

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4462079号  
(P4462079)

(45) 発行日 平成22年5月12日(2010.5.12)

(24) 登録日 平成22年2月26日(2010.2.26)

(51) Int.Cl.

F 1

**F02P** 5/15 (2006.01)  
**F02D** 41/34 (2006.01)  
**F02B** 17/00 (2006.01)  
**F02B** 23/08 (2006.01)  
**F02D** 45/00 (2006.01)

F 02 P 5/15 E  
F 02 D 41/34 C  
F 02 B 17/00 F  
F 02 B 23/08 Z A B C  
F 02 D 45/00 Z

請求項の数 15 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-78461 (P2005-78461)  
(22) 出願日 平成17年3月18日 (2005.3.18)  
(65) 公開番号 特開2006-161799 (P2006-161799A)  
(43) 公開日 平成18年6月22日 (2006.6.22)  
審査請求日 平成20年2月29日 (2008.2.29)  
(31) 優先権主張番号 特願2004-328143 (P2004-328143)  
(32) 優先日 平成16年11月11日 (2004.11.11)  
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

前置審査

(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 100096781  
弁理士 堀井 豊  
(74) 代理人 100111246  
弁理士 荒川 伸夫  
(72) 発明者 荒木 幸志  
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備えた内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、

点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、

前記点火時期制御手段は、前記内燃機関の冷間時における進角量を、前記比率および前記温度に基づいて算出して、算出された進角量に基づいて点火時期を変化させるように前記点火装置を制御するための手段を含み、

前記点火時期制御手段は、前記第1の燃料噴射手段の比率が高いほど、前記進角量が小さくなるように算出するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

## 【請求項 2】

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の制御装置であって、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

10

20

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、  
基本点火時期を算出するための算出手段と、  
進角補正量を用いて前記基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、

前記点火時期制御手段は、前記内燃機関の冷間時における進角補正量を、前記比率および前記温度に基づいて算出して、算出された進角補正量を用いて前記基本点火時期を変化させるように前記点火装置を制御するための手段を含み、

前記点火時期制御手段は、前記第1の燃料噴射手段の比率が高いほど、前記進角量が小さくなるように算出するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

**【請求項3】**

10

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の制御装置であって、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、  
点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、  
前記点火時期制御手段は、前記内燃機関の冷間時における進角量を、前記比率および前記温度に基づいて算出して、算出された進角量に基づいて点火時期を変化させるように前記点火装置を制御するための手段を含み、

20

前記点火時期制御手段は、前記第2の燃料噴射手段の比率が高いほど、前記進角量が大きくなるように算出するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

**【請求項4】**

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の制御装置であって、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、  
基本点火時期を算出するための算出手段と、  
進角補正量を用いて前記基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、

30

前記点火時期制御手段は、前記内燃機関の冷間時における進角補正量を、前記比率および前記温度に基づいて算出して、算出された進角補正量を用いて前記基本点火時期を変化させるように前記点火装置を制御するための手段を含み、

前記点火時期制御手段は、前記第2の燃料噴射手段の比率が高いほど、前記進角量が大きくなるように算出するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

**【請求項5】**

前記点火時期制御手段は、前記温度が高いほど、前記進角量が小さくなるように算出するための手段を含む、請求項1～4のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

40

**【請求項6】**

前記点火時期制御手段は、前記温度が低いほど、前記進角量が大きくなるように算出するための手段を含む、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7】**

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の制御装置であって、

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された、一方の燃料噴射手段による燃料噴射が停止する場合を含む比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、

50

基本点火時期および冷間時の点火時期変動量を記憶するための記憶手段と、前記基本点火時期から前記点火時期変動量の分だけ点火時期を変動させて点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、

前記記憶手段は、前記温度および前記比率に基づいて算出された前記内燃機関の冷間時における点火時期変動量を記憶するための手段を含み、

前記記憶手段は、前記第1の燃料噴射手段の比率が高いほど遅角側に設定された前記点火時期変動量を記憶するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

#### 【請求項8】

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の制御装置であって、

10

前記内燃機関に要求される条件に基づいて算出された、一方の燃料噴射手段による燃料噴射が停止する場合を含む比率で、前記第1の燃料噴射手段と前記第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、

前記内燃機関の温度を検知するための検知手段と、

基本点火時期および冷間時の点火時期変動量を記憶するための記憶手段と、

前記基本点火時期から前記点火時期変動量の分だけ点火時期を変動させて点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含み、

前記記憶手段は、前記温度および前記比率に基づいて算出された前記内燃機関の冷間時における点火時期変動量を記憶するための手段を含み、

前記記憶手段は、前記第2の燃料噴射手段の比率が高いほど進角側に設定された前記点火時期変動量を記憶するための手段を含む、内燃機関の制御装置。

20

#### 【請求項9】

前記記憶手段は、前記点火時期変動量をマップとして記憶するための手段を含む、請求項7または8に記載の内燃機関の制御装置。

#### 【請求項10】

前記記憶手段は、前記点火時期変動量を、前記第1の燃料噴射手段のみにより燃料噴射される場合の第1のマップ、前記第2の燃料噴射手段のみにより燃料噴射される場合の第2のマップ、前記第1の燃料噴射手段および前記第2の燃料噴射手段により燃料噴射される場合の第3のマップに分けて、記憶するための手段を含む、請求項9に記載の内燃機関の制御装置。

30

#### 【請求項11】

前記第1のマップにおける点火時期変動量は、遅角側に設定される、請求項10に記載の内燃機関の制御装置。

#### 【請求項12】

前記第2のマップにおける点火時期変動量は、進角側に設定される、請求項10に記載の内燃機関の制御装置。

#### 【請求項13】

前記第3のマップにおける点火時期変動量は、前記第1の燃料噴射手段の比率が高いと遅角側になる、請求項10に記載の内燃機関の制御装置。

#### 【請求項14】

前記第3のマップにおける点火時期変動量は、前記第2の燃料噴射手段の比率が高いと進角側になる、請求項10に記載の内燃機関の制御装置。

40

#### 【請求項15】

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1～14のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

#### 【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

50

)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勘案して、点火時期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吸気通路噴射用インジェクタと、機関燃焼室内に燃料を噴射するための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ともに機関負荷が設定負荷よりも高いときには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。

10

##### 【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。

##### 【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。

20

##### 【0005】

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。

30

##### 【特許文献1】特開2001-20837号公報

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0006】

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り、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<sub>x</sub>触媒を用いなければならないが、コストアップとなる。

40

##### 【0007】

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<sub>x</sub>触媒の必要もない、成層燃焼を行なわないエンジンも開発されている。

##### 【0008】

しかしながら、このようなエンジンの点火制御において、エンジンの冷却水の温度が低いほど、点火時期を進角させるように補正されている。これは、水温が低いほど(霧化状

50

態が良好でなく)燃焼速度が遅くなり、ノッキングも発生しにくくなるからである。点火時期を進角させて点火から排気までの時間を延ばすことにより燃焼速度が遅くても十分に混合気を燃焼させることができる。

