、内燃機関が所定運転条件を満たしていなければ、上記遅延時間を短縮しないようにしている。この所定条件を、上記遅延時間の短縮が好ましくない特定の運転条件を除くように設定すれば、上記のような大きなショックの発生を防止することができる。したがって上記構成によれば、更に適切にドライバビリ 20
ティの悪化を抑制することができるようになる。

【0031】

<請求項4>

又、請求項4に記載の発明は、排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、同EGR通路内に設けられたEGR弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記EGR弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段を備え、前記設定手段を更に、前記切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、同設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、前記遅延時間を短く設定するようにしたものである。 30

【0032】

内燃機関では、所定のタイミングを見計らって一時的に理論空燃比よりもリッチな空燃比で混合気を燃焼させて触媒の再生などを行う、いわゆるリッチスパイク制御を実施することがある。こうしたリッチスパイク制御の実施にかかる燃焼モード切り換えのように、切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであるときには、設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、残留したEGRガスによる失火が発生し難くなる。

【0033】

そこで、この請求項4に記載の構成では、切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであって、失火が発生し難い状態にあるときには、設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、遅延時間を短く設定してより早期に燃焼モードを切り換えるようにしている。したがって、ドライバビリティの悪化を好適に抑制しながらも、遅延時間を短縮することができ、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を更に適切に抑制することができるようになる。

【0034】

<請求項5>

又、請求項5に記載の発明は、排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、同EGR通路内に設けられたEGR弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと 50

均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、前記遅延時間中に前記機関負荷が成層燃焼を良好に行い得る許容最大トルク以上の高負荷領域に移行したときには、前記燃焼モードを前記遅延時間の経過を待たずに前記均質燃焼モードに切り換える切換手段を更に備えるようにしたものである。

【0035】

機関負荷がある程度の高負荷領域にあるときには、燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化を官能し難くなる。また、こうした高負荷領域では成層燃焼が良好に行うことができないため、成層燃焼モードを継続しようとするれば、かえってドライバビリティの悪化をもたらすおそれもある。

10

【0036】

そこで、この請求項 5 に記載の構成では、遅延時間中に機関負荷が成層燃焼を良好に行い得る許容最大トルク以上の高負荷領域に移行した場合、設定手段により設定された遅延時間の経過を待たずして、切換手段により燃焼モードを均質燃焼モードに切り換えるようにしている。このため、機関負荷がこうした高負荷領域に移行して、ドライバビリティの悪化が官能され難く、しかも成層燃焼モードを継続することで却ってドライバビリティの悪化を招くおそれのある状態となれば、直ちに燃焼モードが均質燃焼モードへと切り換えられるようになる。したがって、この請求項 5 に記載の発明によれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを更に好適に行うことができるようになる。

20

【0037】

<請求項 6>

又、請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記内燃機関が所定運転条件にあるときには、均質燃焼モードに切り換えられるまで前記機関負荷が前記高負荷領域に移行することを制限する機関負荷制限手段を更に備えるようにしたものである。

【0038】

上記のように、EGR が大量導入されている軽負荷運転領域などの特定の運転条件では、十分な遅延時間を経ずして均質燃焼モードへの切り換えを実行することで、失火によるショックの増大を招くことがある。このため、そうした特定の運転条件下において、均質燃焼モードへの切り換え中に機関負荷が成層燃焼を良好に行い得る許容最大トルク以上の高負荷領域に移行したときに直ちに燃焼モードを切り換えてしまえば、無視し得ないような大きなショックが発生してドライバビリティの悪化を招くこととなる。ただし、こうした高負荷領域に移行した後も、成層燃焼を継続することが好ましくないことも、上述した通りである。

30

【0039】

そこで上記構成では、内燃機関が所定運転条件にあるときには、均質燃焼モードに切り換えられるまでは、機関負荷がこうした高負荷領域に移行することを制限している。このため、上記のような均質燃焼モードへの強制的な切り換えが好ましくない運転条件では、同モードへの切り換えがなされるまで機関負荷がこうした高負荷領域に移行することを制限することで、十分な遅延時間を確保することができ、上記のような大きなショックの発生を回避することができる。したがって、上記構成では、ドライバビリティの悪化を更に適切に抑制することができるようになる。

40

【0040】

<請求項 7>

又、請求項 7 に記載の発明は、排気通路と吸気通路とを連通する EGR 通路と、同 EGR 通路内に設けられた EGR 弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記 EGR 弁の開度を前記均質燃焼モー

50

ドの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、前記機関負荷が所定の低負荷領域にあるときには、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する切換禁止手段とを備え、前記切換禁止手段は更に、前記所定の低負荷領域にないときにあっても前記機関負荷が前記所定の低負荷領域へと移行すると予想されるときには、成層燃焼から均質燃焼への切り換えを禁止するようにしたものである。

【0041】

内燃機関がある程度の低負荷領域にあるときには、燃焼モードの切り換えがドライバビリティの悪化に多大な影響を及ぼす。そこで、この請求項7に記載の構成では、機関負荷が所定の低負荷領域にあれば、切換禁止手段により成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えが禁止される。したがって、こうした低負荷領域での不適切な燃焼モードの切り換えを回避し、ひいては燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化を防止することができるようになる。

10

【0043】

燃焼モードの切り換え中に上述の低負荷領域に移行してしまった場合にも、やはりドライバビリティの悪化を招く結果となる。そこで、上記構成では、上記所定の低負荷領域にないときにあってもこのように機関負荷が上記所定の低負荷領域に移行すると予想される場合には、切換禁止手段によって成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止するようにしている。したがって、こうした低負荷領域での不適切な燃焼モードの切り換えを更に確実に回避し、ひいては燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化をより確実に防止することができるようになる。

20

【0044】

<請求項8>

又、請求項8に記載の発明は、排気通路と吸気通路とを連通するEGR通路と、同EGR通路内に設けられたEGR弁とを備えると共に、機関運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換える内燃機関に適用されて、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、前記EGR弁の開度を前記均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換える内燃機関の燃焼制御装置において、前記遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する設定手段と、前記機関負荷が所定の低負荷領域にあるときには、前記成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する切換禁止手段と、前記所定の低負荷領域にあっても前記機関負荷が前記所定の低負荷領域から逸脱すると予想されるときには、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えを許可する切換許可手段を更に備えるようにしたものである。

30

【0045】

燃焼モードの切換要求がなされた時点では上述の低負荷領域にあっても、切り換え中にその領域外に逸脱してしまえば、ドライバビリティの悪化を招くことなく均質燃焼モードへの切り換えを行うことができる。そこで、この請求項8に記載の構成では、上記所定の低負荷領域にあっても機関負荷が上記所定の低負荷領域から逸脱すると予想される場合には、切換許可手段により均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えを許可するようにしている。このため、燃焼モードの切り換えにかかる制限を緩和し、内燃機関の燃焼制御の自由度を増すことができるようになる。

40

【0046】

<請求項9>

又、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記切換許可手段により燃焼モードの切り換えが許可されたときには、前記燃焼モードを前記遅延時間の経過を待たずに前記均質燃焼モードに切り換える強制切換手段を更に備えるようにしたものである。

【0047】

50

ある程度の低負荷領域では、例えば成層燃焼モードにあっても、あまり多くのEGRガスは導入しないようにしており、各燃焼モードでのEGR要求量に大差はない。そこで、この請求項9に記載の構成では、上記所定の低負荷領域からの逸脱が予想されていて、切替許可手段により燃焼モードの切り換えが許可された場合、上記設定手段によって設定された遅延時間の経過を待たずして、直ちに燃焼モードを均質燃焼モードへと切り換えるようにしている。このときには各燃焼モードでのEGR要求量に差がないため、遅延時間を設けず直ちに燃焼モードを切り換えたとしても、ドライバビリティをあまり悪化させることはない。したがって、この請求項9に記載の構成では、ドライバビリティの悪化を招くことなく、NOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大をより適切に抑制することができるようになる。

10

<請求項10>

又、請求項10に記載の発明は、請求項1～9のいずれかに記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記設定手段を更に、前記遅延時間を前記EGR弁の実開度に基づき設定するようにしたものである。

例えば、成層燃焼モードに切り換わった直後など、成層燃焼モード中にあってもEGR弁の開度が同モードの要求開度に達していないことがある。このようにEGR弁の実開度とその機関運転状態に応じた要求開度とが異なる状況では、機関回転数及び機関負荷に基づくだけでは、均質燃焼モードへの切り換えに際してのEGRガスの残留時間を正確に把握することができなくなる。

この請求項10に記載の構成では、機関回転数及び機関負荷に加え、更にEGR弁の実開度も用いて遅延時間を設定しているため、上記のようなEGR弁の実開度と成層燃焼モードでの要求開度との差異によるEGRガスの残留時間の変化に応じて、適正な遅延時間を設定できるようになる。したがって、この請求項10に記載の発明によれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを更に好適に行うことができるようになる。

20

<請求項11>

又、請求項11に記載の発明は、請求項1～10のいずれかに記載の内燃機関の燃焼制御装置において、前記設定手段を更に、前記内燃機関と変速機とを断接するロックアップクラッチが解放状態若しくはスリップ状態にあるときには、係合状態にあるときに比べ、前記遅延時間を短く設定するようにしたものである。

ロックアップクラッチによって内燃機関と変速機との係合が解放された解放状態、或いはある程度のすべりを許容して部分的に係合されたスリップ状態にあるときは、これらが直接的に係合された係合状態にあるときに比べ、内燃機関のトルク変動の影響を吸収し易く、よって燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化を官能し難くなる。

30

この請求項11に記載の構成では、ロックアップクラッチが解放状態或いはスリップ状態にあって、ドライバビリティの悪化の影響がより官能され難い状態となれば、より官能され易い係合状態にあるときに比べ、遅延時間が短く設定され、より早期に燃焼モードが切り換えられる。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や燃焼騒音の悪化を更に適切に抑制することができるようになる。

【0048】

【発明の実施の形態】

40

(第1実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第1実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0049】

図1は、本実施形態にかかる内燃機関の燃焼制御装置を示す概略構成図である。まず、この図1を参照して、本実施形態での内燃機関の燃焼制御装置の構成について説明する。

【0050】

同図1に示すように、車載されたエンジン（内燃機関）10は、エンジン本体12、吸気通路13、排気通路14、更には吸気通路13と排気通路14とを連通するEGR（排気ガス再循環）通路15、同EGR通路15内に設けられたEGR弁16を備えて構成され

50

ている。

【0051】

このエンジン10は、筒内噴射方式の内燃機関であり、エンジン本体12に設けられたシリンダ11内に燃料を直接噴射可能なように、燃焼室11aの上方にインジェクタ18が設けられている。また、シリンダ11内に往復摺動可能に設けられたピストン19の頂面には、燃焼室11aの一部を構成する凹状のくぼみ19aが形成されている。

【0052】

更に、燃焼室11aの上方には、混合気を点火するための点火プラグ17が設けられている。この点火プラグ17による混合気の点火時期は、その上方に設けられたイグナイタ17aによって調整されている。

10

【0053】

こうした燃焼室11a内での混合気の燃焼に基づくピストン19の上下摺動は、コネクティングロッド25aを介して回転運動へと変換されて、エンジン10の出力軸であるクランクシャフト25に伝達される。クランクシャフト25の近傍には、その回転（エンジン回転数「NE」）を検出するための回転数センサ26が設けられている。

【0054】

なお、吸気通路13において、その上流には、同吸気通路13の流路面積を可変とするスロットル弁20が設けられ、更にその上流には、吸入空気を浄化するエアクリーナ21が設けられている。このスロットル弁20の近傍には、その開度（スロットル開度「TA」）を検出するためのスロットルセンサ20aと、アクセルペダル24aの踏み込み量（「ACCP」）を検出するためのアクセルセンサ24とがそれぞれ設けられている。更に、スロットル弁20の下流には、吸気通路の内圧（吸気圧「PM」）を検出するための圧力センサ22が設けられている。

20

【0055】

一方、排気通路14には、排気ガス中の有害成分を浄化する触媒コンバータ23、及び排気ガス中の酸素濃度（「XO」）を検出する酸素センサ28がそれぞれ設けられている。上記のEGR通路15は、排気通路14の触媒コンバータ23の上流側と吸気通路13のスロットル弁20の下流側とを連通するように設けられている。このEGR通路15を通じては、両通路13、14の差圧により、排気通路14の排気ガスが吸気通路13へと再循環される。こうして再循環されるガス（「EGRガス」）の量は、同EGR通路15の流路面積を可変とする上記EGR弁16によって調整される。

30

【0056】

なお本実施形態では、エンジン10のクランクシャフト25は、流体（オイル）を媒介して回転を伝達するトルクコンバータ31を介して、変速機30に駆動連結されている。更にこのトルクコンバータ31は、エンジン10と変速機30とを断接するロックアップクラッチ31aを備えている。このロックアップクラッチ31aは、ロックアップリレーバルブ32による油圧制御に基づき作動し、上記エンジン10のクランクシャフト25と変速機30の入力軸とを機械的に直接に係合する「係合状態」（ロックアップ状態）と、こうした直接係合を解放する「解放状態」（ロックアップを解除した状態）との間で、ロックアップクラッチ31aの作動状態を調整する。ちなみに本実施形態のロックアップクラッチ31aは、これら「係合状態」と「解放状態」との中間の状態、すなわち上記クランクシャフト25と変速機30の入力軸との相対回転をある程度許容し、部分的に係合する「スリップ状態」をとることもできる。

40

【0057】

続いて、本実施形態の燃焼噴射制御装置の電氣的構成について、同図1を参照して説明する。

こうしたエンジン10において、上記圧力センサ22や回転数センサ26をはじめとする各種センサの出力は、このエンジン10やロックアップクラッチ31aなどの制御系としての役割を司る電子制御装置（以下、「ECU」という）27に対して入力される。このECU27は、上記エンジン10の制御にかかる各種処理を実行するエンジン制御用電子

50

制御装置や、上記ロックアップクラッチ 31 a や変速機 30 などの制御にかかる各種処理を実行する変速機用電子制御装置などの一連の電子回路群によって構成されている。

