

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4466337号
(P4466337)

(45) 発行日 平成22年5月26日 (2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日 (2010.3.5)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 3 O F

F O 2 D 41/02 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 3 O D

F O 2 D 41/06 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 3 O L

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 3 O A

F O 2 M 63/00 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 3 O F

請求項の数 9 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-328063 (P2004-328063)
 (22) 出願日 平成16年11月11日 (2004.11.11)
 (65) 公開番号 特開2006-57624 (P2006-57624A)
 (43) 公開日 平成18年3月2日 (2006.3.2)
 審査請求日 平成19年1月22日 (2007.1.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-214627 (P2004-214627)
 (32) 優先日 平成16年7月22日 (2004.7.22)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 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 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100112715
 弁理士 松山 隆夫
 (74) 代理人 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 定金 伸治
 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】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒内に燃料を噴射するための第1の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第2の燃料噴射手段とを各気筒毎にそれぞれ備えた内燃機関の制御装置であって、

アイドル時の触媒暖機時であるときには、成層燃焼を行なうように、前記第1の燃料噴射手段を制御するための手段と、

アイドル時の触媒暖機時以外には、均質燃焼のみを行なうように、前記内燃機関の運転状態に対応させた情報に基づいて、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とを制御するための制御手段とを含む、内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記情報は、前記内燃機関の温度が異なると、前記第1の燃料噴射手段および前記第2の燃料噴射手段の制御領域が異なるように設定された情報であって、

前記制御装置は、前記内燃機関の温度を検知するための検知手段をさらに含み、

前記制御手段は、前記検知された温度および前記情報に基づいて、燃料噴射手段を制御するための手段を含む、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記情報は、内燃機関の温度が低いほど、前記第2の燃料噴射手段の制御領域が高回転数領域まで拡大する情報である、請求項1または2に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記情報は、予め定められた高回転数領域では第1の燃料噴射手段のみが使用される情

報である、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記情報は、予め定められた高負荷領域では第 1 の燃料噴射手段のみが使用される情報である、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記情報は、内燃機関の温度が高いときであって、予め定められた低負荷領域では第 1 の燃料噴射手段のみが使用される情報である、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記情報は、内燃機関の温度が低いときであって、予め定められた低負荷領域では第 2 の燃料噴射手段のみが使用される情報である、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

10

【請求項 8】

前記情報は、内燃機関の回転数と負荷率とにより規定される、前記第 1 の燃料噴射手段と前記第 2 の燃料噴射手段との分担比率を表わす情報を含む、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

前記第 1 の燃料噴射手段は、筒内噴射用インジェクタであって、

前記第 2 の燃料噴射手段は、吸気通路用インジェクタである、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、筒内に向けて燃料を噴射する第 1 の燃料噴射手段（筒内噴射用インジェクタ）と吸気通路または吸気ポート内に向けて燃料を噴射する第 2 の燃料噴射手段（吸気通路噴射用インジェクタ）とを備えた内燃機関の制御装置に関し、特に、第 1 の燃料噴射手段と第 2 の燃料噴射手段との分担比率を決定する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

機関吸気通路内に燃料を噴射するための第 1 の燃料噴射弁（背景技術においては、吸気通路噴射用インジェクタ）と、機関燃焼室内に常時燃料を噴射するための第 2 の燃料噴射弁（背景技術においては、筒内噴射用インジェクタ）とを具備し、機関負荷が予め定められた設定負荷よりも低いときには第 1 燃料噴射弁（吸気通路噴射用インジェクタ）からの燃料噴射を停止すると共に機関負荷が設定負荷よりも高いときには第 1 燃料噴射弁（吸気通路噴射用インジェクタ）から燃料を噴射するようにした内燃機関が公知である。

30

【0003】

また、このような内燃機関において、成層燃焼と均質燃焼とを内燃機関の運転状態に応じて切換えるようにした内燃機関が公知である。成層燃焼とは、圧縮行程中に筒内噴射用インジェクタから燃料を噴射して点火プラグ周辺に集中的に層状の混合気を形成して、燃料を希薄燃焼させる。均質燃焼とは、燃焼室内に燃料を拡散させて均質の混合気を形成して、燃料を燃焼させる。

40

【0004】

特開 2001 - 20837 号公報（特許文献 1）は、成層燃焼および均質燃焼を運転状態により切換えるエンジンであって、燃焼室内に直接燃料を噴射する主燃料噴射弁と各気筒の吸気ポートに燃料を噴射する副燃料噴射弁とを有するエンジンの燃料噴射制御装置を開示する。このエンジンの燃料噴射制御装置は、成層燃焼と均質燃焼とを運転状態に応じて切換えるエンジンの制御装置であって、燃焼室内に直接燃料を噴射する主燃料噴射弁を設けると共に、各気筒の吸気ポートに燃料を噴射する副燃料噴射弁を設け、主燃料噴射弁と副燃料噴射弁の燃料噴射量の分担率を、エンジン運転状態に基づいて可変に設定することを特徴とする。

50

【 0 0 0 5 】

このエンジンの燃料噴射制御装置によると、成層燃焼は、主燃料噴射弁から燃焼室内に直接噴射する燃料のみで賄い、均質燃焼を主燃料噴射弁と副燃料噴射弁とを併用（場合によっては副燃料噴射弁のみの使用も可能）することで、高出力エンジンであっても主燃料噴射弁の容量を小さく押さえることができ、以って、アイドルなどの低負荷領域での主燃料噴射弁の噴射期間 - 噴射量特性のリニアリティが高められ、噴射量制御精度の向上により、成層燃焼を良好に維持でき、アイドルなど低負荷運転の安定性が向上する。均質燃焼時に主燃料噴射弁と副燃料噴射弁とを併用して、直接燃料噴射の利点と、吸気ポート噴射の利点とを活かすことにより、均質燃焼も良好に維持できる。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 0 8 3 7 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