#### 【0009】

ところが、冷間時においては低温の吸気通路(吸気ポート)内に燃料を噴射する吸気通路噴射用インジェクタと、冷間であっても高温の筒内に燃料を噴射する筒内噴射用インジェクタとで、燃料噴射を分担している領域においては、燃料の霧化状態が異なるので、筒内噴射用インジェクタから噴射された燃料の状態と、吸気通路噴射用インジェクタから噴射された燃料の状態とが異なる。燃料の霧化状態が異なると混合気の状態が異なり、混合気の燃焼形態が異なり、燃焼形態が異なると最適な点火時期が異なる。このため、エンジン冷却水温だけで点火進角量を求めたのでは、的確な点火時期(進角量)を算出することができない。さらに、冷間時のみならず、冷間時から温間時への過渡期において、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で燃料噴射を分担している領域においては、筒内における温度上昇の度合いと、吸気ポートにおける温度上昇の度合いとが異なるので、エンジン冷却水温だけで点火進角量を求めたのでは、的確な点火進角量を算出することができない。なお、上述した特許文献1においては、運転状態に応じた燃料噴射量分担率になるようにそれぞれのインジェクタを駆動して点火時期を設定す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。

#### 【0010】

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、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の変動量を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することである。

10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

第1の発明に係る内燃機関の制御装置は、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、内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、内燃機関の温度を検知するための検知手段と、点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含む。この点火時期制御手段は、内燃機関の冷間時における点火時期変動量を、比率および温度に基づいて算出して、算出された点火時期変動量に基づいて点火時期を変化させるように点火装置を制御するための手段を含む。

30

#### 【0012】

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)とで燃料噴射を分担している領域においては、筒内における温度上昇の度合いと、吸気ポートにおける温度上昇の度合いとが異なる。冷間時および冷間時から温間時への過渡期においては、この温度の差により点火時期を進角または遅角させる度合いが異なる。点火時期制御手段は、筒内に噴射される燃料と吸気ポートに噴射される燃料との比率を考慮して、内燃機関の温度(たとえばエンジン冷却水温)に基づいて冷間時における進角量または遅角量(これらを合わせて点火時期の変動量という)を算出する。このため、噴射部位が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、冷間時の点火時期を的確に進角または遅角させることができる。その結果、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の変動量を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

40

#### 【0013】

第2の発明に係る内燃機関の制御装置は、筒内に燃料を噴射するための第1の燃料噴射

50

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、内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、内燃機関の温度を検知するための検知手段と、基本点火時期を算出するための算出手段と、点火時期変動量を用いて基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含む。点火時期制御手段は、内燃機関の冷間時における点火時期変動量を、比率および温度に基づいて算出して、算出された点火時期変動量を用いて基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための手段を含む。

## 【0014】

10

第2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）とで燃料噴射を分担している領域においては、筒内における温度上昇の度合いと、吸気ポートにおける温度上昇の度合いとが異なる。冷間時および冷間時から温間時への過渡期においては、この温度の差により点火時期を進角または遅角させる度合いが異なる。点火時期制御手段は、筒内に噴射される燃料と吸気ポートに噴射される燃料との比率を考慮して、内燃機関の温度（たとえばエンジン冷却水温）に基づいて冷間時における進角補正量または遅角補正量を算出する。この進角補正量または遅角補正量を用いて、内燃機関の運転状態に基づいて算出された基本点火時期を変化させる。このため、噴射部位が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、冷間時の点火時期を的確に変動させることができる。その結果、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の変動量を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

## 【0015】

20

第3の発明に係る内燃機関の制御装置は、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、内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、内燃機関の温度を検知するための検知手段と、点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含む。この点火時期制御手段は、内燃機関の冷間時における進角量を、比率および温度に基づいて算出して、算出された進角量に基づいて点火時期を変化させるように点火装置を制御するための手段を含む。

## 【0016】

30

第3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）とで燃料噴射を分担している領域においては、筒内における温度上昇の度合いと、吸気ポートにおける温度上昇の度合いとが異なる。冷間時および冷間時から温間時への過渡期においては、この温度の差により点火時期を進角させる度合いが異なる。点火時期制御手段は、筒内に噴射される燃料と吸気ポートに噴射される燃料との比率を考慮して、内燃機関の温度（たとえばエンジン冷却水温）に基づいて冷間時における進角量を算出する。このため、噴射部位が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、冷間時の点火時期を的確に進角させることができる。その結果、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の進角量を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

## 【0017】

40

第4の発明に係る内燃機関の制御装置は、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、内燃機関に要求される条件に基づいて算出された比率で、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を

50

制御するための制御手段と、内燃機関の温度を検知するための検知手段と、基本点火時期を算出するための算出手段と、進角補正量を用いて基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含む。点火時期制御手段は、内燃機関の冷間時における進角補正量を、比率および温度に基づいて算出して、算出された進角補正量を用いて基本点火時期を変化させるように点火装置を制御するための手段を含む。

#### 【0018】

第4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）とで燃料噴射を分担している領域においては、筒内における温度上昇の度合いと、吸気ポートにおける温度上昇の度合いとが異なる。冷間時および冷間時から温間時への過渡期においては、この温度の差により点火時期を進角させる度合いが異なる。点火時期制御手段は、筒内に噴射される燃料と吸気ポートに噴射される燃料との比率を考慮して、内燃機関の温度（たとえばエンジン冷却水温）に基づいて冷間時における進角補正量を算出する。この進角補正量を用いて、内燃機関の運転状態に基づいて算出された基本点火時期を変化させる。このため、噴射部位が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、冷間時の点火時期を的確に進角させることができる。その結果、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の進角量を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

#### 【0019】

第5の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第3または4の発明の構成に加えて、点火時期制御手段は、第1の燃料噴射手段の比率が高いほど、進角量が小さくなるように算出するための手段を含む。

#### 【0020】

第5の発明によると、第1の燃料噴射手段として筒内に燃料を噴射する筒内噴射用インジェクタがあるが、筒内の温度は吸気ポートの温度よりも高い。このため、筒内噴射用インジェクタから噴射される燃料の比率が高いほど、点火時期を大きく進角させる必要がなく、進角量は小さくても所望の燃焼形態を実現できる。

#### 【0021】

第6の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第3または4の発明の構成に加えて、点火時期制御手段は、第2の燃料噴射手段の比率が高いほど、進角量が大きくなるように算出するための手段を含む。

#### 【0022】

第6の発明によると、第2の燃料噴射手段として吸気ポートに燃料を噴射する吸気通路噴射用インジェクタがあるが、吸気ポートの温度は筒内の温度よりも低い。このため、吸気通路噴射用インジェクタから噴射される燃料の比率が高いほど、点火時期を大きく進角させることにより所望の燃焼形態を実現できる。

#### 【0023】

第7の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第3～6のいずれかの発明の構成に加えて、点火時期制御手段は、温度が高いほど、進角量が小さくなるように算出するための手段を含む。