【0058】

この ECU 27 には、上記圧力センサ 22 や回転数センサ 26 に加え、スロットルセンサ 20 a、アクセルセンサ 24、酸素センサ 28 などのエンジン 10 の運転制御に必要な各種センサが接続されている。ECU 27 は、各センサの出力に基づいて、イグナイタ 17 a、インジェクタ 18、スロットル弁 20、EGR 弁 16 などの駆動制御によるエンジン 10 の運転制御や、上記ロックアップリレーバルブ 32 の駆動制御によるロックアップクラッチ 31 a の作動制御を実行する。更に ECU 27 は、こうした制御の一環として、エンジン 10 の燃焼制御を実行する。

10

【0059】

次に、本実施形態におけるエンジン 10 の燃焼制御について、その概要を説明する。このエンジン 10 ではその運転状態に応じて、燃焼モードを「均質燃焼モード」と「成層燃焼モード」との間で切り換えるようにしている。

【0060】

<均質燃焼モード>

均質燃焼モードでは、インジェクタ 18 からの燃料噴射を吸気行程の前半に行うことで、燃焼室 11 a 内に均質に分散した混合気を形成するようにしている。このときのスロットル弁 20 の開度は、ほぼアクセルペダル 24 a の踏み込み量に応じて調整される。またこのときには、EGR の要求量が比較的少ないため、EGR 弁 16 の開度は成層燃焼モード

20

【0061】

<成層燃焼モード>

成層燃焼モードでは、インジェクタ 18 からの燃料噴射を点火時期に近い圧縮行程の後半に行うと共に、ピストン 19 頂面のくぼみ 19 a の形状やシリンダ 11 内の空気の流れなどにより、噴射された燃料を点火プラグ 17 の周囲のみに偏在させるようにしている。こうして点火プラグ 17 の周囲のみに可燃な混合気を形成することで、非常に希薄な空燃比での燃焼を可能としている。このときには、ポンピング損失を低減するため、スロットル弁 20 を比較的大きく開くようにしている。また、エミッション性能の確保のため、EGR 弁 16 の開度を大きくし、大量の EGR ガスを導入するようにもしている。

30

【0062】

こうした均質燃焼モード或いは成層燃焼モードは、基本的には、機関回転数及び機関負荷（トルク）に応じてそれぞれ設定された領域で実施される。図 2 は、こうした燃焼モードの領域設定の一例を示す。

【0063】

この図 2 に示すように、このエンジン 10 では基本的に、均質燃焼モードはエンジン 10 の高回転／高負荷の運転領域で、また成層燃焼モードはエンジン 10 の低回転／低負荷の運転領域で、それぞれ実施される。なお、燃焼モードの切り換えは、上述のリッチスパイク制御などの要求に応じて、こうして設定された領域に拘わらず行われることもある。

【0064】

ここで、本実施形態の燃焼制御装置における成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えにかかる制御態様について、図 3～図 6 を参照して詳細に説明する。

40

【0065】

こうした成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えは、次の手順で行われる。

（手順 1）エンジン 10 の運転状態の変化や上記リッチスパイク制御の実施などにより、燃焼モードの切換要求がなされると、まず EGR 弁 16 の開度を均質燃焼モードの要求開度に変更する。

（手順 2）EGR 弁 16 の開度の変更後、均質燃焼モード切り換え時に失火が発生しない程度まで残留 EGR が低減されるのを待って、スロットル弁 20 の開度を均質燃焼モードの要求開度に変更する。

50

(手順3) スロットル弁20の開度の変更後、燃焼室11aに実際に導入される空気量がドライバビリティを悪化させることなく良好に均質燃焼を行えるだけの量になるのを待って、点火プラグ17の点火時期、或いはインジェクタ18の燃料噴射量や噴射時期などの点火噴射系の制御モードを、均質燃焼時の制御モードに切り換え、燃焼モードの切り換えを完了する。

【0066】

このように、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えは、EGR弁16、スロットル弁20、点火噴射系の順に行われる。そして、EGR弁16の開度の変更されてからスロットル弁20の開度の変更されるまでの期間、或いは同スロットル弁20の開度の変更されてから点火噴射系の制御モードが切り換えられるまでの期間には、ドライバビリティの悪化を抑制するための遅延時間（「ディレイ時間」）がそれぞれ設定されている。

10

【0067】

成層燃焼モードでのEGR弁16の要求開度は、エンジン10の運転状態、すなわち機関回転数及び機関負荷によって異なっており、例えEGR弁16の開度が同一であってもエンジン10の運転状態が異なれば、吸気通路13に再循環されるEGRガスの量が変わる。また、機関回転数や機関負荷が異なれば、燃焼室11aや吸気通路13内を流過する単位時間あたりの空気量も変化するため、EGRガスの残留時間は、機関回転数や機関負荷に応じて変化する。

【0068】

また、均質燃焼モードにおける過剰EGRに起因する失火に対する耐性や、こうした失火がドライバビリティの悪化に及ぼす影響の度合いなども、エンジン10の回転数や負荷により異なっている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化を抑制する上で必要な上記ディレイ時間（「要求ディレイ時間」）は、機関回転数や機関負荷によって変化する。

20

【0069】

図3は、こうした機関回転数及び機関負荷による要求ディレイ時間の変化傾向を概略的に示したものである。この図3に示すように、要求ディレイ時間は、エンジン10の回転数が高い程、或いは負荷が大きな程、短くなる傾向にある。

【0070】

一方、前述のように、均質燃焼モードへの切り換えにかかるディレイ時間が過度に長くなれば、EGRが不足した状態で成層燃焼が継続されることとなり、NO_xエミッションの悪化や燃焼騒音の増大を招くおそれがある。したがって、こうしたディレイ時間は、ドライバビリティの悪化をもたらさない範囲で、可能な限り短くすることが望ましい。

30

【0071】

そこで、本実施形態の燃焼制御装置では、機関回転数及び機関負荷に基づくことで、ドライバビリティの悪化を抑制する上で必要な時間を確保しながらも、可能な限り短いディレイ時間を設定するようにしている。

【0072】

次に、こうした燃焼モードの切り換えにかかる実際の手順について、フローチャートを参照して詳細に説明する。

40

図4及び図5は、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えを行うための「均質燃焼モードへの切替制御ルーチン」を示すフローチャートである。本ルーチンは、ECU27によって、所定時間毎の割り込み処理として周期的に実行される。

【0073】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ10において、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切替要求の有無を確認する。ここで、こうした切替要求があればその処理をステップ11に移行し、切替要求が無ければ一旦本ルーチンを抜ける。

【0074】

ステップ11においては、機関回転数及び機関負荷に基づき、スロットル用のディレイ判

50

定値「C 1」を算出する。このディレイ判定値C 1は、燃焼モードの切り換えに際して、EGR弁16の開度変更からスロットル弁20の開度変更に至る迄のディレイ時間を決定するための判定値である。このディレイ判定値C 1は、エンジン10の回転数と負荷とに基づく算出マップを参照して算出され、そのときの機関回転数及び機関負荷での要求ディレイ時間（図2参照）が長いほど、その値が大きくなるように設定される。

【0075】

続く、ステップ12においては、点火噴射系用のディレイ判定値「C 2」を、同様に機関回転数及び機関負荷に基づき算出する。このディレイ判定値C 2は、スロットル弁20の開度変更から点火噴射系の制御モード切り換えに至る迄のディレイ時間を決定するための判定値であり、やはりそのときの機関回転数及び機関負荷での要求ディレイ時間が長いほど、その値が大きくなるように設定される。

10

【0076】

こうして、本実施形態では、機関回転数及び機関負荷に基づき2つのディレイ判定値を求めた後、ステップ30以降の処理において、実際の均質燃焼モードの切り換えにかかる処理を行う（本実施形態では続くステップ20はスキップする）。

【0077】

ステップ30においては、今回、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切換条件が成立したか否か、すなわち今回の本ルーチンの処理が切換要求がなされた直後であるか否かを判断する。ここで、切換要求がなされた直後でなければ（ステップ30：NO）、その処理をステップ40（図5）に移行する。

20

【0078】

一方、切換要求がなされた直後であれば（ステップ30：YES）、ステップ31及びステップ32の処理を行った後、ステップ40に移行する。ステップ31においては、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度に変更する。続く、ステップ32においては、スロットル用のディレイカウンタのカウントを開始する。このディレイカウンタの値は、本ルーチンの処理が行われる毎にインクリメントされる。

【0079】

そして、図5のステップ40においては、このスロットル用ディレイカウンタの値が、先のステップ11において算出したスロットル用のディレイ判定値C 1に達したか否かが判断される。ここでディレイ判定値C 1に達していなければ（ステップ40：NO）、その処理をステップ50に移行する。

30

【0080】

一方、スロットル用のディレイカウンタがディレイ判定値C 1に達していれば（ステップ40：YES）、ステップ41、42の処理を行ってから、ステップ50に移行する。ステップ41においては、スロットル弁20の開度を均質燃焼モードの要求開度に変更する。すなわち、本実施形態では、均質燃焼モードへの切り換えに際して、EGR弁16の開度変更から、上記機関回転数及び機関負荷に基づき算出されたディレイ判定値C 1によって決まるディレイ時間が経過した後に、スロットル弁20の開度変更が行われている。

【0081】

続く、ステップ42においては、点火噴射系用のディレイカウンタのカウントを開始する。以降、このディレイカウンタの値も、本ルーチンの処理が行われる毎にインクリメントされる。

40

【0082】

そして、ステップ50においては、この点火噴射系用のディレイカウンタの値が、先のステップ12において算出した点火噴射系用のディレイ判定値C 2に達したか否かが判断される。ここで、ディレイ判定値C 2に達していなければ（ステップ50：NO）、ここで本ルーチンの処理を一旦終了する。

【0083】

一方、ディレイカウンタの値がディレイ判定値C 2に達した場合（ステップ50：YES）、ステップ51の処理を行った後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

50

【0084】

このステップ51においては、点火噴射系の制御モードが均質燃焼モードに変更される。すなわち、点火プラグ17の点火時期やインジェクタ18による燃料噴射時期或いは噴射量などが、均質燃焼に応じたものに切り換えられる。こうして点火噴射系の制御モードが切り換えられた時点で、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの燃焼モードの切り換えが完了する。

【0085】

図6は、以上の「均質燃焼モードへの切換処理ルーチン」による燃焼モードの切換にかかる制御態様の例を示すタイムチャートである。

時刻 t_0 において、図6(a)に示すように要求燃焼モードが成層燃焼モードから均質燃焼モードに切り換えられると、この時刻 t_0 より、図6(b)にその推移を示すEGR弁16の開度が均質燃焼モードでの要求開度(同図6では全閉に設定)に変更される。また、図6(c)に示すように、この時刻 t_0 からスロットル用のディレイカウンタのカウントが開始される。

【0086】

そして、時刻 t_1 において、このスロットル用のディレイカウンタの値が、機関回転数及び機関負荷から求められたディレイ判定値 C_1 に達すると、図6(d)に示すように、この時刻 t_1 からスロットル弁20の開度が均質燃焼モードでの要求開度に変更される。なお、上記ディレイ判定値 C_1 は、そのときの機関回転数及び機関負荷における、残留EGRの低減に必要なだけのディレイ時間が確保されるように、その値が設定されている。

【0087】

また、この時刻 t_1 においては、図6(e)に示すように、点火噴射系用のディレイカウンタのカウントが開始される。

そして、時刻 t_2 において、この点火噴射系用のディレイカウンタの値が、機関回転数及び機関負荷から求められたディレイ判定値 C_2 に達すると、点火噴射系の制御モードが均質燃焼に応じた制御モードに切り換えられて、図6(f)に示すように、この時刻 t_2 に実際の燃焼モードが成層燃焼モードから均質燃焼モードへと切り換えられる。

【0088】

なお、この図6には、そのときの機関回転数及び機関負荷における要求ディレイ時間が、上記の例よりも長い場合の制御態様の推移も、破線にて示している。この場合、上記2つのディレイ判定値 C_1 、 C_2 には、図6(c)及び(e)に示すように、要求ディレイ時間に応じ、より大きな値が設定される。この結果、スロットル弁20の開度変更や、点火噴射系の制御モードの切り換えが行われる時刻は、それぞれ時刻 t_3 及び時刻 t_4 とより遅れるようになる。この結果、切換要求がなされてから燃焼モードの切り換えが完了するまでのトータルのディレイ時間は、要求ディレイ時間に合わせて長く設定される。

【0089】

このように、本実施形態では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてから燃焼モードを切り換える迄のディレイ時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定している。そして、機関回転数及び機関負荷に応じてEGRの残留時間や失火に対する耐性などが変化するのに合わせて、ディレイ時間を適宜に調整するようにしている。したがって、必要なだけのディレイ時間を確保してドライバビリティの悪化を防止しながらも、不要なディレイ時間の長期化を回避してNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができる。

【0090】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、以下に記載する効果を得ることができるようになる。

(1) 本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際し、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから燃焼モードを切り換える迄のディレイ時間を、機関回転数及び機関負荷に基づき設定するよ

10

20

30

40

50

うにしている。したがって、機関回転数や機関負荷によるEGRガスの残留時間や失火への耐性の変化に拘わらず、ドライバビリティの悪化を抑制する上で必要なだけのディレイ時間を適宜に設定することができる。これにより、ドライバビリティの悪化を抑制しながらも、NOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を好適に回避することができ、ひいては成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを支障なく円滑に行うことができるようになる。

【0091】

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

・上記実施形態では、スロットル弁20の開度変更、或いは点火噴射系の制御モード切換の実行条件となるディレイカウンタの判定値C1、C2を、機関回転数及び機関負荷に基づき算出することで、燃焼モードの切り換えにかかるディレイ時間を可変設定する構成としているが、こうした機関回転数及び機関負荷に応じたディレイ時間の可変設定の仕方は任意である。例えば、ディレイカウンタのインクリメント量を機関回転数及び機関負荷に応じて変更することで、ディレイ時間を可変設定するようにしてもよい。要は、均質燃焼モードへの切り換えに際し、EGR弁16の開度変更から燃焼モードの切り換えに至る迄のディレイ時間が機関回転数及び機関負荷に基づき設定されるようにすれば、上記実施形態に準じた効果を得ることができる。