特許文献 1 に開示されたエンジンの燃料噴射制御装置においては、成層燃焼と均質燃焼とを使い分けているため、点火制御、噴射制御、スロットル制御が複雑になり、それぞれの燃焼形態に応じた制御プログラムが必要になる。特に、この燃焼形態の切換時には、これらの制御を大きく変更する必要がある、過渡時に良好な制御（燃費、排気浄化性能）を実現することが難しい。また、希薄燃焼となる成層燃焼領域においては三元触媒が機能しないのでリーン NO_x 触媒を用いなければならないが、コストアップとなる。

【 0 0 0 7 】

20

このような観点から、成層燃焼と均質燃焼との切換時の制御が必要でなく、高コストのリーン NO_x 触媒の必要もない、成層燃焼を行なわず、全域において均質燃焼を行なう筒内噴射用インジェクタのみを備えた直噴エンジンが開発された。

【 0 0 0 8 】

しかしながら、このような直噴エンジンにおいては、筒内噴射用インジェクタのみで全域における均質燃焼を行なうので、エンジン低回転、高負荷時には均質度が低くトルク変動が大きくなる可能性がある。なお、上述した特許文献 1 においては、均質燃焼が行なわれる領域ではエンジン出力（回転数、負荷）の増大に応じて吸気ポートに燃料を噴射する副燃料噴射弁の分担率が増大するように設定されているという開示しかなく、上述した問題点の解決策にならない。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の課題を解決するためになされたものであって、その目的は、筒内に燃料を噴射する第 1 の燃料噴射手段と吸気通路に燃料を噴射する第 2 の燃料噴射手段とで噴射燃料を分担する内燃機関において、成層燃焼と均質燃焼との組合せによる問題も、直噴エンジンにおける均質燃焼の問題も解決できる、内燃機関の制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

第 1 の発明に係る制御装置は、筒内に燃料を噴射するための第 1 の燃料噴射手段と吸気通路内に燃料を噴射するための第 2 の燃料噴射手段とを備えた内燃機関を制御する。この制御装置は、内燃機関が通常運転状態であるか否かを判断するための判断手段と、通常運転状態であると判断された場合には、均質燃焼のみを行なうように、内燃機関の運転状態に対応させた情報に基づいて、第 1 の燃料噴射手段と第 2 の燃料噴射手段とを制御するための制御手段とを含む。

40

【 0 0 1 1 】

第 1 の発明によると、第 1 の燃料噴射手段（たとえば筒内噴射用インジェクタ）と第 2 の燃料噴射手段（たとえば吸気通路噴射用インジェクタ）とで分担して燃料を噴射しているときに、たとえば内燃機関の温間時と冷間時とを区別して設定された、内燃機関の運転状態（たとえば内燃機関の回転数と負荷とで定まる運転状態）に基づく筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとの噴き分け制御を行なう。このようにして、全領

50

域における均質燃焼を実現して、従来技術の問題点を解決できる。なお、通常運転時以外としては、たとえばアイドル時の触媒暖機運転がその一例として挙げることができる。その結果、筒内に燃料を噴射する第１の燃料噴射手段と吸気通路に燃料を噴射する第２の燃料噴射手段とで噴射燃料を分担する内燃機関において、成層燃焼と均質燃焼との組合せによる問題も、直噴エンジンにおける均質燃焼の問題も解決できる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

【００１２】

第２の発明に係る制御装置においては、第１の発明の構成に加えて、情報は、内燃機関の温度が異なると、第１の燃料噴射手段および第２の燃料噴射手段の制御領域が異なるように設定された情報である。制御装置は、内燃機関の温度を検知するための検知手段をさらに含む。制御手段は、検知された温度および情報に基づいて、燃料噴射手段を制御するための手段を含む。

10

【００１３】

第２の発明によると、内燃機関の温度に基づいて（たとえば内燃機関の温間時と冷間時とを区別して）筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとの噴き分け率を設定したり、内燃機関の温度をパラメータとして筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとの噴き分け率を設定したりする。このように内燃機関の温度により、特性の異なる燃料供給インジェクタの領域を可変とすることで、デュアルインジェクタを有する高性能の内燃機関の制御装置を提供することができる。

【００１４】

20

第３の発明に係る制御装置においては、第１または第２の発明の構成に加えて、情報は、内燃機関の温度が低いほど、第２の燃料噴射手段の制御領域が高回転数領域まで拡大する情報である。

【００１５】

第３の発明によると、内燃機関の温度が低いほど、筒内噴射用インジェクタのデポジット堆積が抑制されるので、吸気通路噴射用インジェクタ噴射領域（分担領域を含む）を大きくとり、混合気の均質性を向上させることができる。

【００１６】

第４の発明に係る制御装置においては、第１～３のいずれかの発明の構成に加えて、情報は予め定められた高回転数領域では第１の燃料噴射手段のみが使用される情報である。

30

【００１７】

第５の発明に係る制御装置においては、第１～４のいずれかの発明の構成に加えて、情報は、予め定められた高負荷領域では第１の燃料噴射手段のみが使用される情報である。

【００１８】

第４，５の発明によると、吸気量が十分な高回転数領域や高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタのみによる燃料噴射でも混合気が均質になりやすく、その領域では高出力が発生可能な筒内噴射用インジェクタのみで燃料を噴射することで、内燃機関の性能を向上させることができる。

