

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4415876号
(P4415876)

(45) 発行日 平成22年2月17日 (2010. 2. 17)

(24) 登録日 平成21年12月4日 (2009. 12. 4)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/34 (2006. 01)

F O 2 D 41/34 E

F O 2 D 45/00 (2006. 01)

F O 2 D 45/00 3 6 8 D

F O 2 M 45/00 (2006. 01)

F O 2 M 45/00 X

F O 2 M 45/02 (2006. 01)

F O 2 M 45/02

F O 2 M 63/00 (2006. 01)

F O 2 M 63/00 P

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2005-54103 (P2005-54103)
 (22) 出願日 平成17年2月28日 (2005. 2. 28)
 (65) 公開番号 特開2006-57626 (P2006-57626A)
 (43) 公開日 平成18年3月2日 (2006. 3. 2)
 審査請求日 平成20年2月14日 (2008. 2. 14)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-214623 (P2004-214623)
 (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 100112852
 弁理士 武藤 正
 (72) 発明者 益城 善一郎
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 中村 直人
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

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】

筒内に直接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、燃料噴射時期および燃料噴射期間に基づき燃料噴射手段を動作させるとともに、ノック判定期間のノックセンサの出力信号に基づきノック判定を行なう内燃機関の制御装置であって、

前記第1の燃料噴射手段の動作によって生じるノイズが前記ノック判定期間の前記ノックセンサの出力信号に重畳されるか否かを判定するための判定手段と、

前記判定手段による判定結果に基づいて、前記第1の燃料噴射手段の動作によって生じるノイズが前記ノック判定期間の前記ノックセンサの出力信号に重畳することを避けるように、前記第1の燃料噴射手段の燃料噴射時期および燃料噴射期間の少なくとも一方を変更するための変更手段と、

要求燃料噴射量に対して、変更された燃料噴射状態では不足分が生じる場合には、前記不足分を補うように前記第2の燃料噴射手段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】

前記変更手段は、燃料噴射期間が短くなるように変更するための手段を含み、

前記制御装置は、前記要求燃料噴射量を、変更された燃料噴射期間で供給できるように、燃圧を制御するための手段をさらに含む、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

筒内に直接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、燃料噴射時期および燃料噴射期間に基づき燃料噴射手段を動作させるとともに、ノック判定期間のノックセンサの出力信号に基づきノック判定を行なう内燃機関の制御装置であって、

前記第１の燃料噴射手段の動作および前記第１の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料系の動作の少なくともいずれかの動作によって生じるノイズが前記ノック判定期間の前記ノックセンサの出力信号に重畳されるか否かを判定するための判定手段と、

前記判定手段による判定結果に基づいて、前記動作によって生じるノイズが前記ノック判定期間の前記ノックセンサの出力信号に重畳することを避けるように、前記高圧燃料系の燃圧を変更するための変更手段と、

要求燃料噴射量に対して、変更された燃圧では不足分が生じる場合には、前記不足分を補うように前記第２の燃料噴射手段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４】

前記変更手段は、前記燃圧が低下するように変更するための手段を含み、

前記制御装置は、前記要求燃料噴射量を、低下された燃圧で供給できるように、燃料噴射期間を制御するための噴射期間制御手段をさらに含む、請求項３に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項５】

前記噴射期間制御手段は、前記燃料噴射期間を長くして、前記燃料噴射期間の終期が前記ノック判定期間の終期よりも遅くなるように、制御するための手段を含む、請求項４に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項６】

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１～５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）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、ＫＣＳ（Knock Control System）におけるノックセンサがノッキング以外の振動を誤って検知しないように内燃機関を制御する装置に関する。

【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。この内燃機関では両燃料噴射弁から噴射される燃料の合計である全噴射量が機関負荷の関数として予め定められており、この全噴射量は機関負荷が高くなるほど増大せしめられる。

【０００３】

第２の燃料噴射弁（筒内噴射用インジェクタ）は、直接に内燃機関の燃焼室に開口するように装着され、燃料ポンプで加圧した燃料を直接に筒内に噴射する。第２の燃料噴射弁（筒内噴射用インジェクタ）は、第１燃料噴射弁（吸気通路噴射用インジェクタ）と比較して、燃料圧力を２０～５０倍高く設定する必要がある、第２の燃料噴射弁（筒内噴射用インジェクタ）はこの油圧を得るための強いスプリング、高応答にするための強力な電磁