#### 【0024】

第7の発明によると、内燃機関の温度が高いほど燃料は霧化しやすいので、点火時期を大きく進角させる必要がなく、進角量は小さくても所望の燃焼形態を実現できる。

#### 【0025】

第8の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第3～6のいずれかの発明の構成に加えて、点火時期制御手段は、温度が低いほど、進角量が大きくなるように算出するための手段を含む。

#### 【0026】

第8の発明によると、内燃機関の温度が低いほど燃料は霧化しにくいので、点火時期を大きく進角させることにより所望の燃焼形態を実現できる。

10

20

30

40

50

**【0027】**

第9の発明に係る内燃機関の制御装置は、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、内燃機関に要求される条件に基づいて算出された、一方の燃料噴射手段による燃料噴射が停止する場合を含む比率で、第1の燃料噴射手段と第2の燃料噴射手段とで分担して燃料を噴射するように、燃料噴射手段を制御するための制御手段と、内燃機関の温度を検知するための検知手段と、基本点火時期および冷間時の点火時期変動量を記憶するための記憶手段と、基本点火時期から点火時期変動量の分だけ点火時期を変動させて点火装置を制御するための点火時期制御手段とを含む。記憶手段は、燃料噴射手段から噴射された燃料と空気との混合気の状態に基づいて算出された内燃機関の冷間時ににおける点火時期変動量を記憶するための手段を含む。

10

**【0028】**

第9の発明によると、冷間時において、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）とで燃料噴射を分担している領域においては、筒内噴射用インジェクタにより燃料が噴射される筒内の温度（高温）に起因する燃料の霧化状態（良好）と、吸気通路噴射用インジェクタにより燃料が噴射される吸気通路の温度（低温）に起因する燃料の霧化状態（不良）との差異により、燃料と空気との混合気の状態とが異なる。すなわち、燃料と空気との混合気の状態が異なるのは、冷間時における燃料の霧化状態の違いがその要因の1つとして挙げられる。冷間時においても、筒内噴射用インジェクタは高温の筒内に燃料を噴射するので、その燃料の霧化状態が良好であって、良好な霧化状態の燃料と空気との混合気の均質性が良好となり、混合気の燃焼速度が速い。一方、吸気通路噴射用インジェクタは低温の吸気管内に燃料を噴射するのでその霧化状態が良好でなく、良好でない霧化状態の燃料と空気との混合気の均質性が良好でなく、混合気の燃焼速度が遅い。そのため、燃料噴射手段の分担比率に加えて内燃機関の温度等を考慮した、混合気の状態（霧化状態、均質状態等）に基づいて算出された点火時期変動量の分だけ基本点火時期から点火時期を変動させて最適な点火時期になるように点火装置が制御される。このため、噴射による混合気の状態が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、点火時期を的確に設定することができる。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、燃料噴射状態の異なる2種類の燃料噴射手段で燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期を算出することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

20

**【0029】**

第10の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第9の発明の構成に加えて、記憶手段は、温度および比率に基づいて算出された内燃機関の冷間時における点火時期変動量を記憶するための手段を含む。

30

**【0030】**

第10の発明によると、温度および比率に起因する燃料の霧化状態に起因して異なる混合気の状態に基づいて点火時期変動量が算出される。算出された点火時期変動量の分だけ基本点火時期から点火時期を変動させて最適な点火時期になるように点火装置が制御される。

40

**【0031】**

第11の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第10の発明の構成に加えて、記憶手段は、点火時期変動量をマップとして記憶するための手段を含む。

**【0032】**

第11の発明によると、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分担比率に基づいてマップとして記憶された点火時期変動量を用いて、基本点火時期から点火時期変動分だけ進角または遅角された最適な点火時期を決定することができる。

**【0033】**

第12の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第11の発明の構成に加えて、記

50

憶手段は、点火時期変動量を、第1の燃料噴射手段のみにより燃料噴射される場合の第1のマップ、第2の燃料噴射手段のみにより燃料噴射される場合の第2のマップ、第1の燃料噴射手段および第2の燃料噴射手段により燃料噴射される場合の第3のマップに分けて、記憶するための手段を含む。

#### 【0034】

第12の発明によると、燃料の分担率や内燃機関の温度に起因して、燃料と空気との混合気の状態（霧化状態、均質状態等）が異なる。第1の燃料噴射手段の一例である筒内噴射用インジェクタと、第2の燃料噴射手段の一例である吸気通路噴射用インジェクタとで、燃料噴射が分担される場合において、筒内噴射用インジェクタのみにより燃料噴射される場合の第1のマップ、吸気通路噴射用インジェクタのみにより燃料噴射される場合の第2のマップ、筒内噴射用インジェクタおよび吸気通路噴射用インジェクタにより燃料噴射される場合の第3のマップに分けて、基本点火時期からの変動量をマップとして記憶させる。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の分担比率に基づいて、マップを選択して、基本点火時期からの変動量を決定することができる。このとき、それぞれのマップは、内燃機関の温度をパラメータとして点火時期変動量を記憶するようすればよい。

#### 【0035】

第13の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第12の発明の構成に加えて、第1のマップにおける点火時期変動量は、遅角側に設定されるものである。

#### 【0036】

第13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）のみにより燃料噴射される場合の第1のマップにおいては、筒内噴射用インジェクタから噴射された（特に圧縮行程において噴射された）燃料の霧化状態が冷間時であっても良好で、燃料と空気との混合気の均質性が良好であって燃焼速度が速い。そのため、基本的には、点火時期が遅角側に設定されるように点火時期変動量を記憶する。特に、内燃機関の温度が高いほど、このような傾向が大きくなるので、内燃機関の温度をパラメータにすればよい。ただし、筒内噴射用インジェクタから噴射される燃料は、筒内が高温であるので霧化状態が良好であっても、噴射から点火までの混合期間が短く、燃料の霧化状態が良好であっても空気との均質性が良好でないこともあります。そのため、筒内噴射用インジェクタによる、混合期間の短さに起因する混合気の均質不良性と、筒内が高温であることに起因する燃料の霧化良好性との関係から、点火時期の変動量が決定される。

#### 【0037】

第14の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第12の発明の構成に加えて、第2のマップにおける点火時期変動量は、進角側に設定されるものである。

#### 【0038】

第14の発明によると、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）のみにより燃料噴射される場合の第2のマップにおいては、吸気通路噴射用インジェクタから噴射された燃料の霧化状態が冷間時において良好でなく、空気の混合気の均質性が良好でなく燃焼速度が遅い。そのため、基本的には、点火時期が進角側に設定されるように点火時期変動量を記憶する。ただし、冷間時であっても吸気通路噴射用インジェクタから噴射される燃料は、噴射から点火までの混合期間が長く、燃料の霧化状態が良好でなくとも空気との均質性が良好になる場合もある。そのため、吸気通路噴射用インジェクタによる、混合期間の長さに起因する混合気の均質良好性と、吸気通路内が低温であることに起因する燃料の霧化不良性との関係から、点火時期の変動量が決定される。

#### 【0039】

第15の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第12の発明の構成に加えて、第3のマップにおける点火時期変動量は、第1の燃料噴射手段の比率が高いと遅角側になるものである。