【００１９】

第６の発明に係る制御装置においては、第１～５のいずれかの発明の構成に加えて、判断手段は、アイドル時の触媒暖機時は内燃機関が非通常運転状態であると判断するための手段を含む。制御装置は、非通常運転状態であるときには、成層燃焼を行なうように、第１の燃料噴射手段を制御するための手段をさらに含む。

40

【００２０】

第６の発明によると、非通常運転状態である触媒暖機中は成層燃焼することにより触媒暖機を促進しつつ、通常運転状態である他の領域では（内燃機関の温間時も冷間時も）均質燃焼とするため、制御を複雑化させることはない。

【００２１】

なお、ここでいう成層燃焼には、成層燃焼と以下に示す弱成層燃焼の双方を含むものである。弱成層燃焼とは、吸気通路噴射用インジェクタを吸気行程で燃料噴射して燃焼室全

50

体にリーンで均質な混合気を生成して、さらに筒内噴射用インジェクタを圧縮行程で燃料噴射して点火プラグ周りにリッチな混合気を生成して、燃焼状態の向上を図るものである。このような弱成層燃焼は触媒暖機時に好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、触媒暖機時には高温の燃焼ガスを触媒に到達させるために点火時期を大幅に遅角させ、かつ良好な燃焼状態（アイドル状態）を維持する必要がある。また、ある程度の燃料量を供給する必要がある。これを成層燃焼で行なおうとしても燃料量が少ないという問題があり、これを均質燃焼で行なおうとしても良好な燃焼を維持するために遅角量が成層燃焼に比べて小さいという問題がある。このような観点から、上述した弱成層燃焼を触媒暖機時に用いることが好ましいが、成層燃焼および弱成層燃焼のいずれであっても構わない。

【 0 0 2 2 】

10

第 7 の発明に係る制御装置においては、第 1 ～ 6 のいずれかの発明の構成に加えて、情報は、内燃機関の温度が高いときであって、予め定められた低負荷領域では第 1 の燃料噴射手段のみが使用される情報である。

【 0 0 2 3 】

第 7 の発明によると、内燃機関の温間時においては、筒内噴射用インジェクタの噴口温度が高く、噴口にデポジットが堆積しやすい。しかしながら、筒内噴射用インジェクタを使って燃料を噴射することにより噴口温度を低下させることができるので、デポジットの堆積を回避することが考えられ、また、筒内噴射用インジェクタの最小燃料噴射量を確保して、筒内噴射用インジェクタを閉塞させないことを考え、このような領域において筒内噴射用インジェクタを用い均質燃焼を実現できる。

20

【 0 0 2 4 】

第 8 の発明に係る制御装置においては、第 1 ～ 7 のいずれかの発明の構成に加えて、情報は、内燃機関の温度が低いときであって、予め定められた低負荷領域では第 2 の燃料噴射手段のみが使用される情報である。

【 0 0 2 5 】

第 8 の発明によると、内燃機関の冷間時において、内燃機関の負荷が低い場合には、吸気量も低いため燃料が霧化しにくい。このような領域においては、筒内噴射用インジェクタによる燃料噴射では良好な燃焼が困難であるため、また、特に低負荷および低回転数の領域では筒内噴射用インジェクタを用いた高出力を必要としないため、筒内噴射用インジェクタを用いなく、吸気通路噴射用インジェクタのみを用いて混合気の均質性を向上させることができる。

30

【 0 0 2 6 】

第 9 の発明に係る制御装置においては、第 1 ～ 8 のいずれかの発明の構成に加えて、情報は、内燃機関の回転数と負荷率とにより規定される、第 1 の燃料噴射手段と第 2 の燃料噴射手段との分担比率を表わす情報を含む。

【 0 0 2 7 】

第 9 の発明によると、内燃機関の回転数と負荷率とにより筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとの燃料噴射量の分担率を定めておいて、いずれの回転数および負荷率においても、通常運転時には均質燃焼を実現させることができる。

【 0 0 2 8 】

40

第 10 の発明に係る制御装置においては、第 1 ～ 9 のいずれかの発明の構成に加えて、第 1 の燃料噴射手段は、筒内噴射用インジェクタであって、第 2 の燃料噴射手段は、吸気通路用インジェクタである。

【 0 0 2 9 】

第 10 の発明によると、第 1 の燃料噴射手段である筒内噴射用インジェクタと第 2 の燃料噴射手段である吸気通路噴射用インジェクタとを別個に設けて噴射燃料を分担する内燃機関において、成層燃焼と均質燃焼との組合せによる問題も、直噴エンジンにおける均質燃焼の問題も解決できる、内燃機関の制御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 0 】

50

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同じである。したがってそれらについての詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 3 1 】

図 1 に、本発明の実施の形態に係る内燃機関の制御装置であるエンジン E C U (Electronic Control Unit) で制御されるエンジンシステムの概略構成図を示す。なお、図 1 には、エンジンとして直列 4 気筒ガソリンエンジンを示すが、本発明はこのようなエンジンに限定されるものではない。

【 0 0 3 2 】

図 1 に示すように、エンジン 1 0 は、4 つの気筒 1 1 2 を備え、各気筒 1 1 2 はそれぞれ対応するインテークマニホールド 2 0 を介して共通のサージタンク 3 0 に接続されている。サージタンク 3 0 は、吸気ダクト 4 0 を介してエアクリーナ 5 0 に接続され、吸気ダクト 4 0 内にはエアフローメータ 4 2 が配置されるとともに、電動モータ 6 0 によって駆動されるスロットルバルブ 7 0 が配置されている。このスロットルバルブ 7 0 は、アクセルペダル 1 0 0 とは独立してエンジン E C U (Electronic Control Unit) 3 0 0 の出力信号に基づいてその開度が制御される。一方、各気筒 1 1 2 は共通のエキゾーストマニホールド 8 0 に連結され、このエキゾーストマニホールド 8 0 は三元触媒コンバータ 9 0 に連結されている。