10

【0092】

・また、上記実施形態では、EGR弁16の開度変更からスロットル弁20の開度変更に至る迄のディレイ時間と、同スロットル弁20の開度変更から点火噴射系の制御モード切り換えに至る迄のディレイ時間とを、機関回転数及び機関負荷に基づき、それぞれ別個に設定していたが、いずれか一方のディレイ時間のみを上記の如く可変設定するようにしてもよい。要は、EGR弁16の開度変更から燃焼モードの切り換えに至る迄のトータルのディレイ時間が、機関回転数及び機関負荷に応じて設定されるようにすれば、上記実施形態に準じた効果を得ることができる。

20

【0093】

(第2実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第2実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

30

【0094】

上述のように、均質燃焼モードへの切り換えに際してのディレイ時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定するようにすれば、機関回転数や機関負荷によるEGRの残留時間や失火に対する耐性の変化に拘わらず、適正なディレイ時間を設定することができ、ドライバビリティの悪化の防止と、NOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大の抑制との両立を図ることができる。

【0095】

ところで、EGR弁16の開閉動作にはある程度の応答遅れが存在しているため、例えばエンジン10の過渡運転状態などでは、EGR弁16の実際の開度(実開度)とそのときの機関回転数及び機関負荷に応じた要求開度とが一致していないことがある。EGR弁16の実開度が異なれば、当然ながら上記EGRガスの残留時間も変わってしまう。こうしたEGR弁16の実開度と要求開度との差異が大きくなるときに燃焼モードの切換要求がなされた場合、機関回転数及び機関負荷だけでは、EGRガスの残留時間を正確に把握することができず、適正なディレイ時間を設定することができなくなるおそれがある。

40

【0096】

例えば、EGR弁16の実開度が要求開度よりも小さければ、実際のEGRガスの残留時間は、要求開度に基づき推定した時間よりも短くなってしまう。こうした場合に、要求開度に応じたディレイ時間を設定すれば、EGRが不足した状態での成層燃焼が不必要に継続されることとなり、その分だけNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を招くおそれがある。

50

【0097】

そこで、この第2実施形態では、機関回転数及び機関負荷だけでなく、更にEGR弁16の実開度にも基づいて、均質燃焼モードへの切り換えにかかるディレイ時間を設定するようにしている。

【0098】

次に、本実施形態でのディレイ時間の設定にかかる処理手順について、フローチャートを参照して詳細に説明する。

図7は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートである。本ルーチンは、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

10

【0099】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ100において、燃焼モードの切換要求がなされた時点でのEGR弁16の実開度（EGR実開度）に応じた判定値Ceを算出する。この判定値Ceは、EGR弁16の実開度に基づくディレイ時間を設定する為に用いられる判定値で、切換要求がなされた時点でのEGR弁16の実開度に応じたEGRガスの残留時間の変化に合わせ、ディレイ時間が適宜に調整されるように、その値が設定されている。

【0100】

続くステップ101においては、そのときEGR弁16の開度が均質燃焼モードの要求開度（本実施形態では全閉）に達したか否かを判断する。ここで、要求開度に達していないと判断されれば（ステップ101：NO）、ステップ103の処理に移行する。

20

【0101】

一方、そのときEGR弁16の開度が要求開度に達したときには（ステップ101：YES）、処理をステップ102に移行する。このステップ102においては、EGR弁16が均質燃焼モードの要求開度に達してから経過時間を示すカウンタである「EGR閉じ経過カウンタ」のカウンタを開始し、その処理をステップ103に移行する。このEGR閉じ経過カウンタの値は、本ルーチンの処理が実行される毎にインクリメントされる。

【0102】

ステップ103においては、このEGR閉じ経過カウンタの値が先のステップ100において算出した判定値Ceに達したか否かを判断する。

30

ここで、判定値Ceに達していなければ（ステップ103：NO）、本ルーチンの処理を抜ける。一方、EGR閉じ経過カウンタの値が判定値Ceに達すれば（ステップ103：YES）、ステップ104及び105の処理を行ってから、本ルーチンの処理を抜け、図4のステップ30に移行する。

【0103】

これらステップ104及び105においては、図5のステップ41及び42と同様の処理が行われる。すなわち、ステップ104においては、スロットル弁20の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換え、続くステップ105においては、点火噴射系用のディレイカウンタのカウンタを開始した後、本ルーチンの処理を抜け、図4のステップ30に移行する。

40

【0104】

なお、このステップ104、105の処理及び上述のステップ41、42の処理は、先に実行されたいずれか一方のみが実際に実行される。したがって、本実施形態では、スロットル用のディレイカウンタの値が機関回転数及び機関負荷より求められたディレイ判定値C1に達した時点、或いはEGR閉じ経過カウンタの値がEGR弁16の実開度により求められた判定値Ceに達した時点のいずれか早い方の時点で、スロットル弁20の開度が均質燃焼モードの要求開度に切り換えられるようになる。

【0105】

図8は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図8を参照して、こうした燃焼モードの

50

切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0106】

時刻 t_0 において、同図 8 (a) に示すアクセルペダル 24 a の踏み込み量（「アクセル開度」）が変更されると、図 8 (c) に示すように、EGR 弁 16 の要求開度（「EGR 目標開度」）も変更される。そして、EGR 弁 16 の実開度（「EGR 実開度」）は、若干の遅れを伴いながらも、要求開度の変化に追従する。

【0107】

そして、時刻 t_1 において、EGR 弁 16 の実開度が要求開度の変化に追従しきらないうちに、図 8 (b) に示すように、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切換要求がなされると、同 EGR 弁 16 の目標開度は均質燃焼モードの要求開度（本実施形態では全閉）に変更される。そして、このときの EGR 弁 16 の実開度に応じて上記判定値 C_e が算出される。また、この時刻 t_1 から、図 8 (d) に示すスロットル用のディレイカウンタのカウンタが開始される。

10

【0108】

なお時刻 t_1 以降、EGR 弁 16 の実開度は、目標開度の変化に応じて均質燃焼モードの要求開度（全閉）に向けて変更される。そして、EGR 弁 16 の実開度が均質燃焼モードの要求開度に達した時刻 t_2 より、図 8 (e) に示すように、EGR 閉じ経過カウンタのカウンタが開始される。

【0109】

その後、上記スロットル用のディレイカウンタの値が機関回転数及び機関負荷に基づき算出されたディレイ判定値 C_1 に達するか、或いは EGR 閉じ経過カウンタの値が EGR 弁 16 の実開度に応じて算出された判定値 C_e に達するかのいずれかまで、実質的な燃焼モードの切り換えにかかる処理は一時保留される。

20

【0110】

この図 8 の例では、燃焼モードの切換要求がなされた時点での EGR 弁 16 の実開度が、そのときの機関回転数及び機関負荷に応じた成層燃焼モードでの要求開度よりも十分に小さな開度であり、実際の EGR ガスの残留時間は機関回転数及び機関負荷より推定される残留時間よりも短くなっている。このため、EGR 弁 16 の実開度に基づくディレイ時間、すなわち EGR 閉じ経過カウンタの値が判定値 C_e に達する時刻 t_3 の方が、ディレイカウンタの値がディレイ判定値 C_1 に達する時刻 t_4 よりも早くなる。したがって、図 8 (f) に示すように、時刻 t_3 においてスロットル弁 20 の開度が均質燃焼モードの要求開度に切り換えられるようになる。

30

【0111】

このように、本実施形態では、機関回転数及び機関負荷に加え、更に EGR 弁 16 の実開度にも基づいてディレイ時間を設定するようにしている。このため、燃焼モードの切換要求がなされた時点での機関回転数及び機関負荷に応じた EGR 弁 16 の要求開度とそのときの実開度とが異なり、機関回転数や機関負荷に基づくだけでは、EGR ガスの残留時間を正確に推定することができないような状況にあっても、適正なディレイ時間を設定することができる。

【0112】

以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記 (1) に記載の効果に加え、以下に記載する効果を得ることができるようになる。

40

(2) 本実施形態では、機関回転数及び機関負荷に加え、更に EGR 弁 16 の実開度にも基づいてディレイ時間を設定するようにしている。このため、燃焼モードの切換要求がなされた時点における、機関回転数及び機関負荷に応じた EGR 弁 16 の要求開度と実開度との差異に拘わらず、ドライバビリティの悪化を抑制する上で必要なだけのディレイ時間を適宜に設定することができる。これにより、ドライバビリティの悪化をより好適に抑制し、且つ NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大をより好適に回避することができるようになる。

【0113】

50

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

・上記実施形態では、機関回転数及び機関負荷に基づくディレイ時間を設定するためのカウンタ（スロットル用ディレイカウンタ）と、EGR弁16の実開度に基づくディレイ時間を設定するためのカウンタ（EGR閉じ経過カウンタ）とを別々に走らせて、機関回転数及び機関負荷、或いはEGR弁16の実開度に基づくディレイ時間をそれぞれ設定するようにしていたが、こうしたディレイ時間の設定の仕方は任意である。例えば、機関回転数及び機関負荷、並びに燃焼モードの切り換え要求がなされた時点でのEGR弁16の実開度をもとに、ディレイ判定値C1を算出するようにしてもよい。また、機関回転数及び機関負荷から求めたディレイ判定値C1を、EGR弁16の実開度に応じて補正するよう

10

【0114】

（第3実施形態）

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第3実施形態について、上記第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0115】

例えば加減速中などのエンジン10の過渡運転状態では、定常運転状態に比べてドライバビリティの悪化を官能し難いため、均質燃焼モードへの切り換えに際してのEGR弁16の開度変更から燃焼モード切換に至る迄のディレイ時間をより短縮することができる。

20

【0116】

そこで、本実施形態では、エンジン10が過渡運転状態にあれば、定常運転状態にあるときに比べ、こうしたディレイ時間を短く設定している。また、ここでは、その過渡運転状態の度合いが大きな程、ディレイ時間をより短縮するようにしている。

【0117】

以下、こうした本実施形態でのディレイ時間の設定にかかる処理手順について、フローチャートを参照して詳細に説明する。

図9は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

30

【0118】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ200において、そのときエンジン10が過渡運転状態にあるか否かを判断する。ここで、過渡運転状態でない旨判断されれば（ステップ200：NO）、本ルーチンを抜け、上述した機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ時間を設定しての燃焼モードの切り換えを実施する。

【0119】

一方、ここで、過渡運転状態であると判断されれば（ステップ200：YES）、続くステップ201～203の処理が行われる。

40

ステップ201においては、その過渡運転状態の度合い（「過渡度合 θ 」）、すなわちエンジン10の運転状態の変化の程度を加味したスロットル用のディレイ判定値Ct1を、またステップ202においては、同じく過渡度合 θ を加味した点火噴射系用のディレイ判定値Ct2をそれぞれ算出する。ここでは、これらのディレイ判定値Ct1、Ct2は、機関回転数及び機関負荷と上記過渡度合 θ とに応じ、予め設定された算出マップに基づき算出される。これらの過渡度合 θ を加味したディレイ判定値Ct1、Ct2には、機関回転数及び機関負荷のみから求められるディレイ判定値C1、C2よりも小さな値となり、更に過渡度合 θ が大きな程、より小さな値となるように設定されている。

【0120】

また、ここではこの過渡度合 θ を、次のように求めている。

50

スロットル弁 20 の開度を変更されても、実際に燃焼室 11 a に導入される空気量の変化には、スロットル弁 20 から燃焼室 11 a までの空気の移動や空気の慣性などによる応答遅れが存在する。ECU 27 は、こうした応答遅れに拘わらず燃焼室 11 a の空気量を正確に把握するため、スロットル開度の推移に基づき、応答遅れの影響を考慮した吸気管内圧力の推定値（「PMT」）を算出している。本実施形態では、この吸気管内圧力の推定値を用いて過渡度合 θ を求めている。詳しくは、図 10 に示すように、上記推定値 PMT の所定時間 ΔT あたりの変化量 θ を過渡運転状態の度合いを表すパラメータとして用いている。

【0121】

こうして過渡度合を加味したディレイ判定値 C_{t1} 、 C_{t2} を求めた後、続くステップ 203 においては、これらのディレイ判定値 C_{t1} 、 C_{t2} を上記ディレイ時間の設定にかかる各ディレイ判定値 C_1 、 C_2 に置き換え、本ルーチンの抜ける。すなわち、本実施形態では、エンジン 10 が過渡運転状態にあれば、その過渡度合 θ を加味したディレイ判定値 C_{t1} 、 C_{t2} を用いてディレイ時間が設定される。したがって、エンジン 10 が過渡運転状態にあれば、定常運転状態にあるときに比べてディレイ時間が短くされる。また更に、そのときの過渡度合 θ が大きな程、ディレイ時間はより短くなるように設定される。

【0122】

図 11 は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図 11 を参照して、本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0123】

さて、時刻 t_0 において、図 11 (a) に示すように、アクセルペダル 24 a の踏み込み量（「アクセル開度」）が変更されると、それに応じて過渡度合 θ は、図 11 (b) に示すように増大する。

【0124】

そしてこの時刻 t_0 において、図 11 (c) に示すように、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切換要求がなされると、EGR 弁 16 の開度が均質燃焼モードの要求開度に変更されると共に、図 11 (d) にその推移を示すスロットル用ディレイカウンタのカウントが開始される。

【0125】

このときエンジン 10 は、過渡運転状態にあるため、スロットル弁 20 の開度変更迄のディレイ時間を決定するディレイ判定値としては、上記過渡度合 θ を加味したディレイ判定値 C_{t1} が用いられる。この結果、スロットル弁 20 の開度変更は、図 11 (e) に示すように、スロットル用ディレイカウンタが機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ判定値 C_1 に達する時刻 t_2 よりも早い時刻 t_1 で行われる。また、図 11 (f) に示すように、点火噴射系用のディレイカウンタも、この時刻 t_1 からカウントが開始される。

【0126】

更にここでは、点火噴射系の制御モード切り換え迄のディレイ時間を決定するディレイ判定値も、上記過渡度合 θ を加味したディレイ判定値 C_{t2} が用いられる。このためこの例では、図 11 (g) に示すように、点火噴射系用のディレイカウンタの値がこのディレイ判定値 C_{t2} に達する時刻 t_3 において、燃焼モードの切り換えが完了する。