#### 【0040】

第15の発明によると、冷間時においても高温の筒内に燃料を噴射して燃料の霧化状態

10

20

30

40

50

が良好で混合気の燃焼速度が速い第1の燃料噴射手段（たとえば筒内噴射用インジェクタ）からの燃料噴射の分担比率が高いときの方が、冷間時においては低温の吸気通路に燃料を噴射して燃料の霧化状態が良好でなく混合気の燃焼速度が遅い第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）からの燃料噴射の分担比率が高いときより、点火時期変動量を遅角側にしても十分な燃焼期間を確保できる。このため、噴射による混合気の状態が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、遅角過多や進角過多による弊害を回避した的確な点火時期を設定することができる。

#### 【0041】

第16の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第12の発明の構成に加えて、第3のマップにおける点火時期変動量は、第2の燃料噴射手段の比率が高いと進角側になるものである。10

#### 【0042】

第16の発明によると、冷間時においては低温の吸気通路に燃料を噴射して燃料の霧化状態が良好でなく混合気の燃焼速度が遅い第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）からの燃料噴射の分担比率が高いときの方が、冷間時においても高温の筒内に燃料を噴射して燃料の霧化状態が良好で混合気の燃焼速度が速い第1の燃料噴射手段（たとえば筒内噴射用インジェクタ）からの燃料噴射の分担比率が高いときより、点火時期変動量を進角側にすることにより、十分な燃焼期間（点火タイミングから排気行程開始タイミング）を確保することができる。このため、噴射による混合気の状態が異なる2つの燃料噴射手段で燃料を分担している内燃機関において、遅角過多や進角過多による弊害を回避した的確な点火時期を設定することができる。20

#### 【0043】

第17の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第1～16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。

#### 【0044】

第17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、冷間時および冷間時から温間時への過渡期において、燃料噴射を分担している場合に、的確な点火時期の進角量を算出できる、内燃機関の制御装置を提供することができる。30

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0045】

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。なお、以下の説明においては、専ら冷間時の点火時期の進角について説明するが、本発明はこのような進角のみに限定されない。本発明においては、一旦進角された後に遅角される場合および基本点火時期から遅角される場合を含むものである。さらに、筒内噴射用インジェクタから噴射される燃料の比率が高いほど点火時期の進角量は小さく、吸気通路噴射用インジェクタから噴射される燃料の比率が高いほど、点火時期を大きく進角させる関係が逆転する場合もあり得る。たとえば、インジェクタ単体の性能上、エンジン冷却水温 T H W が同一であるときに、筒内噴射用インジェクタ 110 による燃料噴射の霧化状態が吸気通路噴射用インジェクタ 120 による燃料噴射の霧化状態よりも悪いなどの条件が成立すれば、燃料噴射比率と進角量との関係が上述した関係とは逆になることもあり得る。40

#### 【0046】

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。

## 【0047】

図1に示すように、エンジン10は、4つの気筒112を備え、各気筒112はそれぞれ対応するインテークマニホールド20を介して共通のサージタンク30に接続されている。サージタンク30は、吸気ダクト40を介してエアクリーナ50に接続され、吸気ダクト40内にはエアフローメータ42が配置されるとともに、電動モータ60によって駆動されるスロットルバルブ70が配置されている。このスロットルバルブ70は、アクセルペダル100とは独立してエンジンECU(Electronic Control Unit)300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112は共通のエキゾーストマニホールド80に連結され、このエキゾーストマニホールド80は三元触媒コンバータ90に連結されている。

10

## 【0048】

各気筒112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110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120とがそれぞれ設けられている。これらインジェクタ110、120はエンジンECU300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110は共通の燃料分配管130に接続されており、この燃料分配管130は燃料分配管130に向けて流通可能な逆止弁140を介して、機関駆動式の高圧燃料ポンプ150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。

20

## 【0049】

図1に示すように、高圧燃料ポンプ150の吐出側は電磁スピル弁152を介して高圧燃料ポンプ150の吸入側に連結されており、この電磁スピル弁152の開度が小さいときほど、高圧燃料ポンプ150から燃料分配管130内に供給される燃料量が増大され、電磁スピル弁152が全開にされると、高圧燃料ポンプ150から燃料分配管130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152はエンジンECU300の出力信号に基づいて制御される。

## 【0050】

一方、各吸気通路噴射用インジェクタ120は、共通する低圧側の燃料分配管160に接続されており、燃料分配管160および高圧燃料ポンプ150は共通の燃料圧レギュレータ170を介して、電動モータ駆動式の低圧燃料ポンプ180に接続されている。さらに、低圧燃料ポンプ180は燃料フィルタ190を介して燃料タンク200に接続されている。燃料圧レギュレータ170は低圧燃料ポンプ180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180から吐出された燃料の一部を燃料タンク200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120に供給されている燃料圧および高圧燃料ポンプ150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。

30

## 【0051】

エンジンECU300は、デジタルコンピュータから構成され、双方向性バス310を介して相互に接続されたROM(Read Only Memory)320、RAM(Random Access Memory)330、CPU(Central Processing Unit)340、入力ポート350および出力ポート360を備えている。

40

## 【0052】

エアフローメータ42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42の出力電圧はA/D変換器370を介して入力ポート350に入力される。エンジン10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380が取付けられ、この水温センサ380の出力電圧は、A/D変換器390を介して入力ポート350に入力される。

## 【0053】

50

燃料分配管 130 には燃料分配管 130 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 400 が取付けられ、この燃料圧センサ 400 の出力電圧は、A / D 変換器 410 を介して入力ポート 350 に入力される。三元触媒コンバータ 90 上流のエキゾーストマニホールド 80 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 420 が取付けられ、この空燃比センサ 420 の出力電圧は、A / D 変換器 430 を介して入力ポート 350 に入力される。

#### 【0054】

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 420 は、エンジン 10 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 420 としては、エンジン 10 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<sub>2</sub> センサを用いてもよい。

10

#### 【0055】

アクセルペダル 100 は、アクセルペダル 100 の踏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 440 に接続され、アクセル開度センサ 440 の出力電圧は、A / D 変換器 450 を介して入力ポート 350 に入力される。また、入力ポート 350 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 460 が接続されている。エンジン ECU 300 の ROM 320 には、上述のアクセル開度センサ 440 および回転数センサ 460 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。

20

#### 【0056】

図 2 のフローチャートを参照して、図 1 のエンジン ECU 300 で実行されるプログラムの制御構造について説明する。

#### 【0057】

ステップ（以下、ステップを S と略す）100 にて、エンジン ECU 300 は、図 3 に示すようなマップを用いて筒内噴射用インジェクタ 110 の噴射比率（以下、「D I 比率 r」（0 < r < 1）と記載する）を計算する。このときに用いられるマップの詳細については後述する。