【 0 0 3 3 】

各気筒 1 1 2 に対しては、筒内に向けて燃料を噴射するための筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 と、吸気ポートまたは / および吸気通路内に向けて燃料を噴射するための吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 とがそれぞれ設けられている。これらインジェクタ 1 1 0 、 1 2 0 はエンジン E C U 3 0 0 の出力信号に基づいてそれぞれ制御される。また、各気筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 は共通の燃料分配管 1 3 0 に接続されており、この燃料分配管 1 3 0 は燃料分配管 1 3 0 に向けて流通可能な逆止弁 1 4 0 を介して、機関駆動式の高圧燃料ポンプ 1 5 0 に接続されている。なお、本実施の形態においては、2 つのインジェクタが別個に設けられた内燃機関について説明するが、本発明はこのような内燃機関に限定されない。たとえば、筒内噴射機能と吸気通路噴射機能とを併せ持つような 1 個のインジェクタを有する内燃機関であってもよい。

【 0 0 3 4 】

図 1 に示すように、高圧燃料ポンプ 1 5 0 の吐出側は電磁スピル弁 1 5 2 を介して高圧燃料ポンプ 1 5 0 の吸入側に連結されており、この電磁スピル弁 1 5 2 の開度が小さいときほど、高圧燃料ポンプ 1 5 0 から燃料分配管 1 3 0 内に供給される燃料量が増大され、電磁スピル弁 1 5 2 が全開にされると、高圧燃料ポンプ 1 5 0 から燃料分配管 1 3 0 への燃料供給が停止されるように構成されている。なお、電磁スピル弁 1 5 2 はエンジン E C U 3 0 0 の出力信号に基づいて制御される。

【 0 0 3 5 】

一方、各吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 は、共通する低圧側の燃料分配管 1 6 0 に接続されており、燃料分配管 1 6 0 および高圧燃料ポンプ 1 5 0 は共通の燃料圧レギュレータ 1 7 0 を介して、電動モータ駆動式の低圧燃料ポンプ 1 8 0 に接続されている。さらに、低圧燃料ポンプ 1 8 0 は燃料フィルタ 1 9 0 を介して燃料タンク 2 0 0 に接続されている。燃料圧レギュレータ 1 7 0 は低圧燃料ポンプ 1 8 0 から吐出された燃料の燃料圧が予め定められた設定燃料圧よりも高くなると、低圧燃料ポンプ 1 8 0 から吐出された燃料の一部を燃料タンク 2 0 0 に戻すように構成されており、したがって吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 に供給されている燃料圧および高圧燃料ポンプ 1 5 0 に供給されている燃料圧が上記設定燃料圧よりも高くなるのを阻止している。

【 0 0 3 6 】

エンジン E C U 3 0 0 は、デジタルコンピュータから構成され、双方向性バス 3 1 0 を介して相互に接続された R O M (Read Only Memory) 3 2 0 、 R A M (Random Access Memory) 3 3 0 、 C P U (Central Processing Unit) 3 4 0 、入力ポート 3 5 0 および出力ポー

10

20

30

40

50

ト 3 6 0 を備えている。

【 0 0 3 7 】

エアフローメータ 4 2 は吸入空気量に比例した出力電圧を発生し、このエアフローメータ 4 2 の出力電圧は A / D 変換器 3 7 0 を介して入力ポート 3 5 0 に入力される。エンジン 1 0 には機関冷却水温に比例した出力電圧を発生する水温センサ 3 8 0 が取付けられ、この水温センサ 3 8 0 の出力電圧は、A / D 変換器 3 9 0 を介して入力ポート 3 5 0 に入力される。

【 0 0 3 8 】

燃料分配管 1 3 0 には燃料分配管 1 3 0 内の燃料圧に比例した出力電圧を発生する燃料圧センサ 4 0 0 が取付けられ、この燃料圧センサ 4 0 0 の出力電圧は、A / D 変換器 4 1 0 を介して入力ポート 3 5 0 に入力される。三元触媒コンバータ 9 0 上流のエキゾーストマニホールド 8 0 には、排気ガス中の酸素濃度に比例した出力電圧を発生する空燃比センサ 4 2 0 が取付けられ、この空燃比センサ 4 2 0 の出力電圧は、A / D 変換器 4 3 0 を介して入力ポート 3 5 0 に入力される。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態に係るエンジンシステムにおける空燃比センサ 4 2 0 は、エンジン 1 0 で燃焼された混合気の空燃比に比例した出力電圧を発生する全域空燃比センサ（リニア空燃比センサ）である。なお、空燃比センサ 4 2 0 としては、エンジン 1 0 で燃焼された混合気の空燃比が理論空燃比に対してリッチであるかリーンであるかをオン・オフ的に検出する O_2 センサを用いてもよい。

【 0 0 4 0 】

アクセルペダル 1 0 0 は、アクセルペダル 1 0 0 の踏み込み量に比例した出力電圧を発生するアクセル開度センサ 4 4 0 に接続され、アクセル開度センサ 4 4 0 の出力電圧は、A / D 変換器 4 5 0 を介して入力ポート 3 5 0 に入力される。また、入力ポート 3 5 0 には、機関回転数を表わす出力パルスを発生する回転数センサ 4 6 0 が接続されている。エンジン E C U 3 0 0 の R O M 3 2 0 には、上述のアクセル開度センサ 4 4 0 および回転数センサ 4 6 0 により得られる機関負荷率および機関回転数に基づき、運転状態に対応させて設定されている燃料噴射量の値や機関冷却水温に基づく補正值などが予めマップ化されて記憶されている。