【0127】

このように、エンジン 10 が過渡運転状態にあれば、その過渡度合 θ に応じてディレイ時間が短縮されるため、EGR 弁 16 の開度変更から燃焼モードの切り換え完了に至る迄のトータルのディレイ時間 [時刻 $t_0 \sim t_3$] は、機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ判定値 C_1 、 C_2 を用いる場合、すなわち定常運転状態にあるときのディレイ時間 [時刻 $t_0 \sim t_4$] と比べ、短縮されるようになる。

【0128】

このように、エンジン 10 の過渡運転状態では、ディレイ時間が短縮された分だけ、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大は、より好適に

10

20

30

40

50

抑制されるようになる。なお、こうしたディレイ時間の短縮により、燃焼モードの切り換えにかかるトルク変動は多少増大するおそれがあるが、エンジン10が過渡運転状態にあり、ドライバビリティの悪化が官能し難いため、それが車両の搭乗者などに違和感を与えることはない。

【0129】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記(1)に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

【0130】

(3) 本実施形態では、エンジン10が、ドライバビリティの悪化が官能され難い過渡運転状態にあれば、定常運転状態にあるときに比べ、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際し、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから燃焼モードを切り換える迄のディレイ時間を短縮するようにしている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができるようになる。

10

【0131】

(4) また、本実施形態では、エンジン10の過渡運転状態の度合いが大きく、ドライバビリティの悪化がより官能し難くなる程、上記ディレイ時間をより短縮するようにしている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を更に効果的に抑制することができるようになる。

【0132】

20

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

・上記実施形態では、過渡度合θが大きな程、ディレイ時間をより短縮するようにしているが、こうした過渡度合θに応じたディレイ時間の短縮の度合いの変更を行わず、単にエンジン10の過渡運転状態の度合いがある水準よりも大きければディレイ時間を一律に短縮するようにしてもよい。要は、過渡運転状態でのディレイ時間を定常運転状態時に比べ、短くするようにすれば、上記(3)に記載の効果を得ることはできる。

【0133】

(第4実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第4実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

30

【0134】

上述のように、ロックアップクラッチ31aを介してエンジン10と変速機30とが駆動連結されている構成では、このロックアップクラッチ31aの作動状態によってエンジン10のトルク変動がドライバビリティに及ぼす影響が変化する。例えば、ロックアップクラッチ31aがある程度のすべりを許容して部分的に係合された「スリップ状態」やロックアップを解除した「解放状態」にあれば、トルクコンバータ31内のオイルにより、エンジン10で発生したトルク変動をある程度迄は吸収することができる。

【0135】

したがって、ロックアップクラッチ31aがこうした「スリップ状態」或いは「解放状態」にあるときには、エンジン10と変速機30とを機械的に直接連結した「係合状態」にあるとき、すなわちロックアップの実行中に比べ、ドライバビリティの悪化が官能し難い状態となっている。

40

【0136】

そこで、この第4実施形態では、成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えに際しての、EGR弁16の開度変更から燃焼モードの切り換え完了に至るまでのディレイ時間を、ロックアップクラッチ31aの作動状態に応じて変更するようにしている。そして、ロックアップクラッチ31aが、「スリップ状態」或いは「解放状態」にあって、ドライバビリティの悪化がより官能され難い状態であれば、「係合状態」にあるときに比べ、上記ディレイ時間を短く設定するようにしている。

50

【0137】

以下、こうした本実施形態でのディレイ時間の設定にかかる処理手順について、フローチャートに基づき詳細に説明する。

図12は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

【0138】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ300において、ロックアップクラッチ31aが上記「係合状態」にあるか否か、すなわち完全なロックアップの実行中であるか否かを判断する。ここで、ロックアップ中であると判断されれば（ステップ300：YES）、本ルーチンの処理を抜け、上述の機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ時間を設定しての燃焼モードの切り換えを実施する。

10

【0139】

一方、ロックアップ中でない、すなわちロックアップクラッチ31aが「スリップ状態」或いは「解放状態」にあって、ドライバビリティの悪化が官能され難くなっている（ステップ300：NO）、ステップ301～303の処理を行う。

【0140】

ステップ301及び302においては、機関回転数及び機関負荷に加え、ロックアップクラッチ31aの作動状態も加味した、スロットル用及び点火噴射系用のディレイ判定値Cj1、Cj2がそれぞれ算出される。これらのディレイ判定値Cj1、Cj2は、ロックアップクラッチ31aの作動状態がドライバビリティに及ぼす影響を加味してその値が設定される。すなわち、ここではドライバビリティの悪化が官能され難くなっていることを受け、図4のステップ11、12において算出される機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ判定値C1、C2よりも小さな値が設定される。

20

【0141】

そして、続くステップ303において、ここで算出されたディレイ判定値Cj1、Cj2を上記のディレイ判定値C1、C2と置き換えた後、本ルーチンの処理を抜ける。

【0142】

したがって、本ルーチンの処理によれば、ロックアップクラッチ31aが「スリップ状態」或いは「解放状態」にあれば、「係合状態」にあるときに比べ、ディレイ時間が短く設定される。

30

【0143】

図13は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図13を参照して、本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0144】

時刻t0において、図13(a)に示すように、燃焼モードの切換要求がなされると、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えると共に、図13(b)にその推移を示すスロットル用のディレイカウンタのカウントが開始される。

【0145】

ここで、ロックアップクラッチ31aが「解放状態」或いは「スリップ状態」にあれば、機関回転数及び機関負荷に加え、そのロックアップクラッチ31aの作動状態がドライバビリティに及ぼす影響を加味したディレイ判定値Cj1、Cj2が使用される。

40

【0146】

この場合、スロットル用のディレイカウンタの値がディレイ判定値Cj1に達する時刻t1において、図13(c)に示すように、スロットル弁20の開度変更が行われ、図13(d)に示す点火噴射系用のディレイカウンタのカウントが開始される。そして、このカウンタの値がディレイ判定値Cj2に達する時刻t3において、図13(e)に示すように、燃焼モードが均質燃焼モードへと切り換えられる。

【0147】

50

一方、ロックアップクラッチ 31 a が「係合状態」にあれば、機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ判定値 C1, C2 が使用される。このときには、スロットル弁 20 の開度変更は時刻 t2 に、燃焼モードの切り換えは時刻 t4 にそれぞれ行われる。

【0148】

このように、本実施形態の燃焼制御装置では、ロックアップクラッチ 31 a が「スリップ状態」或いは「解放状態」にあって、ドライバビリティの悪化が官能され難い状況にあれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際しての EGR 弁 16 の開度変更から燃焼モードの切り換えに至る迄のディレイ時間が短くなるように設定される。こうしてディレイ時間が短縮された分だけ、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大は、より好適に抑制されるようになる。なお、こうしたディレイ時間の短縮により、燃焼モードの切り換えにかかるトルク変動は多少増大するおそれがあるが、ロックアップクラッチ 31 a が「スリップ状態」或いは「解放状態」にあり、エンジン 10 で発生したトルク変動がより吸収され易い状態にあるため、それが車両の搭乗者などに違和感を与えることはない。

10

【0149】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記(1)に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

【0150】

(5) 本実施形態では、ロックアップクラッチ 31 a が「スリップ状態」或いは「解放状態」にあって、ドライバビリティの悪化が官能され難い状態にあれば、同クラッチ 31 a が「係合状態」にあるときに比べてディレイ時間が短くなるように設定される。したがって、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができるようになる。

20

【0151】

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

・本実施形態では、「スリップ状態」及び「解放状態」と「係合状態」とでディレイ時間を異ならせるようにしていたが、ロックアップクラッチ 31 a の係合の度合いに応じてディレイ時間を可変設定するようにしてもよい。すなわち、エンジン 10 と変速機 30 との連結力が小さい程、ディレイ時間を短くするようにしてもよい。こうした場合、ロックアップクラッチ 31 a の作動状態に応じ、より細かくディレイ時間を調整でき、燃焼モードの切り換えにかかる NOx エミッションの悪化や成層燃焼音の増大をより効果的に抑制することができる。

30

【0152】

(第5実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第5実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0153】

上述のように、エンジン 10 では、触媒コンバータを再生すべく、所定のタイミングを見計らって一時的に理論空燃比よりもリッチな空燃比で混合気を燃焼させる、いわゆるリッチスパイク制御が行われることがある。そして、成層燃焼モード中にあっては、こうしたリッチスパイク制御のために、切り換え後の設定空燃比が理論空燃比よりもリッチとなるように、燃焼モードを一時的に均質燃焼モードに切り換えることがある。

40

【0154】

このようなリッチな空燃比で均質燃焼が行われる場合には、EGR 過多による失火に対しての耐性が高くなる。このため、切り換え後の空燃比がリッチであれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際して残留した EGR ガスの量がある程度多くとも、ドライバビリティを確保することができる。したがって、切り換え後の均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、残留した EGR ガスの低減する上で必要なディレイ時間を短縮することができる。

50

【0155】

そこで、この第5実施形態では、切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、燃焼モードの切り換えに際しての上記ディレイ時間を短く設定するようにしている。

【0156】

以下、こうした本実施形態でのディレイ時間の設定にかかる処理手順について、フローチャートに基づき詳細に説明する。

図14は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

10

【0157】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ400において、燃焼モードの切り換え後の設定空燃比（目標空燃比）が理論空燃比である「14.5」よりも小さいか否かを判断する。ここで、切り換え後の設定空燃比が理論空燃比以上であれば（ステップ400：NO）、本ルーチンの処理を抜け、上述の機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ時間を設定しての燃焼モードの切り換えを実施する。

【0158】

一方、切り換え後の設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば（ステップ400：YES）であれば、続くステップ401、402の処理を行った後に本ルーチンの処理を抜ける。

20

【0159】

ステップ401においては、機関回転数及び機関負荷に加え、切り換え後の設定空燃比（A/F）がドライバビリティに及ぼす影響を加味したスロットル用のディレイ判定値Ca1を算出する。このディレイ判定値Ca1は、切り換え後の設定空燃比がリッチであることにより、EGRに対する失火耐性が高くなることを受け、先の図4のステップ11において算出される機関回転数及び機関負荷のみに基づくディレイ判定値C1よりも小さな値が設定される。

【0160】

そして、続くステップ402において、ここで算出したディレイ判定値Ca1を実際に使用するディレイ判定値C1に置き換えた後、本ルーチンの処理を抜ける。

30

【0161】

図15は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図15を参照して、本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0162】

時刻t0において、図15（a）に示すように、燃焼モードの切換要求がなされると、EGR弁16の開度変更と共に、図15（b）に示すスロットル用ディレイカウンタのカウントが開始される。

【0163】

ここで、切り換え後の均質燃焼モードにおける設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、切り換え後の設定空燃比を加味したディレイ判定値Ca1が使用される。

40

【0164】

このため、スロットル用のディレイカウンタがディレイ判定値Ca1に達した時刻t1において、スロットル弁20の開度が均質燃焼モードの要求開度に変更される〔図15（c）〕。また、この時刻t1から、図15（d）に示す点火噴射系用のディレイカウンタのカウントが開始され、同カウンタの値が判定値C2に達する時刻t3に燃焼モードが切り換えられる。

【0165】

一方、切り換え後の均質燃焼モードにおける設定空燃比が理論空燃比以上（理論空燃比）であれば、スロットル弁20の開度変更は、スロットル用のディレイカウンタの値が、機

50

関回転数及び機関負荷のみに基づき算出されるディレイ判定値C1に達する時刻t2に行われる。このため、燃焼モードの切り換えも、上記時刻t3よりも遅い時刻t4に行われる。

【0166】

以上のように、本実施形態の燃焼制御装置では、切り換え後の設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであって、EGR過多による失火が発生し難い状況にあれば、切り換え後の設定空燃比が理論空燃比にあるときに比べ、EGR弁16の開度変更から燃焼モードの切り換えに至る迄のディレイ時間を短縮するようにしている。この結果、ディレイ時間を短縮した分だけ、NOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大をより好適に低減できるようになる。

10

【0167】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記(1)に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

【0168】

(6) 本実施形態では、切り換え後の均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際し、EGR弁16の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから燃焼モードの切り換えに至るまでのディレイ時間を短く設定するようにしている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができるようになる。

20

【0169】

(第6実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第6実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0170】

上述したように、このエンジン10では通常は、図16に示すように設定された低負荷／低回転の領域で成層燃焼を行い、この領域を超えて負荷が増大すれば、均質燃焼モードに切り換えるようにしている。なお、こうした均質燃焼モードを実施する領域は、同図16に示すように、成層燃焼を良好に行い得る許容最大トルク以下の成層燃焼可能領域内に設定されている。

30

【0171】

ただし、先の各実施形態のように、燃焼モードの切り換えにあたりディレイ時間を設定する場合、次のような状況が起こり得る。

すなわち、成層燃焼モードの実施領域の高負荷上限近傍で均質燃焼モードへの切換要求がなされた場合、ディレイ時間中にエンジン10が更に高負荷となって、均質燃焼モードへの切り換えが完了する以前に、成層燃焼の許容最大トルクを上回ってしまうことがある。この場合、良好な燃焼を維持し得ない条件でありながらも、切り換えが完了される迄の間、成層燃焼が継続されることとなる。

【0172】

一方、こうした高負荷運転状態では、ドライバビリティの悪化が官能され難い状態となっている。そこで、この実施形態の燃焼制御装置では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換え中に、エンジン10がこうした成層燃焼の許容最大トルク以上の高負荷領域に移行した場合には、ディレイ時間の経過を待たずして、強制的に燃焼モードを切り換えるようにしている。

40

【0173】

以下、こうした本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる処理手順について、フローチャートに基づき詳細に説明する。

図17は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

50

【0174】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU 27はまずステップ500において、エンジン10のトルクが成層燃焼の許容最大トルク以上となっているか否かを判断する。ここで、許容最大トルク未満であれば（ステップ500：NO）、本ルーチンを抜け、上述の機関回転数及び機関負荷に基づくディレイ時間を設定しての燃焼モードの切り換えを実施する。

【0175】

一方ここで、エンジン10のトルクが許容最大トルク以上となっていれば（ステップ500：YES）、続くステップ501の処理を行う。そして、ステップ501において、EGR弁16の開度変更からの経過時間の如何に拘わらず、強制的に燃焼モードを均質燃焼モードに切り換えるようにしている。

10

【0176】

図18は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図18を参照して、本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0177】