30

#### 【0058】

S 110 にて、エンジン ECU 300 は、D I 比率 r が、1 であるか、0 であるか、0 より大きく 1 より小さいのいずれであるかを判断する。D I 比率 r が 1 であると（S 110 にて r = 1 . 0）、処理は S 120 へ移される。D I 比率 r が 0 であると（S 110 にて r = 0）、処理は S 130 へ移される。D I 比率 r が 0 より大きく 1 より小さいと（S 110 にて 0 < r < 1 . 0）、処理は S 140 へ移される。

#### 【0059】

S 120 にて、エンジン ECU 300 は、筒内噴射用インジェクタ 110 のみで燃料噴射をしている冷間時の進角補正量である冷間進角量を計算する。このとき、たとえば関数 f (1) を用いて、冷間進角量 = f (1) (THW) により算出される。なお、THW は、水温センサ 380 により検知されるエンジン 10 の冷却水の温度である。

40

#### 【0060】

ここで、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 とでは、インジェクタから噴射された燃料と空気との混合気の状態が全く異なる。特に、冷間時ににおいて、筒内噴射用インジェクタ 110 により高温の筒内に噴射される燃料と空気との混合気の状態、および、吸気通路噴射用インジェクタ 120 により低温の吸気通路に噴射される燃料と空気との混合気の状態が異なる。吸気通路噴射用インジェクタ 120 から噴射された燃料は、その霧化状態が不良で、霧化状態の良好でない燃料と空気との混合気の状態（均質性）が良好でないので燃焼速度が遅い。一方、筒内噴射用インジェクタ 110 から噴射された燃料は、その霧化状態が良好で、霧化状態の良好な燃料と空気との混合気の状態（均質性）が良好であって燃焼速度が速い。

50

## 【0061】

関数  $f(1)(THW)$  は、DI 比率  $r = 1$  (筒内噴射用インジェクタ 110 からのみ燃料を噴射) の場合に適用される関数であって、冷間進角量が最も小さくなるような (基準点火時期から遅角側の点火時期になることを含む) 関数として設定される。これは、筒内噴射用インジェクタ 110 から噴射された燃料と空気との混合気の均質性が良好であるので燃焼速度が早く、点火時期を最も遅らせても十分な燃焼期間を確保することができるためである。

## 【0062】

このような場合であっても、筒内噴射用インジェクタ 110 が燃料を噴射してから点火までの期間は短いため、燃料の霧化状態は良好であっても、均質性を確保するために十分な期間がない傾向である。このため、筒内噴射用インジェクタ 110 による燃料噴射から点火までの期間が短いことは混合気の均質性が良好でなくなるように作用する。このため、関数  $f(1)(THW)$  は、このような燃料噴射から点火までの時間を考慮して設定する場合も想定しうる。

10

## 【0063】

S130 にて、エンジン ECU 300 は、吸気通路噴射用インジェクタ 120 のみで燃料噴射をしている冷間時の進角補正量である冷間進角量を計算する。このとき、たとえば関数  $f(2)$  を用いて、冷間補正量 =  $f(2)(THW)$  により算出される。

## 【0064】

関数  $f(2)(THW)$  は、DI 比率  $r = 0$  (吸気通路噴射用インジェクタ 120 からのみ燃料を噴射) の場合に適用される関数であって、冷間進角量が最も大きくなるような関数として設定される。これは、吸気通路噴射用インジェクタ 120 から噴射された燃料と空気との混合気との均質性が良好でないので燃焼速度が遅いので点火時期を最も早めて十分な燃焼期間を確保するためである。

20

## 【0065】

このような場合であっても、吸気通路噴射用インジェクタ 120 が燃料を噴射してから点火するまでの期間は長いので、燃料の霧化状態は良好でなくても、均質性を確保するために十分な時間がある傾向である。このため、吸気通路噴射用インジェクタ 120 による燃料噴射から点火までの期間が長いことは混合気の均質性が良好になるように作用する。このため、関数  $f(2)(THW)$  は、このような燃料噴射から点火までの時間を考慮して設定する場合も想定しうる。

30

## 【0066】

S140 にて、エンジン ECU 300 は、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 とで燃料噴射を分担している冷間時の進角補正量である冷間進角量を計算する。このとき、たとえば関数  $f(3)$  を用いて、冷間進角量 =  $f(3)(THW, r)$  により算出される。なお、 $r$  は DI 比率である。

## 【0067】

S150 にて、エンジン ECU 300 は、点火時期を計算する。このとき、点火時期は、たとえば関数  $g$  を用いて、点火時期 =  $g$  (冷間進角量) により算出される。

40

## 【0068】

図 3 にエンジン 10 の回転数 NE と負荷率 KL とをパラメータとする筒内噴射用インジェクタ 110 の噴射比率 (0 - DI 比率  $r$  - 1) について説明する。

## 【0069】

低回転数領域の高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ 110 から噴射された燃料により形成される混合気のミキシングが良好ではなく、燃焼室の混合気が不均質で燃焼が不安定になる傾向を有する。このためこの領域においては DI 比率  $r$  を低くして、燃焼室に投入されるまでに混合気が十分にミキシングされる吸気通路噴射用インジェクタ 120 による噴射比率 (1 -  $r$ ) を大きくしている。

## 【0070】

高回転数領域の低負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ 110 から噴射された

50

混合気を均質化しやすい。このため、D I 比率  $r$  を高くする。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。さらに、燃焼室内に露出した筒内噴射用インジェクタ 110 の先端部が燃料で冷却されるので、筒内噴射用インジェクタ 110 の噴口にデポジットが付着することも抑制される。

#### 【0071】

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エンジン 10 の動作について説明する。なお、以下の説明でエンジン冷却水温に変化がある場合とは、冷間から温間への過渡期であることを示す。

10

#### 【0072】

< D I 比率変化なし、エンジン冷却水温変化あり >

エンジン 10 が始動されると、通常は徐々にエンジン冷却水温が上昇する。すなわち、図 4 の A 点に対応するエンジン冷却水温  $T_{HW}(1)$  から、B 点に対応するエンジン冷却水温  $T_{HW}(2)$  に上昇する。この場合において、D I 比率が計算され（S100）、D I 比率  $r$  が変化していない時（たとえば  $r = 0.7$ ）には、D I 比率  $r$  が 0 より大きく 1 より小さいと判断され（S110 にて  $0 < r < 1.0$ ）、関数  $f(3)$  を用いて、 $f(3)(T_{HW}, r)$  により冷間進角量が算出される（S140）。

20

#### 【0073】

図 4 の A 点の場合、 $f(3)(T_{HW}(1), r)(r = 0.7)$  により、冷間進角量が進角補正（1）として算出される。冷間進角量が進角補正（1）の状態でエンジン 10 が運転されて、エンジン冷却水温  $T_{HW}$  が  $T_{HW}(1)$  から  $T_{HW}(2)$  に上昇して B 点に到達する。図 4 の B 点の場合、 $f(3)(T_{HW}(2), r)(r = 0.7)$  により、冷間進角量が進角補正（2）として算出される。すなわち、進角補正量については、進角補正（1）から進角補正（2）に、進角補正量変化分だけ下げられる。この進角補正量変化分は、{進角補正（1） - 進角補正（2）}で与えられる。