【 0 0 4 1 】

図 2 および図 3 を参照して、エンジン 1 0 の運転状態に対応させた情報である、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 と吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 との噴き分け比率（以下、D I 比率（ r ）とも記載する。）を表わすマップについて説明する。これらのマップは、エンジン E C U 3 0 0 の R O M 3 2 0 に記憶される。図 2 は、エンジン 1 0 の温間用マップであって、図 3 は、エンジン 1 0 の冷間用マップである。

【 0 0 4 2 】

図 2 および図 3 に示すように、これらのマップは、エンジン 1 0 の回転数を横軸にして、負荷率を縦軸にして、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 の分担比率が D I 比率 r として百分率で示されている。

【 0 0 4 3 】

図 2 および図 3 に示すように、エンジン 1 0 の回転数と負荷率とに定まる運転領域ごとに、D I 比率 r が設定されている。「D I 比率 $r = 100\%$ 」とは、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 からのみ燃料噴射が行なわれる領域であることを意味し、「D I 比率 $r = 0\%$ 」とは、吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 からのみ燃料噴射が行なわれる領域であることを意味する。「D I 比率 $r = 0\%$ 」、「D I 比率 $r = 100\%$ 」および「 $0\% < \text{D I 比率 } r < 100\%$ 」とは、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 と吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 とで燃料噴射が分担して行なわれる領域であることを意味する。なお、概略的には、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 は、出力性能の上昇に寄与し、吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 は、混合気の均一性に寄与する。このような特性の異なる 2 種類のインジェクタを、エンジン 1 0 の回転数と負荷率とで使い分けることにより、エンジン 1 0 が通常運転

10

20

30

40

50

状態（たとえば、アイドル時の触媒暖機時が、通常運転状態以外の非通常運転状態の一例であるといえる）である場合には、均質燃焼のみが行なわれるようにしている（第１の発明に対応）。

【００４４】

さらに、これらの図２および図３に示すように、温間時のマップと冷間時のマップとに分けて、筒内噴射用インジェクタ１１０と吸気通路噴射用インジェクタ１２０のＤＩ分担率 r を規定した。エンジン１０の温度が異なると、筒内噴射用インジェクタ１１０および吸気通路噴射用インジェクタ１２０の制御領域が異なるように設定されたマップを用いて、エンジン１０の温度を検知して、エンジン１０の温度が予め定められた温度しきい値以上であると図２の温間時のマップを選択して、そうではないと図３に示す冷間時のマップを選択する。それぞれ選択されたマップに基づいて、エンジン１０の回転数と負荷率とに基づいて、筒内噴射用インジェクタ１１０および／または吸気通路噴射用インジェクタ１２０を制御する（第２の発明に対応）。

【００４５】

図２および図３に設定されるエンジン１０の回転数と負荷率について説明する。図２の $NE(1)$ は $2500 \sim 2700$ rpmに設定され、 $KL(1)$ は $30 \sim 50\%$ 、 $KL(2)$ は $60 \sim 90\%$ に設定されている。また、図３の $NE(3)$ は $2900 \sim 3100$ rpmに設定されている。すなわち、 $NE(1) < NE(3)$ である。その他、図２の $NE(2)$ や、図３の $KL(3)$ 、 $KL(4)$ も適宜設定されている。

【００４６】

図２および図３を比較すると、図２に示す温間用マップの $NE(1)$ よりも図３に示す冷間用マップの $NE(3)$ の方が高い。これは、エンジン１０の温度が低いほど、吸気通路噴射用インジェクタ１２０の制御領域が高いエンジン回転数の領域まで拡大されるということを示す（第３の発明に対応）。すなわち、エンジン１０が冷えている状態であるので、（たとえ、筒内噴射用インジェクタ１１０から燃料を噴射しなくても）筒内噴射用インジェクタ１１０の噴口にデポジットが堆積しにくい。このため、吸気通路噴射用インジェクタ１２０を使って燃料を噴射する領域を拡大するように設定され、均質性を向上させることができる。

【００４７】

図２および図３を比較すると、エンジン１０の回転数が、温間用マップにおいては $NE(1)$ 以上の領域において、冷間用マップにおいては $NE(3)$ 以上の領域において、「 DI 比率 $r = 100\%$ 」である。また、負荷率が、温間用マップにおいては $KL(2)$ 以上の領域において、冷間用マップにおいては $KL(4)$ 以上の領域において、「 DI 比率 $r = 100\%$ 」である。これは、予め定められた高エンジン回転数領域では筒内噴射用インジェクタ１１０のみが使用されること、予め定められた高エンジン負荷領域では筒内噴射用インジェクタ１１０のみが使用されるということを示す（第４および第５の発明に対応）。すなわち、高回転領域や高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ１１０のみで燃料を噴射しても、エンジン１０の回転数や負荷が高く吸気量が多いので筒内噴射用インジェクタ１１０のみでも混合気を均質化しやすいためである。このようにすると、筒内噴射用インジェクタ１１０から噴射された燃料は燃焼室内で気化潜熱を伴い（燃焼室から熱を奪い）気化される。これにより、圧縮端での混合気の温度が下がる。これにより対ノッキング性能が向上する。また、燃焼室の温度が下がるので、吸入効率が向上し高出力が見込める。