同図18（a）に示すような態様でアクセル開度に変更されるのに応じ、エンジン10の負荷率は、図18（b）に示すように変化する。

ここで、時刻t0において、図18（c）に示すように、燃焼モードの切換要求がなされると、通常であれば以降、次のような態様で燃焼モードの切り換えが行われる。

20

【0178】

すなわち、この時刻t0からスロットル用のディレイカウンタのカウントが開始され〔図18（d）〕、そのカウンタの値が上記ディレイ判定値C1に達する時刻t2において、スロットル弁20の開度が均質燃焼モードの要求開度に変更される。すなわち、スロットルの制御モードが均質燃焼モードに切り換えられる。そして、この時刻t2から点火噴射系用のディレイカウンタのカウントが開始され〔図18（e）〕、このカウンタの値がディレイ判定値C2に達する時刻t3において、点火噴射系の制御モードが均質燃焼モードに切り換えられる。

【0179】

一方、こうした均質燃焼モードへの切り換えにかかる処理中に、図18（b）に示すように、エンジン10のトルクが成層燃焼の許容最大トルク（許容最大負荷率）を上回ってしまった場合には、その時点（時刻t1）で、図18（f）、（g）に示すように、スロットル及び点火噴射系の制御モードのいずれもが直ちに均質燃焼モードに切り換えられる。

30

【0180】

以上のように、本実施形態の燃焼制御装置では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換え中に、エンジン10が成層燃焼の許容最大トルク以上の高負荷領域に移行したときには、ディレイ時間の経過の如何に拘わらず、強制的に均質燃焼モードに切り換えるようにしている。

【0181】

したがって、ドライバビリティの悪化を官能し難い高負荷領域に移行した場合には、ディレイ時間の経過の如何に拘わらず、直ちに均質燃焼モードに切り換えることで、ディレイ時間の短縮を図ることができる。そして、ディレイ時間を短縮した分だけ、NOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大をより効果的に低減することができる。また、許容最大トルクを超えた燃焼を良好に継続することが困難な条件での成層燃焼の実施を回避することもできる。

40

【0182】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記（1）に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

【0183】

（7）本実施形態では、成層燃焼から均質燃焼モードへの切り換え中に、エンジン10の

50

負荷が所定の高負荷領域に移行して、ドライバビリティの悪化を官能し難い状態になれば、ディレイ時間の経過を待たずして燃焼モードを切り換えるようにしている。したがって、ディレイ時間の短縮を好適に図り、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができるようになる。

【0184】

(8) また、本実施形態では、成層燃焼の許容最大トルクを超えた高負荷領域における不適切な条件での成層燃焼の継続を、確実に回避することができるようになる。

【0185】

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

・上記実施形態では、ディレイ時間の経過の如何に拘わらず、均質燃焼モードへの切り換えを実施する高負荷領域を、成層燃焼の許容最大トルク以上の領域としているが、こうした処理を行う高負荷領域を任意に設定してもよい。要は、それがドライバビリティの悪化が官能され難くなる程の高負荷領域であれば、上記(7)に記載の効果を得ることはできる。

【0186】

(第7実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第7実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0187】

例えばアイドル運転時など、エンジン10がある程度よりも低負荷で運転されているときには、出力トルクが小さな為、僅かなトルク変動でも違和感を与えることとなる。したがって、このようなドライバビリティの悪化が官能され易い低負荷領域では、トルク変動を生じる燃焼モードの切り換えは、できうる限り制限することが望ましい。そこで、この第7実施形態の燃焼制御装置では、図19に示すように、こうした低負荷領域を、燃焼モードの切り換えを禁止する「切換禁止領域」としている。

【0188】

なお、先の各実施形態のように、燃焼モードの切り換えにあたりディレイ時間を設定する場合、燃焼モードの切換要求がなされてから均質燃焼モードへの切り換えが完了する迄の期間に、同図19に矢印(1)(2)によって示すように、エンジン10の運転領域が上記切換禁止領域の内外を行き来することがある。そこで、本実施形態では更に、かかる切換禁止領域の出／入が前もって予測される場合には、燃焼モード切り換えを許可／禁止するようにしている。

【0189】

ちなみに、低負荷であっても、燃焼モードの切り換えが許容される程度の負荷がある領域、すなわち上記の切換禁止領域よりも少し高負荷側の領域では、成層燃焼モードと云えどもあまり大量のEGR導入は行っておらず、両燃焼モードのEGR弁16の要求開度に大きな差はない。しかも、スロットル弁20の要求開度にも大きな差が存在しないため、燃焼モードの切り換えによるドライバビリティの悪化は、ほとんど生じない。更に、こうした切換禁止領域からの逸脱が生じるのは、例えば車両発進時などのエンジン10の過渡運転状態にあたり、ドライバビリティの悪化を官能し難い状態にある。そこで、本実施形態では更に、上記の燃焼モードの切換禁止領域からの逸脱が予想されるときに、燃焼モードの切換要求がなされれば、ディレイ時間の経過の如何を問わず、直ちに均質燃焼モードへの切り換えを行うようにしている。

【0190】

以下、こうした本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる処理手順について、フローチャートに基づき詳細に説明する。

図20は、本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

10

20

30

40

50

【0191】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU 27はまずステップ600において、エンジン10の運転領域が上記の切換禁止領域にあるか否かを判断する。ここで、切換禁止領域にあれば（ステップ600：YES）、処理をステップ601に移行する。

【0192】

ステップ601においては、いまは切換禁止領域にあっても、いずれは燃焼モードの切り換えが許容される切換可能領域に移行することが予想されるか否かを判断する。こうした切換禁止領域からの移行は、スロットル開度（スロットル弁20の目標開度）の推移から判断される。すなわち、スロットル開度がある程度に開かれれば、やがてはエンジン10の出力トルクが増大され、切換禁止領域から逸脱するものと判断することができる。

10

【0193】

ここで、切換可能領域へ移行しないと判断されれば、すなわち暫くはそのまま切換禁止領域に留まるものと判断されれば（ステップ601：NO）、処理をステップ602に移行する。そして、このステップ602において、均質燃焼モードへの切り換えを禁止した後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【0194】

また、いまは切り換え禁止領域にあっても、やがては切換可能領域へ移行するものと判断されれば（ステップ601：YES）、処理をステップ603に移行する。そして、このステップ603において、均質燃焼モードへの切り換えを直ちに実行した後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

20

【0195】

他方、本ルーチンに処理が移行した時点で、切換禁止領域になれば（ステップ600：NO）、処理をステップ610に移行する。

ステップ610においては、いまは切換可能領域にあっても、やがては切換禁止領域に移行すると予想されるか否かが判断される。この切換禁止領域への移行も、スロットル弁20の目標開度の推移から判断される。すなわち、スロットル弁20がある程度の小開度から更に絞られれば、やがてはエンジン10の出力トルクが低減されて、切換禁止領域に移行するものと判断することができる。

【0196】

ここで、いまは切換可能領域にあっても、いずれは切換禁止領域に移行するものと判断されれば（ステップ610：YES）、処理をステップ602に移行して、均質燃焼モードへの切り換えを禁止した後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

30

【0197】

また、そのまま切換可能領域に留まるものと判断されれば（ステップ610：NO）、本ルーチンの処理を抜け、上述のように機関回転数及び機関負荷に基づくディレイ時間を設定しての燃焼モードの切り換え処理が行われる。

【0198】

図21は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換え中に、切換禁止領域から切換可能領域に移行する場合の制御態様の一例を示すタイムチャートである。

【0199】

さて、時刻 t_0 において、図21（a）に示すように、均質燃焼モードへの切換要求がなされても、そのときエンジン10が切換禁止領域にあれば、燃焼モードの切り換えは禁止されており、切り換えにかかる実質的な処理は一切行われない。

40

【0200】

一方、図21（b）に示すように、アクセル開度がある程度の大きさに変更されると、それに応じてエンジン10の出力トルクは徐々に増大される。そして、時刻 t_2 において、図21（c）に示すようにエンジン10の負荷率が切換可能負荷率を上回って、切換禁止領域から切換可能領域に移行し、図21（d）に示すように切換可能判定が行われる。

【0201】

ただし、本実施形態では、上記のように、こうした切換可能判定を待たずに均質燃焼モー

50

ドへの切り換えが実行される。すなわち、切換可能領域に移行する時刻 t_2 に先立ち、スロットル開度の推移に基づき切換可能領域まで負荷が増大することが予測される時刻 t_1 において、直ちに図 21 (e) に示すスロットルの制御モード及び図 21 (f) に示す点火噴射系の制御モードが均質燃焼モードに切り換えられる。

【0202】

こうして、切換禁止領域から切換可能領域への移行が予測される時点で、燃焼モードの切り換えを許可することで、燃焼モードの切り換えにかかる制限を緩和し、エンジン 10 の燃焼制御の自由度を増すことができる。

【0203】

また本実施形態では、こうした切換禁止領域から切換可能領域への移行が予測されるときに、切換要求がなされれば、ドライバビリティの悪化の懸念がないため、直ちに均質燃焼モードへの切り換えを実施するようにしている。この結果、燃焼モードの切り換え期間が短縮される分、 NO_x エミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制することができる。

10

【0204】

図 22 は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換え中に、切換可能領域から切換禁止領域に移行する場合の制御態様の一例を示すタイムチャートである。

【0205】

さて、時刻 t_0 において、図 22 (a) に示すように、均質燃焼モードへの切換要求がなされると、そのとき切換可能領域にあれば、燃焼モードの切り換えにかかる処理が開始される。

20

【0206】

一方、この例では、図 22 (b) に示すようにアクセル開度が絞られ、図 22 (c) に示すようにエンジン 10 の負荷率がそれに応じて低減されている。そしてその結果、時刻 t_2 において、エンジン 10 の負荷率が切換可能負荷率を割り込み、図 22 (d) に示すように、切換可能判定が無効となる。

【0207】

ただし本実施形態では上記のように、こうした切換可能判定が無効となるのを待たずに均質燃焼モードへの切り換えを禁止している。すなわち、切換禁止領域に移行する時刻 t_2 に先立ち、スロットル開度の推移に基づき切換禁止領域まで負荷が減少することが予測される時刻 t_1 において、直ちに図 22 (e) に示すように切換禁止判定がなされ、均質燃焼モードへの切り換えが禁止される。このため、この例では、燃焼モードへの切換要求がなされているにも拘わらず、図 22 (f) に示すように、均質燃焼モードへの切り換えは行われない。

30

【0208】

このように、本実施形態の燃焼制御装置では、切換可能領域から切換禁止領域への移行が予測される時点で、均質燃焼モードへの切り換えを禁止することで、ドライバビリティの悪化が官能され易い切換禁止領域での燃焼モードの切り換えを確実に防止するようにしている。

【0209】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記 (1) に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

40

【0210】

(9) 本実施形態では、エンジン 10 の負荷が所定の低負荷領域(「切換禁止領域」)にあるときには、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止するようにしている。したがって、ドライバビリティの悪化が官能され易い低負荷領域での燃焼モードの切り換えによるドライバビリティの悪化を防止することができるようになる。

【0211】

(10) 更に本実施形態では、エンジン 10 の負荷が上記「切換禁止領域」に移行すると予想されるときにも、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止するように

50

している。したがって、ドライバビリティの悪化が官能され易い低負荷領域での燃焼モードの切り換えによるドライバビリティの悪化をより確実に防止することができるようになる。

【0212】

(11) また、本実施形態では、エンジン10の負荷が上記「切換禁止領域」から逸脱すると予想されるときには、例えそのときには切換禁止領域内にあっても、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを許可するようにしている。したがって、燃焼モードの切り換えにかかる制限が緩和され、エンジン10の燃焼制御の自由度を増大させることができるようになる。

【0213】

10

(12) 更に、本実施形態では、エンジン10が上記「切換禁止領域」から逸脱されることが予想されるときに、均質燃焼モードへの切換要求がなされれば、ディレイ時間の経過を待たずして、直ちに燃焼モードの切り換えを実行するようにしている。エンジン10の負荷が「切換禁止領域」からの逸脱するときには、両燃焼モードでのEGR弁16の要求開度に差がなく、スロットル弁20の要求開度の差も小さなため、燃焼モードの切り換えにかかるドライバビリティの悪化は小さなものとなる。したがって、ドライバビリティの悪化を抑制しながらも、燃焼モードの切り換え期間の不必要な長期化を抑制し、より適切にNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を低減することができるようになる。

【0214】

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

20

・上記実施形態では、切換禁止領域からの逸脱が予想されるときに、均質燃焼モードへの切換要求がなされれば、直ちに均質燃焼モードへの切り換えを実行するようにしているが、上記切換禁止領域からの逸脱が予想されるときに成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを許可するにすれば、均質燃焼モードへの切り換え態様の如何を問わず、上記(11)に記載の効果をj得ることはできる。

【0215】

・上記実施形態では、切換禁止領域への移行、或いは切換禁止領域からの逸脱が予想されるときに、均質燃焼モードへの切り換えを禁止、或いは許可すると云う2つの予測制御を実施しているが、これらのいずれか一方のみを実施するようにしてもよい。また、これら予測制御の両方ともを行わずとも、上記(9)に記載の効果をj得ることはできる。

30

【0216】

・上記実施形態では、スロットル弁20の開度の推移に基づき、エンジン10の負荷の上記切換禁止領域への移行、或いは逸脱を前もって判断しているが、こうした判断の仕方は任意であり、要はエンジン10の負荷の変化を適切に予測できれば如何なる手法を用いてもよい。

【0217】

(第8実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第8実施形態について、第1実施形態と異なる点を中心に説明する。

40

【0218】

上述のように、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際しては、スロットル弁20の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから、ある程度のディレイ時間において、点火噴射系の制御モードを切り換えるようにしている。このため、そのディレイ時間中は、成層燃焼が行われながらも、スロットル弁20の開度が均質燃焼モードの要求開度に応じて絞られた状態となり、ポンピング損失が増大して、エンジン10の出力トルクが一時的に低下するおそれがある。

【0219】

そこで、この第8実施形態の燃焼制御装置では、こうしたポンピング損失による出力トルクの低下分を補うべく、燃料噴射量を増量するようにしている。

50

以下、こうした本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる処理手順について、フローチャートに基づき詳細に説明する。