#### 【0074】

< D I 比率変化あり、エンジン冷却水温変化なし >

エンジン 10 が始動されても、車両の周囲の状態（特に温度状態）によっては、エンジン冷却水温が変化しない場合もある。このような場合であって、エンジン 10 の運転状態が変化して D I 比率  $r$  が 0.7 から低下すると、すなわち、図 4 の A 点に対応するエンジン冷却水温  $T_{HW}(1)$  のままで、 $r = 0.7$  よりも D I 比率  $r$  が小さい C 点に状態が変化する（この逆でも構わない）。この場合において、D I 比率が計算され（S100）、D I 比率  $r$  が変化していても（たとえば  $r = 0.7$  から  $r = 0.5$ ）、D I 比率  $r$  が 0 より大きく 1 より小さいと判断され（S110 にて  $0 < r < 1.0$ ）、関数  $f(3)$  を用いて、 $f(3)(T_{HW}, r)$  により冷間進角量が算出される（S140）。

30

#### 【0075】

図 4 の A 点の場合、 $f(3)(T_{HW}(1), r)(r = 0.7)$  により、冷間進角量が算出される。この状態でエンジン 10 が運転されて、エンジン冷却水温  $T_{HW}$  が  $T_{HW}(1)$  のまま D I 比率が低下して C 点に到達する。図 4 の C 点の場合、 $f(3)(T_{HW}(1), r)(r = 0.5)$  により、冷間進角量が算出される。すなわち、進角補正量変化分だけ、点火時期が進角される。これは、筒内の温度よりもポートの温度が低いので、吸気通路噴射用インジェクタ 120 から噴射された燃料が霧化されにくいので、より大きく進角させることを示す。

40

#### 【0076】

< D I 比率変化あり、エンジン冷却水温変化あり >

エンジン 10 が始動されて、エンジン冷却水温も D I 比率  $r$  も変化する場合もある。このような場合には、図 4 の A 点に対応するエンジン冷却水温  $T_{HW}(1)$  かつ D I 比率  $r = 0.7$  の状態から、エンジン冷却水温  $T_{HW}(1)$  よりも高い  $T_{HW}(2)$  かつ D I 比率  $r = 0.7$  よりも D I 比率  $r$  が小さい D 点に状態が変化する。この場合において、D I 比率が

50

計算され(S100)、DI比率 $r$ が変化していても(たとえば $r = 0.7$ から $r = 0.5$ )、DI比率 $r$ が0より大きく1より小さいと判断され(S110にて $0 < r < 1.0$ )、関数 $f(3)$ を用いて、 $f(3)(THW, r)$ により冷間進角量が算出される(S140)。

#### 【0077】

図4のA点の場合、 $f(3)(TH(1), r)$ ( $r = 0.7$ )により、冷間進角量が算出される。この状態でエンジン10が運転されて、エンジン冷却水温THWがTH(1)からTH(2)に変化するとともに、DI比率が低下してD点に到達する。図4のD点の場合、 $f(3)(TH(2), r)$ ( $r = 0.5$ )により、冷間進角量が算出される。すなわち、進角補正量変化分だけ点火時期が変化される。これは、DI比率が0でもなく1でもないときには、冷間進角量はエンジン冷却水温とDI比率 $r$ との関数で算出されるので、進角補正量の変化分もエンジン冷却水温の変化とDI比率 $r$ の変化に依存することを示す。  
10

#### 【0078】

以上のようにして、冷間時、冷間時から温間時への過渡期において、進角量を、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燃料噴射を分担している場合には、エンジン冷却水温THWのみではなく、DI比率 $r$ を加えて、冷間進角量を算出するようにした。これにより、筒内とポートとで温度が異なってそれぞれにおける燃料の霧化の状態が異なっても、的確な点火時期まで進角させて燃焼状態を良好なものにすることができる。  
20

#### 【0079】

また、以下のように3つのマップをエンジンECU300のROM320やRAM340に記憶するようにしてもよい。

#### 【0080】

第1のマップを、DI比率 $r = 1$ (筒内噴射用インジェクタ110からのみ燃料を噴射)の場合に適用されるマップであって、点火時期を最も遅角側にする基本点火時期や点火時期を最も遅角側にする点火時期変動量のマップとして設定する。冷間時においても筒内噴射用インジェクタ110から燃料が噴射される筒内は高温であるので、噴射された燃料の霧化状態が良好で、霧化状態の良好な燃料と空気との混合気の均質性が良好であって、燃焼速度が速いので点火時期を遅らせても十分な燃焼時間を確保できる。さらに、燃焼速度による点火時期の制限が緩慢であるので、他の要因(たとえば触媒暖気、排気ガス浄化)により基本点火時期をさらに遅角させたり、進角させたりすることが可能になる。  
30

#### 【0081】

第2のマップを、DI比率 $r = 0$ (吸気通路噴射用インジェクタ120からのみ燃料を噴射)の場合に適用されるマップであって、点火時期を最も進角側にする基本点火時期や点火時期を最も進角側にする点火時期変動量のマップとして設定する。冷間時においては、吸気通路噴射用インジェクタ120から燃料が噴射される吸気通路は低温であるので、噴射された燃料の霧化状態が良好ではなく、霧化状態が良好ではない燃料と空気との混合気の均質性が良好ではなく燃焼速度が遅いので点火時期を早めて十分な燃焼期間を確保する必要がある。  
40

#### 【0082】

第3のマップを、 $0 < r < 1$ (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とから燃料を噴射)の場合に適用されるマップであって、点火時期をDI比率 $r$ が高いほど遅角側にさせた基本点火時期や点火時期変動量のマップとして設定する。DI比率が高くなるにしたがって燃料の霧化状態が良好になり混合気の均質性が良好になり、燃焼速度が早くなるので、点火時期を遅らせる。

#### 【0083】

エンジンECU300は、このような基本点火時期や点火時期変動量について、3つのマップを予め準備しておいて、筒内噴射用インジェクタ110の分担比率であるDI比率 $r$ により、基本点火時期マップや点火時期変動量マップを切り換えるように1つのマップ  
50

を選択する。エンジン ECU 300 は、選択されたマップに基づいて、基本点火時期を算出する。特に、第 3 のマップにおいては、D I 比率  $r$  により基本点火時期や点火時期変動量が変化するため、マップのみならず、そのマップにおいて設定された間を補間する関数を予め算出しておいて、その関数を記憶しておき、その関数で補間処理するようにしてもよい。

#### 【0084】

以上のようにして、3つのマップ（D I 比率： $r = 1$ ， $r = 0$ ， $0 < r < 1$ ）を、D I 比率  $r$  を用いて選択して、選択されたマップにより基本点火時期や点火時期変動量を算出するようにすることにより、D I 比率  $r$  に対応させて適切な基本点火時期を算出することができる。このようにすると、D I 比率  $r$  に応じて最適な基本点火時期を設定できるので、遅角過多による弊害や進角過多による弊害を発生させないようにすることができる。10