10

20

30

40

50

力を得ることが可能な高電圧回路が採用されている。また、第2の燃料噴射弁（筒内噴射用インジェクタ）は、燃焼室内に直接突き出すように装着されていて、燃焼による高圧、高熱、強振動の環境条件下で使用されている。従って、第2の燃料噴射弁（筒内噴射用インジェクタ）は、従来多く採用されている吸気管噴射式内燃機関の燃料噴射弁と比較してカーボンの詰まりなどによる機能劣化や、異常の発生が起こりやすい。燃料噴射弁の機能が劣化したり異常が発生すると内燃機関の正常な運転がなしえなくなり、その出力の低下・有害排出ガス成分の増加などの問題が生じるおそれがある。

【0004】

特開平10-318027号公報（特許文献1）は、このような筒内噴射用インジェクタを有する内燃機関の燃料噴射弁異常検出装置を開示する。この特許文献1に開示された内燃機関の燃料噴射弁異常検出装置は、燃料噴射内燃機関において、内燃機関の振動状態に応じた信号を検出する信号検出手段（ノックセンサ）と、信号検出手段より燃料噴射弁の開閉に関連した信号を取り出すことにより燃料噴射弁の異常を判別する手段とを備える。

10

【0005】

この内燃機関の燃料噴射弁異常検出装置によると、筒内噴射用インジェクタの異常をノックセンサにより検出される内燃機関の振動状態によって検出することができる。すなわち、筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動をノックセンサにより検知することができ、その検知された結果に基づいて筒内噴射用インジェクタの異常を検出することができる。

20

【0006】

特開平11-229951号公報（特許文献2）は、可変バルブタイミング（VVT：Variable Valve Timing）制御装置を備えた多気筒内燃機関において、ノックセンサを用いたノック判定をVVT制御の影響を受けることなく正確に行なうことができるノッキング制御装置を開示する。この特許文献2に開示されたノッキング制御装置は、内燃機関の各気筒に設けられた吸気弁および排気弁の少なくとも一方の開閉タイミングを内燃機関の運転状態に応じて制御する可変バルブタイミング制御装置を備えた多気筒内燃機関に設けられ、内燃機関の機械的な振動を検出するノックセンサからの検出信号を、内燃機関各気筒の爆発行程中の所定のノック判定区間中に取り込み、取り込んだ検出信号から内燃機関にノッキングが発生したか否かを判定し、判定結果に基づき内燃機関の点火時期を制御してノッキングを抑制する。このノッキング制御装置は、可変バルブタイミング制御装置が制御する吸気弁または排気弁の開閉タイミングに基づき、少なくとも吸気弁または排気弁の閉弁タイミングとノック判定区間とが重なることのないようにノック判定区間を設定するノック判定区間設定手段を備える。

30

【0007】

このノッキング制御装置によると、VVT制御装置を備えた内燃機関のノッキング制御装置において、ノックセンサからノック信号を取り込み、ノック判定を行うノック判定区間を、VVT制御により制御される吸気弁または排気弁のバルブタイミングに基づき、少なくともその閉弁タイミングと重ならないように設定する。このため、ノック判定区間内に、吸・排気弁の着座ノイズを含むノック信号を取り込み、ノッキングを誤判定することを防止し、ノッキング制御を精度よく実行することができる。

40

【特許文献1】特開平10-318027号公報

【特許文献2】特開平11-229951号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に開示されているように、筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動がノックセンサにより検知される。特許文献2に開示されているように、ノック判定区間を、吸気弁および排気弁の閉弁タイミングに重ならないようにする。これらのことから、筒内噴射用インジェクタを有するエンジンにおいて、ノック判定区間に、筒内噴射用インジェク

50

タの動作に伴う振動が重なると、ノックセンサにより精度高くノッキングを検知することが困難となる。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、これらの特許文献に基づくのみでは、V V Tによる吸気弁や排気弁の閉弁タイミングをノック判定区間に重ならないように制御できても、筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動をノック判定区間に重ならないように制御できない。特に、筒内噴射用インジェクタの噴射期間を短くすると、要求燃料噴射量に満たなくなる可能性もあり、エンジン性能を確保することが困難になる可能性もある。