【0220】

図23は、本実施形態での「燃焼モード切換時の燃料噴射増量補正ルーチン」を示すフローチャートであり、所定時間毎の割り込み処理としてECU27により周期的に実行される。そして、本ルーチンの処理は、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」と並行して実行される。

【0221】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はステップ700において、そのときのスロットルの制御モードが「均質燃焼モード」となっているか否かを判断すると共に、続くステップ710において、そのときの点火噴射系の制御モードが「成層燃焼モード」となっているか否かを判断する。すなわち、ここでは、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えにかかる一連の処理段階において、そのときの処理段階が、上述のスロットル弁20の開度変更から点火噴射系の制御モードを切り換えに至る迄のディレイ時間の段階にあるか否かを判断している。

【0222】

ここで、上記スロットル弁20の開度変更から点火噴射系の制御モード切り換えに至るまでのディレイ時間の段階になれば、上記ステップ700或いはステップ710の判断のいずれか一方が否定される。そしてこの場合には、本ルーチンの処理を一旦終了する。

【0223】

一方、こうしたディレイ時間の段階にあれば、ステップ700及びステップ710の判断のいずれもが肯定され、処理をステップ720に移行する。

このステップ720においては、スロットル弁20の開度が均質燃焼モードの要求開度に応じて絞られることで生じるポンピング損失分のエンジン10の出力低下を補償すべく、燃料噴射の増量補正が行われる。この増量補正の量は、スロットル弁20の開度変更前の吸気管内圧力と現時点の吸気管内圧力の差圧に応じて求められ、これらの差圧が大きな程、燃料噴射量が増量される。

【0224】

こうして燃料噴射量の増量補正を実行した後、本ルーチンの処理を一旦終了する。

図24は、本実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードの切り換えにかかる制御態様の一例を示すタイムチャートである。続いて、同図24を参照して、本実施形態での燃焼モードの切り換えにかかる制御態様を説明する。

【0225】

時刻t0において、図24(a)に示す如く、均質燃焼モードへの切換要求がなされると、EGR弁16の開度変更が行われる。

そして、時刻t1において、図24(b)にその推移を示すスロットル用ディレイカウンタの値がディレイ判定値C1に達すると、図24(c)に示すように、スロットルの制御モードが「均質燃焼モード」に切り換えられる。これにより、スロットル弁20の開度は、図24(d)に示すように、均質燃焼モードの要求開度に応じて絞られる。

【0226】

一方、時刻t2において、図24(g)に示す点火噴射系用ディレイカウンタの値がディレイ判定値C2に達すると、図24(h)に示すように点火噴射系の制御モードも「均質燃焼モード」に切り換えられる。

【0227】

この時刻t1から時刻t2までの期間、スロットル弁20の制御モードは「均質燃焼モード」に切り換えられているものの、点火噴射系の制御モードは「成層燃焼モード」のまま保持されている。

【0228】

上述のように、この時刻t1から時刻t2迄の期間は、成層燃焼が行われながらも、スロットル弁20の開度は均質燃焼モードの要求開度に応じて絞られた状態となっている。こ

10

20

30

40

50

のため、図 2 4 (e) に示す如く、吸気管内圧力は時間の経過と共に徐々に低減され、ポンピング損失が増大する。

【0229】

本実施形態の燃焼制御装置では、こうしたポンピング損失によるエンジン 10 の出力トルクの低下分を補償すべく、この時刻 t_1 から時刻 t_2 迄の期間、図 2 4 (f) に示す増量補正量にて、燃料噴射量が増量される。このときの増量補正量は、スロットル弁 20 の開度変更（時刻 t_1 ）からの吸気管内圧力の低下量に応じて行われる。

【0230】

以上説明したように、本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記 (1) に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

10

【0231】

(13) 本実施形態では、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えに際し、スロットル弁 20 の開度を均質燃焼モードの開度に変更してから燃焼モードの切り換えに至る迄のディレイ時間中、スロットル弁 20 の開度が均質燃焼モードに応じて絞られることによるポンピング損失の増大を補償すべく、燃料噴射量を増量補正している。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるエンジン 10 の出力トルクの低下が好適に抑制され、ドライバビリティを良好に保持することができるようになる。

【0232】

なお、以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置は、以下のように変更することもできる。

20

・上記実施形態では、スロットル弁 20 の開度変更前の吸気管内圧力とその時点の吸気管内圧力との差圧に応じて燃料噴射量を増量補正しているが、補正量の算出方法は任意であり、要はポンピング損失の増大によるエンジン 10 の出力トルクの低下を補償するように燃料噴射量が増量されれば、均質燃焼モードへの切り換えにかかるドライバビリティの悪化を抑制することができる。

【0233】

(第 9 実施形態)

次に本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第 9 実施形態について、第 1 実施形態と異なる点を中心に説明する。

【0234】

30

上述したように、加速時などのエンジン 10 の過渡運転状態では、定常運転状態にあるときに比べ、ドライバビリティの悪化が官能され難くなっており、燃焼モードの切り換え時のショックをある程度までは許容することができる。そこで、先の第 3 実施形態では、そうした過渡運転状態にあるときには、均質燃焼モードへの切り換えに際しての EGR 弁 16 の開度変更から燃焼モード切換に至る迄のディレイ時間を短縮して、NOx エミッションの悪化や燃焼音の増大などを抑えるようにしている。

【0235】

一方、軽負荷運転領域において EGR が大量導入されているような運転条件においては、気筒内に残留した EGR ガスの掃気性が低いこともあって、EGR 弁 16 の開度を均質燃焼モードの要求開度へと切り換えてからも、しばらくは気筒内に大量の EGR ガスが残留した状態となっている。このため、そうした運転条件での燃焼モードの切り換え要求がなされたときに、十分なディレイ時間を経ずして均質燃焼モードへの切り換えを実施すれば、気筒内に残留した大量の EGR ガスによって失火を招いてしまう。そしてこれにより、たとえ過渡運転状態にあっても無視し得ないような大きなショックが発生して、ドライバビリティが悪化することがある。

40

【0236】

そこで本実施形態では、そうしたディレイ時間の短縮が好ましくない特定の運転条件にあるときには、過渡運転状態にあっても上記ディレイ時間の短縮を行わないようにしている。すなわち本実施形態では、そうした特定の運転条件を除くように設定された所定運転条件を満たして、且つエンジン 10 が過渡運転状態にあるときにのみ、定常運転状態に

50

あるときに比して上記ディレイ時間を短縮するようにしている。

【0237】

図25は、こうした本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

【0238】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ800において、均質燃焼モードへの切り換え要求がなされた時点でエンジン10が、軽負荷領域にあり、且つEGR弁16の開度が所定開度以上でEGRの大量導入がなされていたか否かを判断する。すなわち、ここでは上記のようなディレイ時間の短縮が好ましくない特定の運転条件であるか否かを判断している。

10

【0239】

ここで肯定判断がなされれば（YES）、そのまま本ルーチンの処理を抜ける。このときには、図1のステップ11及びステップ12において機関回転数及び機関負荷に基づき算出されたディレイ判定値C1、C2がそのまま燃焼モードの切り換えにかかるディレイ時間の設定に用いられることとなる。

【0240】

一方、ステップ800において否定判断がなされれば、すなわち上記のような特定の運転条件を除く所定運転条件を満たしていると判断されれば（ステップ800：NO）、ステップ801において、そのときのエンジン10が過渡運転状態にあるか否かを判断する。

20

【0241】

ここで過渡運転状態にあれば（ステップ801：YES）、ステップ802において、例えば図9のステップ201～203と同様の処理によって、定常運転状態に比してディレイ時間が短縮されるように、過渡度合θに応じて各ディレイ判定値C1、C2を変更する。すなわち、このときには機関回転数及び機関負荷に加え、更に過渡度合θを加味して算出されたディレイ判定値を用いて、燃焼モードの切り換えにかかるディレイ時間を設定する。

【0242】

一方、過渡運転状態になければ（ステップ801：NO）、そのまま本ルーチンの処理を抜ける。このときにも、やはり機関回転数及び機関負荷に基づき算出されたディレイ判定値C1、C2がそのまま燃焼モードの切り換えにかかるディレイ時間の設定に用いられることとなる。

30

【0243】

このように、本実施形態では、ディレイ時間の短縮によるショックの著しい増大をもたらす特定の運転条件にあるとき、すなわち均質燃焼モードの切り換え要求がなされた時点でエンジン10がEGRが大量に導入されている軽負荷運転状態にあるときには、エンジン10が過渡運転状態にあっても、定常運転状態と同じ十分なディレイ時間を設けて均質燃焼への燃焼モードの切り換えを行うようにしている。

【0244】

以上の本実施形態によれば、上記（1）（3）（4）に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

40

（14）本実施形態では、EGRが大量導入されている軽負荷運転状態にあるときを除くように設定された所定運転条件を満たしていて、且つエンジン10が過渡運転状態にあれば、成層燃焼から均質燃焼への燃焼モードの切り換えに際してのディレイ時間を短縮するようにしている。これにより、ディレイ時間の短縮によってショックが著しく増大して、過渡運転状態にあってもドライバビリティの悪化を招く特定の運転条件下では、エンジン10の過渡度合θに応じたディレイ時間の短縮がなされないようになる。したがって、燃焼モードの切り換えにかかるNOxエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制しつつ、更に適切にドライバビリティの悪化を抑制することができる。

【0245】

50

なお、上記実施形態では、EGRが大量導入されている軽負荷運転領域を除くように設定された所定運転条件において、過渡運転状態でのディレイ時間の短縮を行っているが、そうした条件は適宜に変更してもよい。要は、成層燃焼から均質燃焼への燃焼モードの切り換えにかかるディレイ時間の短縮が、過渡運転状態であれドライバビリティの悪化を招くような特定の運転条件を除くように上記所定運転条件を設定すれば、燃焼モードの切り換えにかかるNO_xエミッションの悪化や成層燃焼音の増大を効果的に抑制しつつ、更に適切にドライバビリティの悪化を抑制することができる。

【0246】

(第10実施形態)

次に、本発明にかかる内燃機関の燃焼制御装置を具体化した第10実施形態について、第10実施形態と異なる点を中心に説明する。 10

【0247】

上述したように、エンジン10の負荷が成層燃焼の許容限界を超えてしまうと、成層燃焼を好適に継続できなくなる。このため上記第6実施形態では、エンジン10の負荷が所定の高負荷領域に移行したときには、ディレイ時間の経過を待たずして均質燃焼モードへと直ちに切り換えることで、好ましくない条件での成層燃焼の継続を回避するようにしている。

【0248】

ただし、特定の運転条件下では、十分なディレイ時間を経ずして均質燃焼モードへの切り換えを実行すれば、失火によるショックの増大を招くことも上述した通りである。このため、そうした特定の運転条件下において、所定の高負荷領域への移行とともに直ちに燃焼モードを切り換えてしまえば、たとえ高負荷運転領域においても無視し得ないような大きなショックが発生して、ドライバビリティの悪化を招くこととなる。 20

【0249】

そこで本実施形態では、上述したような所定の高負荷領域への移行による均質燃焼モードへの強制的な切り換えが好ましくない所定運転条件では、均質燃焼モードへの切り換えが完了するまでの期間、機関負荷が所定の高負荷領域に移行することを制限するようにしている。そしてこれにより、そうした運転条件では、エンジン10の負荷を成層燃焼を好適に継続可能な領域に保持したまま、しかも十分なディレイ時間を確保して、均質燃焼モードへの切り換えを行うようにしている。 30

【0250】

図26は、こうした本実施形態での「ディレイ時間補正ルーチン」を示すフローチャートであり、先の「均質燃焼モードへの切換制御ルーチン」中のサブルーチン処理として、図4のステップ20に処理が移行した際に実行される。

【0251】

さて処理が本ルーチンに移行すると、ECU27はまずステップ900において、均質燃焼モードへの切り換え要求がなされた時点において、エンジン10が軽負荷運転領域にあり、且つEGR弁16の開度が所定開度よりも大きくてEGRの大量導入がなされていたか否かが判断される。すなわち、ディレイ時間を待たずに行われる均質燃焼モードへの強制的な切り換えが好ましくない運転条件にあるか否かが判断される。 40

【0252】

ここで否定判断がなされると(ステップ900:NO)、ECU27は、続くステップ901において、エンジン10のトルクが成層燃焼の許容最大トルク以上となっているか否かを判断する。ここで、許容最大トルク未満であれば(ステップ901:NO)、本ルーチンを抜け、図4のステップ30以降の処理を実施する。これにより、このときには図1のステップ11及びステップ12において機関回転数及び機関負荷に基づいて算出されたディレイ判定値C1、C2を用いて、均質燃焼モードへの切り換え時のディレイ時間が設定される。

【0253】

また、エンジン10のトルクが許容最大トルク以上となっていれば(ステップ901:Y 50

ＥＳ）、続くステップ９０２において、ＥＧＲ弁１６の開度変更からの経過時間の如何に拘わらず、強制的に燃焼モードを均質燃焼モードに切り換えるようにしている。

【０２５４】

一方、上記ステップ９００において肯定判断がなされれば（ＹＥＳ）、ＥＣＵ２７は続くステップ９０３において、均質燃焼モードへの切り換えが完了するまでの間、成層燃焼の許容最大トルクを超えないようにエンジン１０のトルクを制限して、成層燃焼の継続に好ましくない所定の高負荷領域への移行を禁止するようにしている。その後、本ルーチンを抜け、図４のステップ３０以降の処理を実施する。すなわち、このときには、上述のような機関回転数及び機関負荷に基づいて算出されたディレイ判定値Ｃ１、Ｃ２を用いて、均質燃焼モードへの切り換え時のディレイ時間が設定される。これにより、上記所定運転条件にあるときには、燃焼モード切り換え中のエンジン１０の負荷を成層燃焼を好適に継続可能な領域に保持したまま、十分なディレイ時間を確保して燃焼モードの切り換えがなされるようになる。