#### 【0085】

<この制御装置が適用されるに適したエンジン（その1）>

以下、本実施の形態に係る制御装置が適用されるに適したエンジン（その1）について説明する。

#### 【0086】

図5および図6を参照して、エンジン10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110と吸気通路噴射用インジェクタ120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ECU300のROM320に記憶される。図5は、エンジン10の温間用マップであって、図6は、エンジン10の冷間用マップである。20

#### 【0087】

図5および図6に示すように、これらのマップは、エンジン10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110の分担比率がD I 比率  $r$  として百分率で示されている。

#### 【0088】

図5および図6に示すように、エンジン10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110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120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「 $0\% < D I 比率 r < 100\%$ 」とは、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110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120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10の回転数と負荷率とで使い分けることにより、エンジン10が通常運転状態（たとえば、アイドル時の触媒暖気時が、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なっている。30

#### 【0089】

さらに、これらの図5および図6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D I 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5の温間時のマップを選択して、そうではないと図6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。40

#### 【0090】

図5および図6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5の50

N E ( 1 ) は 2 5 0 0 ~ 2 7 0 0 r p m に設定され、K L ( 1 ) は 3 0 ~ 5 0 % 、 K L ( 2 ) は 6 0 ~ 9 0 % に設定されている。また、図 6 の N E ( 3 ) は 2 9 0 0 ~ 3 1 0 0 r p m に設定されている。すなわち、N E ( 1 ) < N E ( 3 ) である。その他、図 5 の N E ( 2 ) や、図 6 の K L ( 3 ) 、 K L ( 4 ) も適宜設定されている。

#### 【 0 0 9 1 】

図 5 および図 6 を比較すると、図 5 に示す温間用マップの N E ( 1 ) よりも図 6 に示す冷間用マップの N E ( 3 ) の方が高い。これは、エンジン 1 0 の温度が低いほど、吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 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。すなわち、エンジン 1 0 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 1 1 0 から燃料を噴射しなくても) 筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 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 1 2 0 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。  
10

#### 【 0 0 9 2 】

図 5 および図 6 を比較すると、エンジン 1 0 の回転数が、温間用マップにおいては N E ( 1 ) 以上の領域において、冷間用マップにおいては N E ( 3 ) 以上の領域において、「D I 比率  $r = 1 0 0 \%$ 」である。また、負荷率が、温間用マップにおいては K L ( 2 ) 以上の領域において、冷間用マップにおいては K L ( 4 ) 以上の領域において、「D I 比率  $r = 1 0 0 \%$ 」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 1 1 0 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 1 1 0 のみが使用されるということを示す。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 1 1 0 のみで燃料を噴射しても、エンジン 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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。  
20

#### 【 0 0 9 3 】

図 5 に示す温間マップでは、負荷率 K L ( 1 ) 以下では、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 のみが用いられる。これは、エンジン 1 0 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 1 1 0 のみが使用されるということを示す。これは、温間時においてはエンジン 1 0 が暖まった状態であるので、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 を用いた領域としている。  
30

#### 【 0 0 9 4 】

図 5 および図 6 を比較すると、図 6 の冷間用マップにのみ「D I 比率  $r = 0 \%$ 」の領域が存在する。これは、エンジン 1 0 の温度が低いときであって、予め定められた低負荷領域( K L ( 3 ) 以下)では吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 のみが使用されるということを示す。これはエンジン 1 0 が冷えていてエンジン 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 を用いないで、吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 のみを用いる。  
40

#### 【 0 0 9 5 】

また、通常運転時以外の場合、エンジン 1 0 がアイドル時の触媒暖気時の場合(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 1 1 0 が制御される。このような触媒暖気運転中にのみ成層燃焼させることで、触媒暖気を促進させ、排気エミッションの向上を図る。  
50

## 【0096】

<この制御装置が適用されるに適したエンジン（その2）>

以下、本実施の形態に係る制御装置が適用されるに適したエンジン（その2）について説明する。なお、以下のエンジン（その2）の説明において、エンジン（その1）と同じ説明については、ここでは繰り返さない。

## 【0097】

図7および図8を参照して、エンジン10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110と吸気通路噴射用インジェクタ120との噴き分け比率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ECU300のROM320に記憶される。図7は、エンジン10の温間用マップであって、図8は、エンジン10の冷間用マップである。10

## 【0098】

図7および図8を比較すると、以下の点で図5および図6と異なる。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低回転数領域を除くKL(2)以上の領域において、冷間用マップにおいては低回転数領域を除く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のみが使用される領域が多いことを示す。しかしながら、低回転数領域の高負荷領域においては、筒内噴射用インジェクタ110から噴射された燃料により形成される混合気のミキシングが良好ではなく、燃焼室内の混合気が不均質で燃焼が不安定になる傾向を有する。このため、このような問題が発生しない高回転数領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタの噴射比率を増大させるようにしている。また、このような問題が発生する高負荷領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ110の噴射比率を減少させるようにしている。これらのDI比率 $r$ の変化を図7および図8に十字の矢印で示す。このようにすると、燃焼が不安定であることに起因するエンジンの出力トルクの変動を抑制することができる。なお、これらのこととは、予め定められた低回転数領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ110の噴射比率を減少させることや、予め定められた低負荷領域へ移行するに伴い筒内噴射用インジェクタ110の噴射比率を増大させることと、略等価であることを確認的に記載する。また、このような領域（図7および図8で十字の矢印が記載された領域）以外の領域であって筒内噴射用インジェクタ110のみで燃料を噴射している領域（高回転側、低負荷側）においては、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。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。2030

## 【0099】

なお、図5～図8を用いて説明したこのエンジン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れ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。40

## 【0100】

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50

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気時に好ましい。これは、以下の理由による。すなわち、触媒暖気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気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。

## 【0101】

10

また、図5～図8を用いて説明したエンジンにおいては、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（触媒暖気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。

## 【0102】

20

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。

## 【0103】

30

なお、上述したフローチャートのS150においては、このフローチャートが実行される毎にエンジン10の作動状態から基本点火時期を算出しておいて、その基本点火時期に対して冷間進角量分だけを補正するような関数gを用いて点火時期を算出するようにしてもよい。

## 【0104】

30

さらに、エンジン10の温度によらず（すなわち、温間時および冷間時のいずれの場合であっても）、オフアイドル時（アイドルスイッチがオフの場合、アクセルペダルが踏まれている場合）には、図5または図7に示す温間マップを用いるようにしてもよい（冷間温間を問わず、低負荷領域において筒内噴射用インジェクタ110を用いる）。

## 【0105】

40

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】

## 【0106】

【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】エンジンECUで実行されるプログラムのフローチャートを示す図である。