【００４８】

図２に示す温間マップでは、負荷率 $KL(1)$ 以下では、筒内噴射用インジェクタ１１０のみが用いられる。これは、エンジン１０の温度が高いときであって、予め定められた低負荷領域では筒内噴射用インジェクタ１１０のみが使用されるということを示す（第７の発明に対応）。これは、温間時においてはエンジン１０が暖まった状態であるので、筒内噴射用インジェクタ１１０の噴口にデポジットが堆積しやすい。しかしながら、筒内噴射用インジェクタ１１０を使って燃料を噴射することにより噴口温度を低下させることが

できるので、デポジットの堆積を回避することも考えられ、また、筒内噴射用インジェクタの最小燃料噴射量を確保して、筒内噴射用インジェクタ１１０を閉塞させないことも考えられ、このために、筒内噴射用インジェクタ１１０を用いた領域としている。

【００４９】

図２および図３を比較すると、図３の冷間用マップにのみ「ＤＩ比率 $r = 0\%$ 」の領域が存在する。これは、エンジン１０の温度が低いときであって、予め定められた低負荷領域（ＫＬ（３）以下）では吸気通路噴射用インジェクタ１２０のみが使用されるということを示す（第８の発明に対応）。これはエンジン１０が冷えていてエンジン１０の負荷が低く吸気量も低いため燃料が霧化しにくい。このような領域においては筒内噴射用インジェクタ１１０による燃料噴射では良好な燃焼が困難であるため、また、特に低負荷および低回転数の領域では筒内噴射用インジェクタ１１０を用いた高出力を必要としないため、筒内噴射用インジェクタ１１０を用いなくて、吸気通路噴射用インジェクタ１２０のみを用いる。

10

【００５０】

また、通常運転時以外の場合、エンジン１０がアイドル時の触媒暖機時の場合（非通常運転状態であるとき）、成層燃焼を行なうように筒内噴射用インジェクタ１１０が制御される（第６の発明に対応）。このような触媒暖機運転中にのみ成層燃焼させることで、触媒暖機を促進させ、排気エミッションの向上を図る。

【００５１】

なお、このエンジン１０においては、均質燃焼は筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを吸気行程とすることにより、成層燃焼は筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを圧縮行程とすることにより実現できる。すなわち、筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを圧縮行程とすることで、点火プラグ周りにリッチ混合気が偏在させることにより燃焼室全体としてはリーンな混合気に着火する成層燃焼を実現することができる。また、筒内噴射用インジェクタ１１０の燃料噴射タイミングを吸気行程としても点火プラグ周りにリッチ混合気を偏在させることができれば、吸気行程噴射であっても成層燃焼を実現できる。

20

【００５２】

また、ここでいう成層燃焼には、成層燃焼と以下に示す弱成層燃焼の双方を含むものである。弱成層燃焼とは、吸気通路噴射用インジェクタ１２０を吸気行程で燃料噴射して燃焼室全体にリーンで均質な混合気を生成して、さらに筒内噴射用インジェクタ１１０を圧縮行程で燃料噴射して点火プラグ周りにリッチな混合気を生成して、燃焼状態の向上を図るものである。このような弱成層燃焼は触媒暖機時に好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、触媒暖機時には高温の燃焼ガスを触媒に到達させるために点火時期を大幅に遅角させ、かつ良好な燃焼状態（アイドル状態）を維持する必要がある。また、ある程度の燃料量を供給する必要がある。これを成層燃焼で行なおうとしても燃料量が少ないという問題があり、これを均質燃焼で行なおうとしても良好な燃焼を維持するために遅角量が成層燃焼に比べて小さいという問題がある。このような観点から、上述した弱成層燃焼を触媒暖機時に用いることが好ましいが、成層燃焼および弱成層燃焼のいずれであっても構わない。

30

40

【００５３】

図４を参照して、本発明の実施の形態に係る制御装置であるエンジンＥＣＵ３００で実行されるプログラムの制御構造について説明する。

【００５４】

ステップ（以下、ステップをＳと略す。）１００にて、エンジンＥＣＵ３００は、水温センサ３８０から入力されたデータに基づいてエンジン水温ＴＨＷを検知する。Ｓ１１０にて、エンジンＥＣＵ３００は、検知したエンジン水温ＴＨＷが予め定められた温度しきい値ＴＨＷ（ＴＨ）以上であるか否かを判断する。たとえば、このＴＨＷ（ＴＨ）は、７０～９０に設定される。エンジン水温ＴＨＷが温度しきい値ＴＨＷ（ＴＨ）以上であると（Ｓ１１０にてＹＥＳ）、処理はＳ１２０へ移される。もしそうでないと（Ｓ１１０に

50

てNO)、処理はS 1 3 0へ移される。

【0055】

S 1 2 0にて、エンジンECU300は、温間マップ(図2)を選択する。

【0056】

S 1 3 0にて、エンジンECU300は、冷間マップ(図3)を選択する。

【0057】

S 1 4 0にて、エンジンECU300は、エンジン10の回転数およびエンジン10の負荷率からDI比率 r を、選択したマップに基づいて算出する。エンジン10の回転数は、回転数センサ460から入力されたデータに基づいて、負荷率は、アクセル開度センサ440から入力されたデータや車両の走行状態に基づいて、それぞれ算出される。

10

【0058】

S 1 5 0にて、エンジンECU300は、DI比率 $r = 100\%$ であれば、筒内噴射用インジェクタ110の燃料噴射量、噴射時期を算出し、DI比率 $r = 0\%$ であれば、吸気通路噴射用インジェクタ120の燃料噴射量、噴射時期を算出し、DI比率 $r = 0\%$ またはDI比率 $r = 100\%$ であれば($0\% < \text{DI比率 } r < 100\%$)、筒内噴射用インジェクタ110の燃料噴射量、噴射時期および吸気通路噴射用インジェクタ120の燃料噴射量、噴射時期を算出する。