10

【０２５５】

以上説明した本実施形態の内燃機関の燃焼制御装置によれば、上記（１）（７）（８）に記載の効果に加え、更に以下に記載する効果を得ることができるようになる。

【０２５６】

（１５）本実施形態では、エンジン１０が成層燃焼の継続に好ましくない所定の高負荷条件に移行したときには、ディレイ時間の経過を待たず、直ちに均質燃焼モードへの切り換えを行うことで、好ましくない条件下で成層燃焼が行われることを回避するようにしている。その一方で、そうした強制的な均質燃焼モードへの切り換えが好ましくない所定運転条件にあるときには、均質燃焼モードに切り換えられるまでの期間、エンジン１０の負荷が所定の高負荷領域に移行することを制限するようにしている。このため、ディレイ時間の経過を待たずに行われる強制的な均質燃焼モードへの切り換えが好ましくない所定運転条件にあるときには、エンジン１０の負荷を成層燃焼を好適に維持可能な領域に保持し、十分な遅延時間を確保して燃焼モードの切り換えが行われるようになる。したがって、ドライバビリティの悪化を更に適切に抑制することができるようになる。

20

【０２５７】

なお、上記実施形態では、均質燃焼モードへの切り換え要求がなされた時点においてＥＧＲが大量導入されている軽負荷運転領域であることを条件として、所定の高負荷領域への移行を制限するようにしているが、条件は適宜に変更してもよい。要は、十分なディレイ時間を設定することなく均質燃焼モードへの切り換えを行うことが好ましくない運転条件にあるときに、均質燃焼モードに切り換えられるまでエンジン１０の所定の高負荷領域への移行することを制限するようにすれば、ドライバビリティの悪化を適切に抑制することができる。

30

【０２５８】

（その他の実施形態）

続いて、以上説明した各実施形態の変更例を以下に記載する。

・上記各実施形態の適用されるエンジンの構成は任意であり、要はエンジン運転状態に応じて成層燃焼モードと均質燃焼モードとの間で燃焼モードを切り換えるエンジンであって、ＥＧＲ弁の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから所定の遅延時間を経過した後に燃焼モードを切り換えるように成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを行うエンジンであれば、上記各実施形態にかかる燃焼制御装置を適用することができる。

40

【０２５９】

・上記各実施形態での成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えにかかる処理を適宜に組み合わせて実施してもよい。すなわち、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えにおいて、ＥＧＲ弁の開度を均質燃焼モードの要求開度に切り換えてから燃焼モードを切り換える迄の遅延時間を機関回転数及び機関負荷に基づき設定する構成に、以下の（イ）～（ル）の構成のうちから任意の複数を組み合わせて実施してもよい。

（イ）上記遅延時間を更にＥＧＲ弁の実開度に基づき設定する構成。

50

(ロ) 内燃機関が過渡運転状態にあれば、定常運転状態のときよりも上記遅延時間をより短くする構成。或いは、内燃機関が所定運転条件を満たしており、且つ過渡運転状態にあれば、定常運転状態のときよりも上記遅延時間をより短くする構成。

(ハ) 上記(ロ)において、過渡運転状態の度合いが大きな程、上記遅延時間をより短くする構成。

(ニ) ロックアップクラッチが解放状態若しくはスリップ状態にあれば、係合状態にあるときよりも上記遅延時間を短くする構成。

(ホ) 切り換える均質燃焼モードでの設定空燃比が理論空燃比よりもリッチであれば、その設定空燃比が理論空燃比であるときに比べ、上記遅延時間を短くする構成。

(ヘ) 上記遅延時間中に機関負荷が所定の高負荷領域に移行すれば、遅延時間の経過を待たずに均質燃焼モードに切り換える構成。或いは、それに加え、所定運転条件にあるときには、機関負荷が所定の高負荷領域に移行することを制限する構成。 10

(ト) 機関負荷が所定の低負荷領域にあれば、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する構成。

(チ) 上記(ト)において、機関負荷が上記所定の低負荷領域に移行することが予想されるときにも、成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを禁止する構成。

(リ) 上記(ト)または(チ)において、機関負荷が上記所定の低負荷領域から逸脱することが予想されるときには、同所定の低負荷領域にあっても成層燃焼モードから均質燃焼モードへの切り換えを許可する構成。

(ヌ) 上記(リ)において、そのときの切り換えを遅延時間の経過を待たずに実行する構成。 20

(ル) 上記遅延時間中に、スロットル弁を絞った状態で成層燃焼が継続されることで生じるポンピング損失分を補償すべく、燃料噴射量を増量補正する構成。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態にかかるエンジン及びその燃焼制御装置の構成を模式的に示す略図。

【図2】燃焼モードの切り換えにかかるエンジンの運転領域の設定例を示す略図。

【図3】エンジンの運転領域毎の要求ディレイ時間の変化傾向を概略的に示す略図。

【図4】上記第1実施形態における均質燃焼モードへの切換制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート。 30

【図5】同じく均質燃焼モードへの切換制御ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図6】同第1実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図7】本発明の第2実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図8】同第2実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図9】本発明の第3実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図10】同第3実施形態における過渡状態の算出態様を示す略図。

【図11】同第3実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図12】本発明の第4実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。 40

【図13】同第4実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図14】本発明の第5実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図15】同第5実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図16】燃焼モード切換中のエンジン運転状態の推移の一例を示す略図。

【図17】本発明の第6実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図18】同第6実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図19】燃焼モード切換中のエンジン運転状態の推移の一例を示す略図。 50

【図 20】 本発明の第 7 実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図 21】 同第 7 実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図 22】 同第 7 実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

【図 23】 本発明の第 8 実施形態にかかる燃焼モード切替時の燃料噴射量増量補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図 24】 同第 8 実施形態の制御態様の一例を示すタイムチャート。

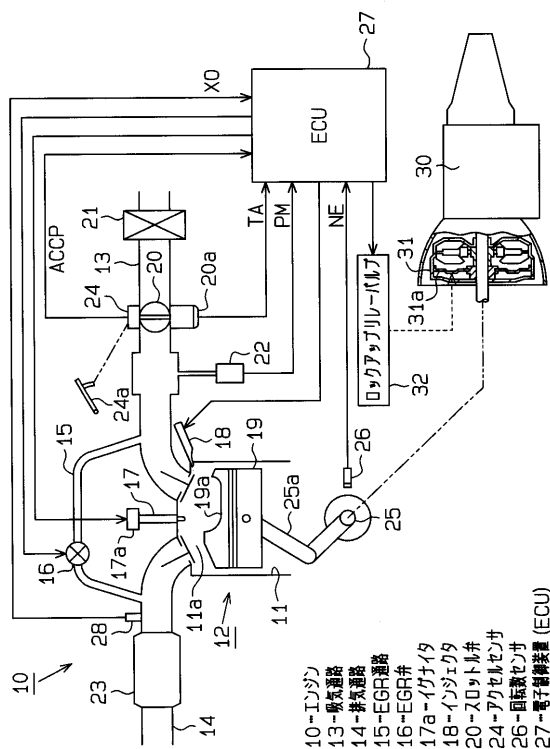
【図 25】 本発明の第 9 実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。

【図 26】 本発明の第 10 実施形態にかかるディレイ時間補正ルーチンの処理手順を示すフローチャート。 10

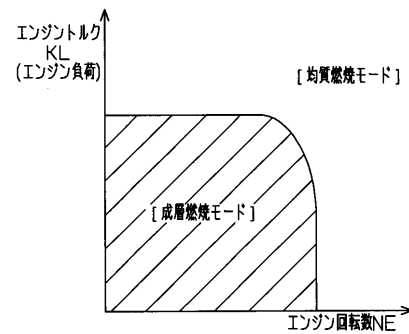
【符号の説明】

10…エンジン、13…吸気通路、14…排気通路、15…EGR通路、16…EGR弁、17…点火プラグ、17a…イグナイタ、18…インジェクタ、20…スロットル弁、20a…スロットルセンサ、22…圧力センサ、24…アクセルセンサ、24a…アクセルペダル、26…回転数センサ、27…電子制御装置（ECU）、30…変速機、31a…ロックアップクラッチ、32…ロックアップリレーバルブ。