【図3】噴き分けマップの一例を示す図である。

【図4】エンジンの作動状態の変化を説明するための図である。

【図5】本発明の実施の形態に係る制御装置が適用されるに好適なエンジンの温間時のD/I比率マップを表わす図（その1）である。

50

【図6】本発明の実施の形態に係る制御装置が適用されるに好適なエンジンの冷間時のD/I比率マップを表わす図(その1)である。

【図7】本発明の実施の形態に係る制御装置が適用されるに好適なエンジンの温間時のD/I比率マップを表わす図(その2)である。

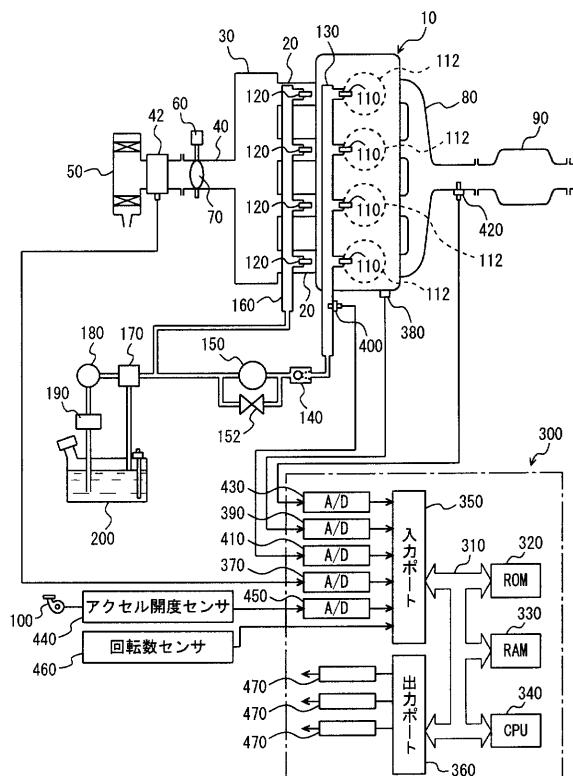
【図8】本発明の実施の形態に係る制御装置が適用されるに好適なエンジンの冷間時のD/I比率マップを表わす図(その2)である。

【符号の説明】

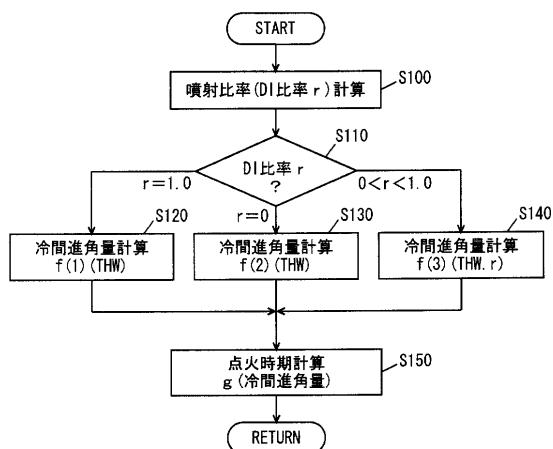
【0107】

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。

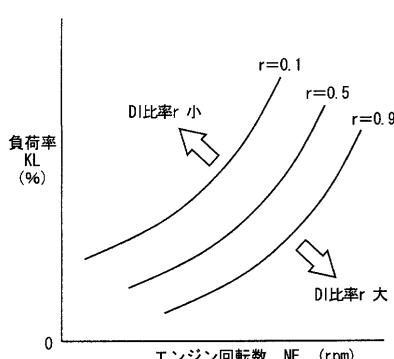
【図1】



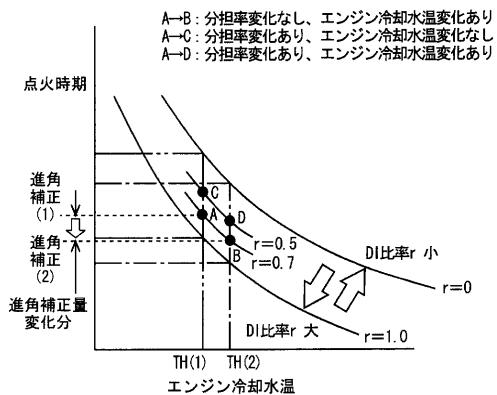
【図2】



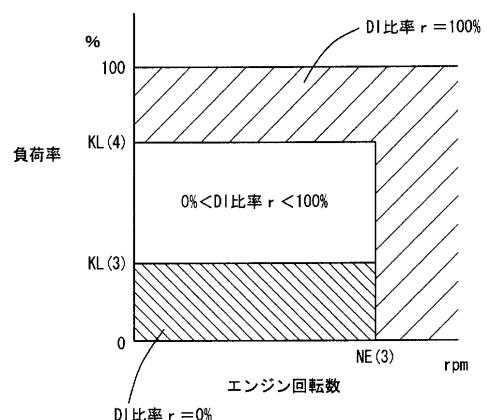
【図3】



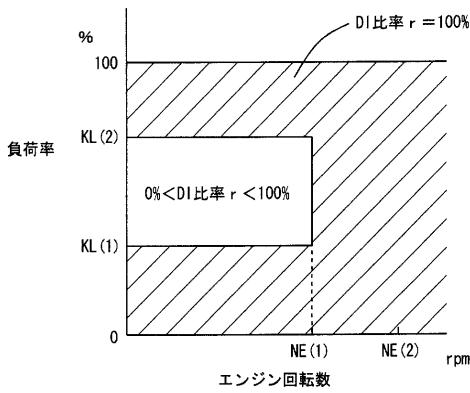
【図4】



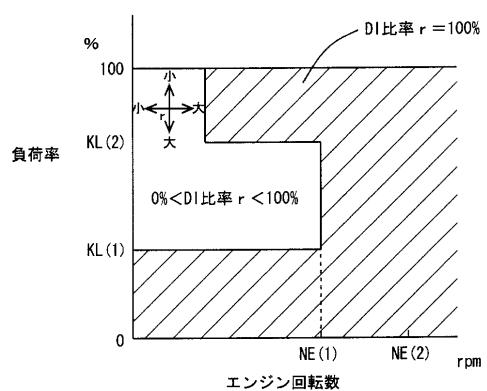
【図6】



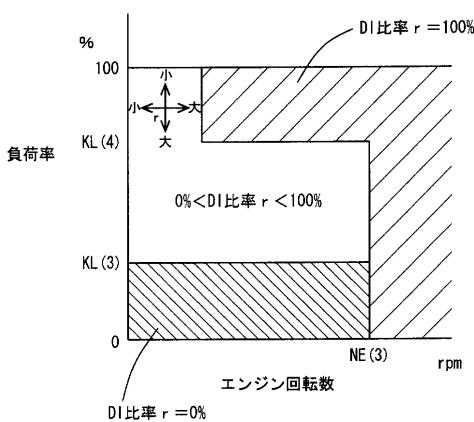
【図5】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 02M 63/00 (2006.01) F 02D 45/00 314Q  
F 02M 63/00 P

(72)発明者 木野瀬 賢一  
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 畑津 圭介

(56)参考文献 特開2003-013784 (JP, A)  
特開2000-240492 (JP, A)  
実開平02-056863 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 02P 5 / 15  
F 02B 17 / 00  
F 02B 23 / 08  
F 02D 41 / 34  
F 02D 45 / 00  
F 02M 63 / 00