【0059】

S 1 6 0にて、エンジンECU300は、算出された燃料噴射量、噴射時期に基づいて、筒内噴射用インジェクタ110および吸気通路噴射用インジェクタ120を制御して噴射を実行する。

20

【0060】

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係る内燃機関の制御装置であるエンジンECU300により制御されるエンジン10の動作について、説明する。

【0061】

[エンジン始動時]

たとえば、エンジン10が冷えている状態においてエンジン10の始動直後は、図2～図4のいずれにも該当しない、非通常運転としてエンジン10がエンジンECU300により制御される。このとき、触媒が活性化されていない状態であって、この状態で排気ガスが大気に放出されることは避けなければならない。このため、この場合には成層燃焼モードとなり、筒内噴射用インジェクタ110により燃料が噴射されて、成層燃焼が行なわれる。この場合、このような成層燃焼が行なわれるのは、数秒間から数十秒間である。

30

【0062】

なお、ここでいう成層燃焼には、成層燃焼と以下に示す弱成層燃焼の双方を含むものである。弱成層燃焼とは、吸気通路噴射用インジェクタ120を吸気行程で燃料噴射して燃焼室全体にリーンで均質な混合気を生成して、さらに筒内噴射用インジェクタ110を圧縮行程で燃料噴射して点火プラグ周りにリッチな混合気を生成して、燃焼状態の向上を図るものである。このような弱成層燃焼は触媒暖機時に好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、触媒暖機時には高温の燃焼ガスを触媒に到達させるために点火時期を大幅に遅角させ、かつ良好な燃焼状態(アイドル状態)を維持する必要がある。また、ある程度の燃料量を供給する必要がある。これを成層燃焼で行なおうとしても燃料量が少ないという問題があり、これを均質燃焼で行なおうとしても良好な燃焼を維持するために遅角量が成層燃焼に比べて小さいという問題がある。このような観点から、上述した弱成層燃焼を触媒暖機時に用いることが好ましいが、成層燃焼および弱成層燃焼のいずれであっても構わない。

40

【0063】

[エンジン冷間時]

エンジン10の始動後からエンジン10の温度は上昇する。エンジン10の温度(エンジン水温THW)が予め定められた温度しきい値(たとえば80)以上になるまでは(

50

S 1 1 0にてN O)、冷間マップ(図3)が選択される。

【0064】

選択された冷間マップ(図3)と、エンジン10の回転数および負荷率とに基づいて、筒内噴射用インジェクタ110の比率であるD I比率 r が算出される。算出されたD I比率 r に基づいて、燃料噴射量、噴射時期が計算され(S 1 5 0)、これらに基づいて筒内噴射用インジェクタ110および吸気通路噴射用インジェクタ120が制御されて燃料が噴射される。この場合、図3に示すいずれの領域においても、均質燃焼が行なわれる。

【0065】

[エンジン温間時]

さらに、エンジン10の温度は上昇して、エンジン10の温度(エンジン水温T H W)が予め定められた温度しきい値(たとえば80)以上になると(S 1 1 0にてY E S)、温間マップ(図2)が選択される。

【0066】

選択された温間マップ(図2)と、エンジン10の回転数および負荷率とに基づいて、筒内噴射用インジェクタ110の比率であるD I比率 r が算出される。算出されたD I比率 r に基づいて、燃料噴射量、噴射時期が計算され(S 1 5 0)、これらに基づいて筒内噴射用インジェクタ110および吸気通路噴射用インジェクタ120が制御されて燃料が噴射される。この場合、図2に示すいずれの領域においても、均質燃焼が行なわれる。

【0067】

以上のようにして、本実施の形態に係るエンジンE C Uにより制御されるエンジンにおいては、筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとで分担して燃料を噴射しているときに、たとえば内燃機関の温間時と冷間時とを区別して設定された、エンジンの回転数と負荷とで定まるマップに基づき、筒内噴射用インジェクタと吸気通路噴射用インジェクタとの噴き分け制御を行なう。このとき、全領域における均質燃焼を実現できるように噴き分け制御がマップに基づいて行なわれる。これにより、従来技術の成層燃焼と均質燃焼との切換制御時の問題、直噴エンジンでの均質燃焼制御時の問題点を解決することができる。

【0068】

なお、筒内噴射用インジェクタ110による燃料噴射のタイミングは、以下のような理由により、圧縮行程で行なうことが好ましい。ただし、上述したエンジン10は、基本的な大部分の領域には(触媒暖機時にのみに行なわれる、吸気通路噴射用インジェクタ120を吸気行程噴射させ、筒内噴射用インジェクタ110を圧縮行程噴射させる弱成層燃焼領域以外を基本的な領域という)、筒内噴射用インジェクタ110による燃料噴射のタイミングは、吸気行程である。しかしながら、以下に示す理由があるので、燃焼安定化を目的として一時的に筒内噴射用インジェクタ110の燃料噴射タイミングを圧縮行程噴射とするようにしてもよい。

【0069】

筒内噴射用インジェクタ110からの燃料噴射時期を圧縮工程中とすることで、筒内温度がより高い時期において、燃料噴射により混合気が冷却される。冷却効果が高まるので、対ノック性を改善することができる。さらに、筒内噴射用インジェクタ110からの燃料噴射時期を圧縮工程中とすると、燃料噴射から点火時期までの時間が短いことから噴霧による気流の強化を実現でき、燃焼速度を上昇させることができる。これらの対ノック性の向上と燃焼速度の上昇とから、燃焼変動を回避して、燃焼安定性を向上させることができる。

【0070】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 7 1 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る制御装置で制御されるエンジンシステムの概略構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU に記憶される温間時の D I 比率マップを表わす図である。