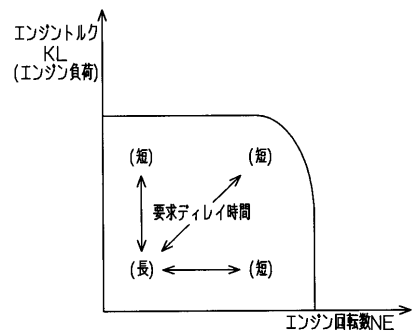
【図 1】



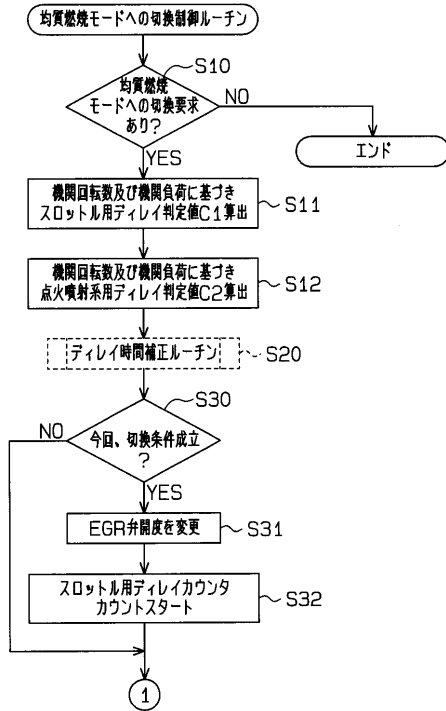
【図 2】



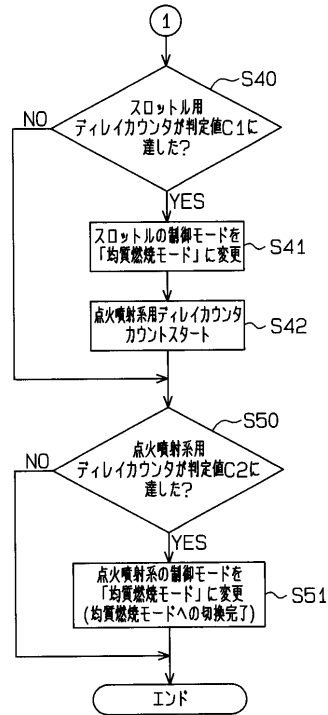
【図 3】



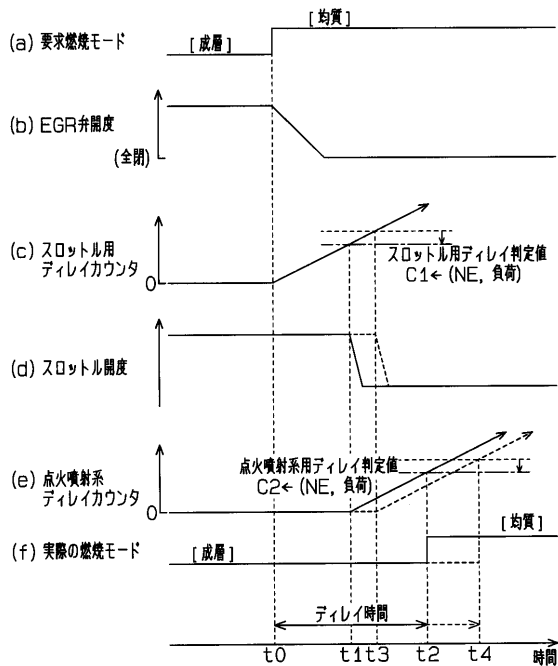
【図 4】



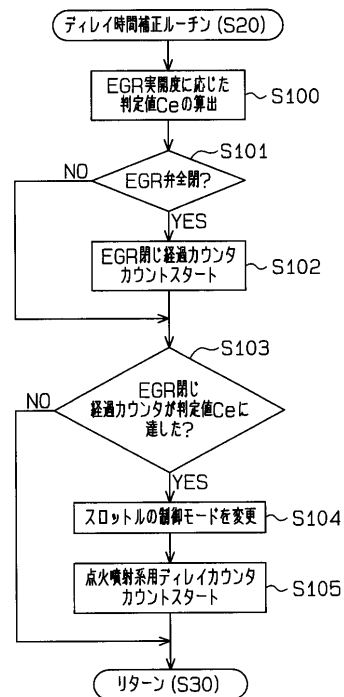
【図 5】



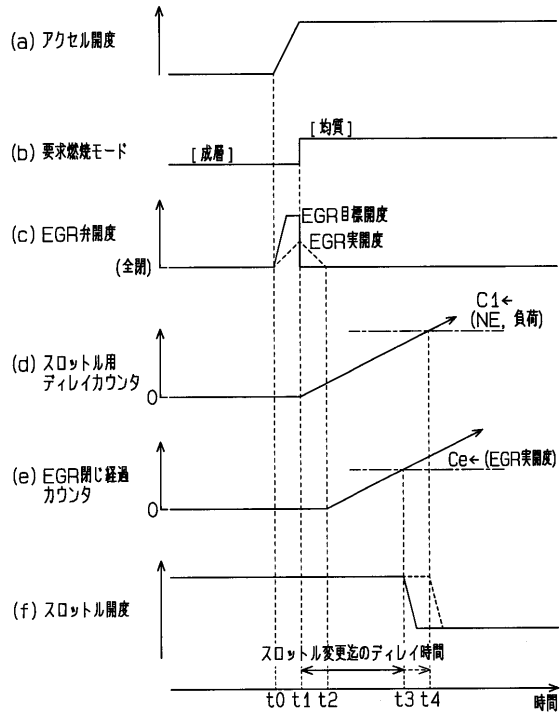
【図 6】



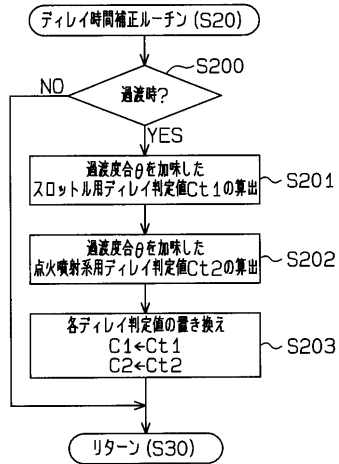
【図 7】



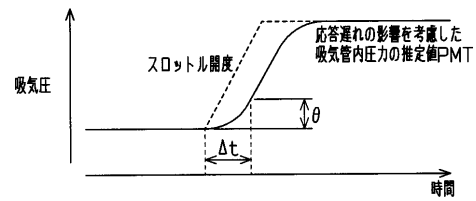
【図 8】



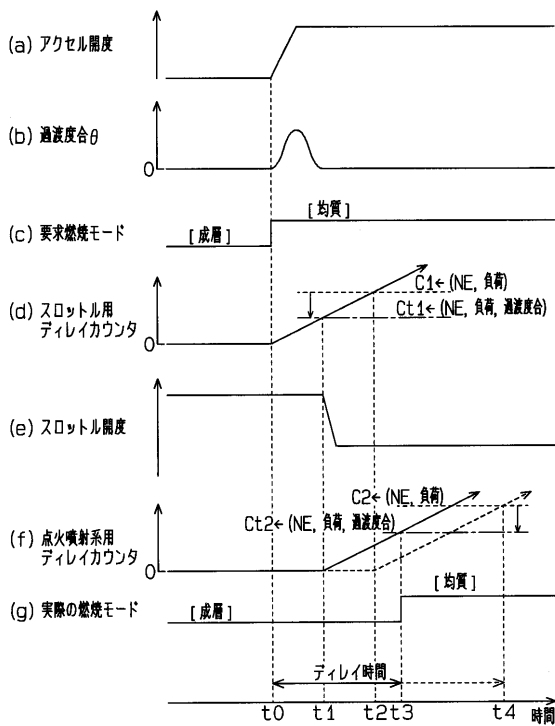
【図 9】



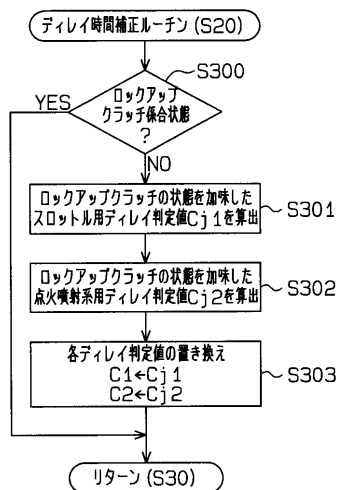
【図 10】



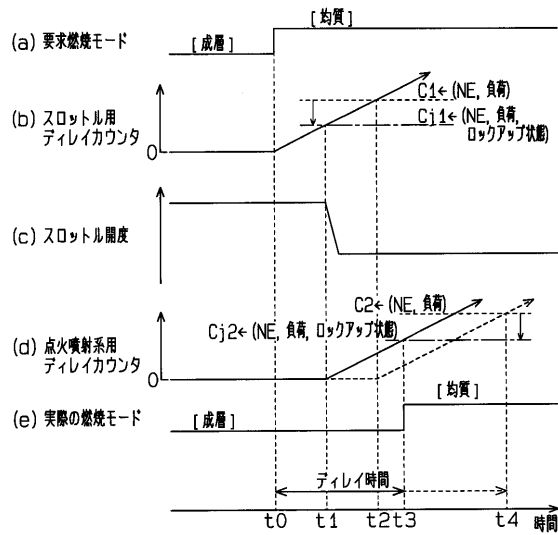
【図 11】



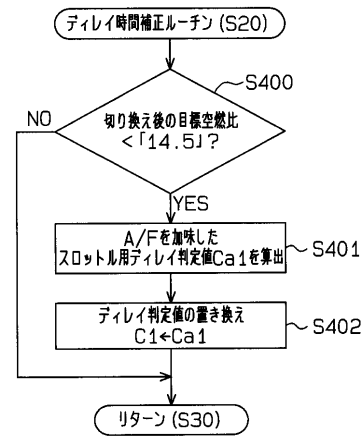
【図 12】



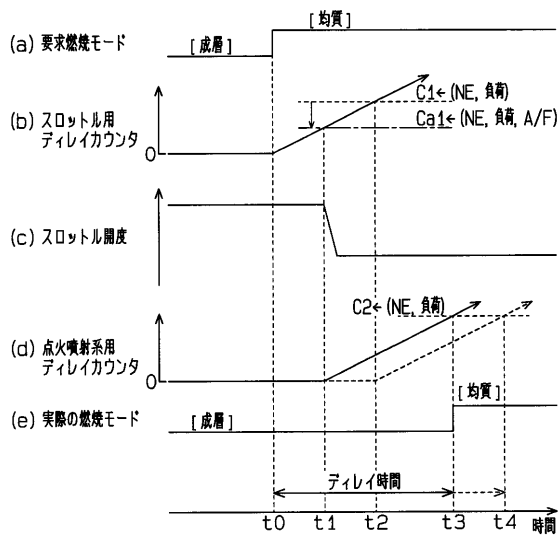
【図 13】



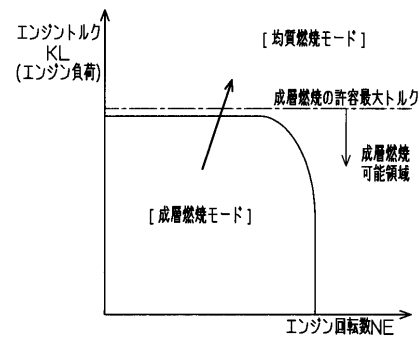
【図 14】



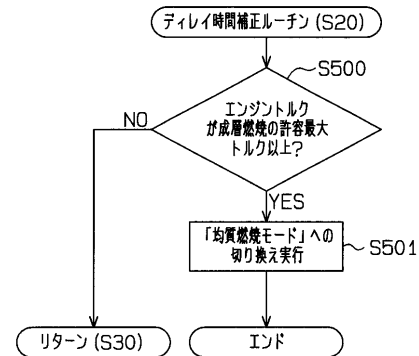
【図 15】



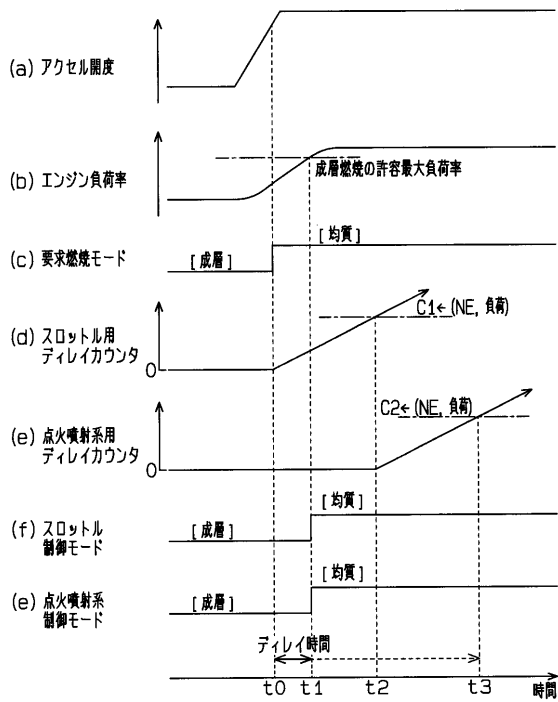
【図 16】



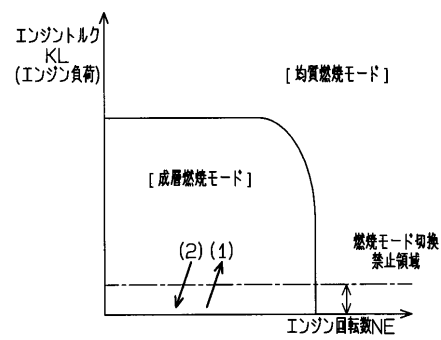
【図 17】



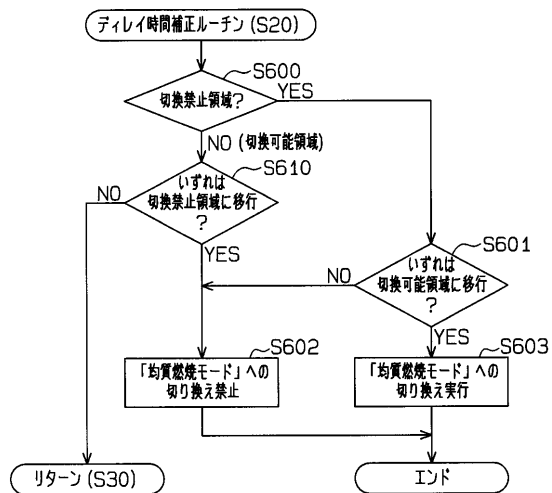
【図 18】



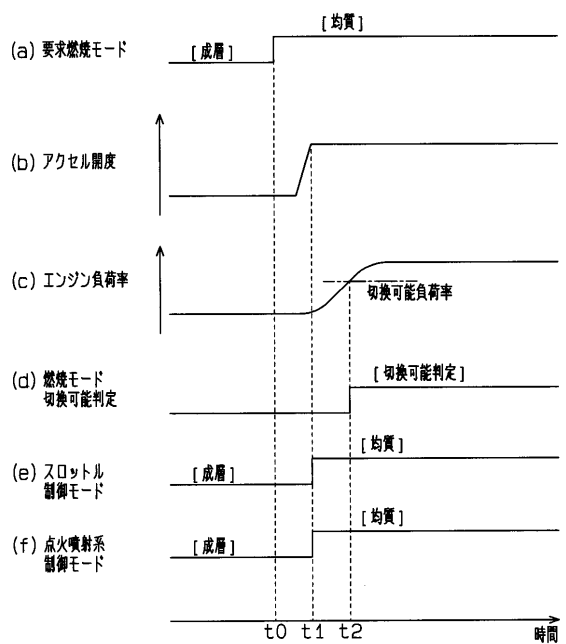
【図 19】



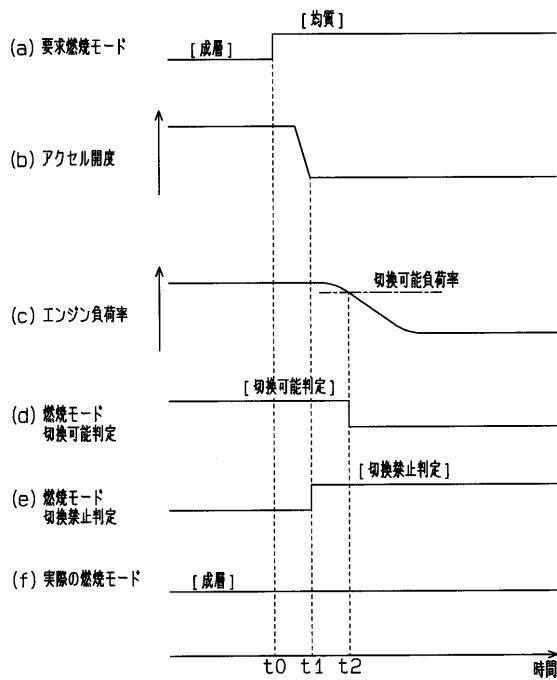
【図 20】



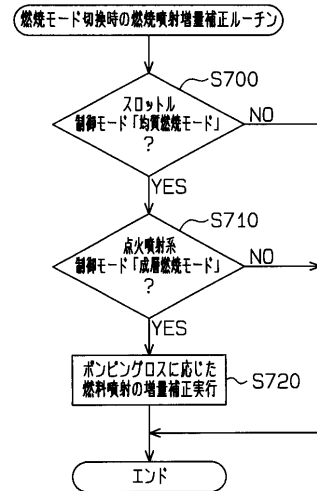
【図 21】



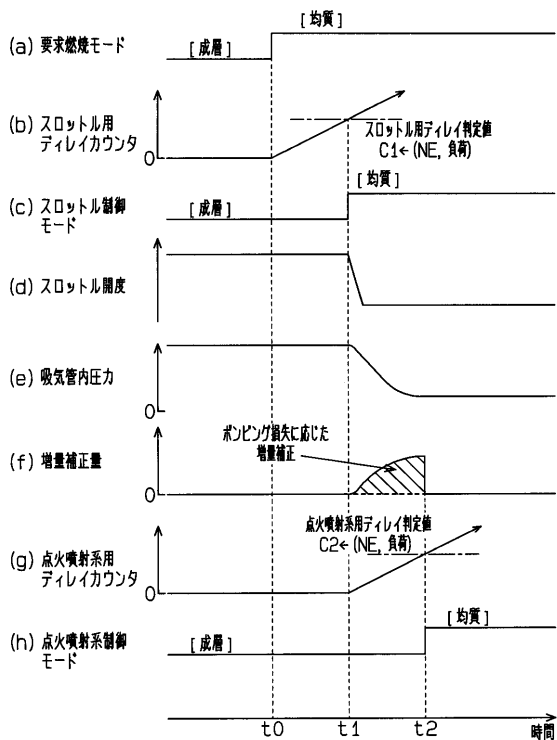
【図 2 2】



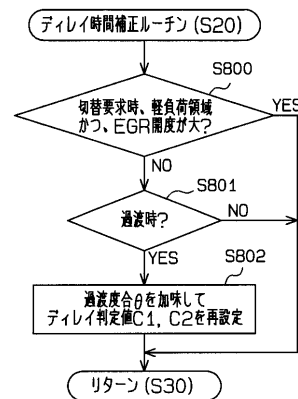
【図 2 3】



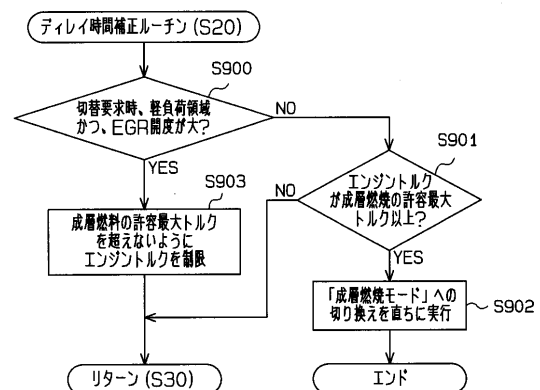
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F 0 2 M 25/07

F I

F 0 2 D 43/00 3 0 1 N

F 0 2 D 45/00 3 1 2 A

F 0 2 D 45/00 3 1 2 H

F 0 2 D 45/00 3 1 2 M

F 0 2 D 45/00 3 2 0 Z

F 0 2 M 25/07 5 5 0 R

(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

(72)発明者 高木 登

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車 株式会社 内

審査官 竹之内 秀明

(56)参考文献 特開平11-182297 (JP, A)

特開平11-159370 (JP, A)

特開平11-022505 (JP, A)

特開平08-193535 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F02D13/00-02、29/00-02

42/00-40、43/00-45/00

F02M25/07