【図 3】本発明の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU に記憶される冷間時の D I 比率マップを表わす図である。

【図 4】本発明の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU で実行されるプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【符号の説明】

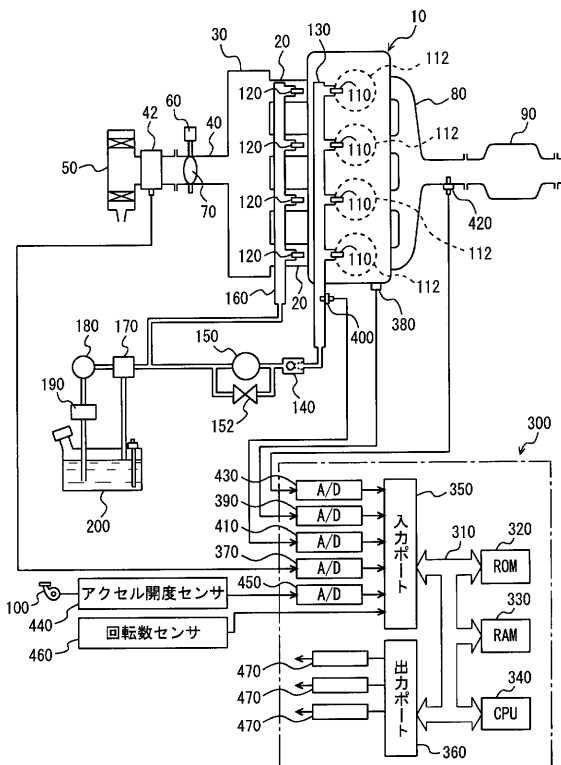
10

【 0 0 7 2 】

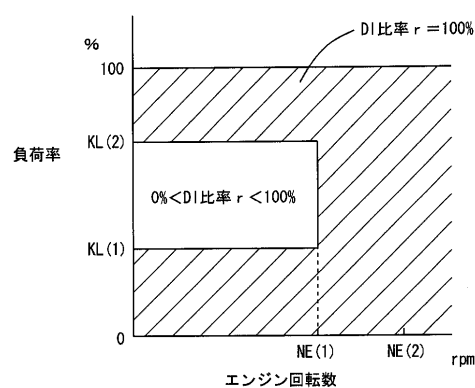
10 エンジン、20 インテークマニホールド、30 サージタンク、40 吸気ダクト、42 エアフローメータ、50 エアクリーナ、60 電動モータ、70 スロットルバルブ、80 エキゾーストマニホールド、90 三元触媒コンバータ、100 アクセルペダル、110 筒内噴射用インジェクタ、112 気筒、120 吸気通路噴射用インジェクタ、130 燃料分配管、140 逆止弁、150 高圧燃料ポンプ、152 電磁スピル弁、160 燃料分配管（低圧側）、170 燃料圧レギュレータ、180 低圧燃料ポンプ、190 燃料フィルタ、200 燃料タンク、300 エンジン ECU、310 双方向性バス、320 ROM、330 RAM、340 CPU、350 入力ポート、360 出力ポート、370、390、410、430、450 A/D 変換器、380 水温センサ、400 燃料圧センサ、420 空燃比センサ、440 アクセル開度センサ、460 回転数センサ。

20

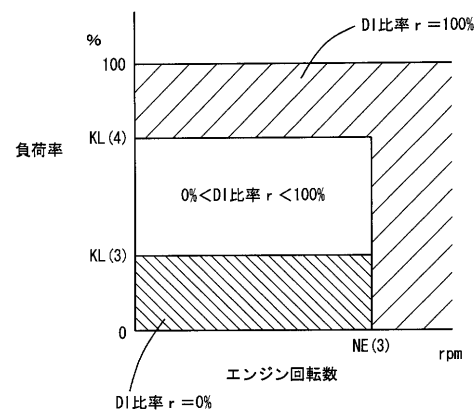
【図 1】



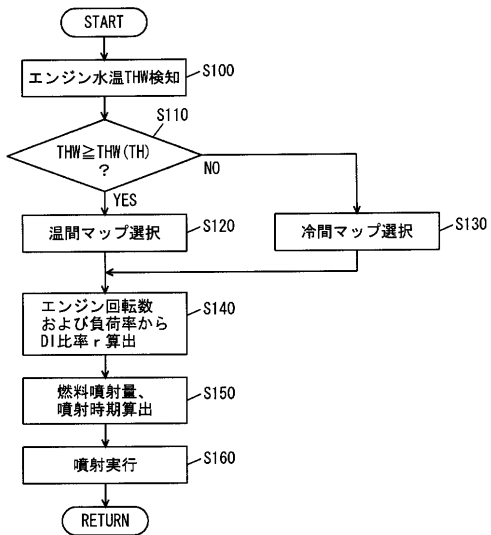
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 2 D 41/06 3 3 5 Z
 F 0 2 D 45/00 3 1 2 Q
 F 0 2 M 63/00 P

(72)発明者 安部 静生
 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 岩橋 和裕
 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 土屋 富久
 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 杉山 雅則
 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 原田 淳
 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 生駒 卓也
 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 佐藤 文一
 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 鹿角 剛二

(56)参考文献 特開2001-020837(JP,A)
 特開2004-060493(JP,A)
 特開2003-065122(JP,A)
 特開2002-013430(JP,A)
 特開2002-089339(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 2 D 4 1 / 0 4
 F 0 2 D 4 1 / 0 2
 F 0 2 D 4 1 / 0 6
 F 0 2 D 4 5 / 0 0
 F 0 2 M 6 3 / 0 0