【 0 0 1 0 】

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、内燃機関の性能を低下させることなく、ノックセンサが第1の燃料噴射手段の動作に伴う振動を検知しないようにして、ノックセンサによるノッキングを精度高く検知することができる、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】

【 0 0 1 1 】

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、燃料噴射時期および燃料噴射期間に基づき燃料噴射手段を動作させるとともに、ノック判定期間のノックセンサの出力信号に基づきノック判定を行なう内燃機関を制御する。この制御装置は、第1の燃料噴射手段の動作によって生じるノイズがノック判定期間のノックセンサの出力信号に重畳されるか否かを判定するための判定手段と、判定手段による判定結果に基づいて、第1の燃料噴射手段の動作によって生じるノイズがノック判定期間のノックセンサの出力信号に重畳することを避けるように、第1の燃料噴射手段の燃料噴射時期および燃料噴射期間の少なくとも一方を変更するための変更手段と、要求燃料噴射量に対して、変更された燃料噴射状態では不足分が生じる場合には、不足分を補うように第2の燃料噴射手段を制御するための制御手段とを含む。

20

【 0 0 1 2 】

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）の動作によって生じるノイズがノック判定期間（ノック検出ゲート）に入ることがなくなるので、ノッキングが発生していないのにノッキングが発生しているというノック誤検出を抑制することができる。さらに、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射時期および燃料噴射期間の少なくとも一方を変更して要求燃料が不足する場合でも、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）により不足分が補われて要求燃料噴射量を満足する燃料を供給することができるため、内燃機関の出力を低下させることがない。その結果、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、噴射燃料を分担する内燃機関において、内燃機関の性能を低下させることなく、ノックセンサが筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動を検知しないようにして、ノックセンサによるノッキングを精度高く検知することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

30

40

【 0 0 1 3 】

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、変更手段は、燃料噴射期間が短くなるように変更するための手段を含む。この制御装置は、要求燃料噴射量を、変更された燃料噴射期間で供給できるように、燃圧を制御するための手段をさらに含む。

【 0 0 1 4 】

第2の発明によると、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射期間を短く変更しても、燃圧を上げて要求燃料噴射量を満足する燃料を供給することができるため、内燃機関の出力を低下させることがない。

【 0 0 1 5 】

50

第3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、燃料噴射時期および燃料噴射期間に基づき燃料噴射手段を動作させるとともに、ロック判定期間のロックセンサの出力信号に基づきロック判定を行なう内燃機関を制御する。この制御装置は、第1の燃料噴射手段の動作および第1の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧燃料系の動作の少なくともいずれかの動作によって生じるノイズがロック判定期間のロックセンサの出力信号に重畳されるか否かを判定するための判定手段と、判定手段による判定結果に基づいて、動作によって生じるノイズがロック判定期間のロックセンサの出力信号に重畳することを避けるように、高圧燃料系の燃圧を変更するための変更手段と、要求燃料噴射量に対して、変更された燃圧では不足分が生じる場合には、不足分を補うように第2の燃料噴射手段を制御するための制御手段とを含む。

10

【0016】

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）に燃料を供給する高圧燃料系の燃圧を変更（低下）させて、第1の燃料噴射手段の動作や第1の燃料噴射手段に燃料を供給する高圧の燃料系の動作によって生じるノイズの大きさを小さくする。このため、ロック判定期間（ロック検出ゲート）に入ることがあっても、ノイズの大きさが小さくなるのでロックセンサがこれらのノイズを検知することがなくなる。このため、ノッキングが発生していないのにノッキングが発生しているというロック誤検出を抑制することができる。さらに、このように燃圧を変更（低下）させて要求燃料が不足する場合でも、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）により不足分が補われて要求燃料噴射量を満足する燃料を供給することができるため、内燃機関の出力を低下させることがない。その結果、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、噴射燃料を分担する内燃機関において、内燃機関の性能を低下させることなく、ロックセンサが筒内噴射用インジェクタや高圧燃料系の動作に伴う振動を検知しないようにして、ロックセンサによるノッキングを精度高く検知することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

20

【0017】

第4の発明に係る制御装置においては、第3の発明の構成に加えて、変更手段は、燃圧が低下するように変更するための手段を含む。制御装置は、要求燃料噴射量を、低下された燃圧で供給できるように、燃料噴射期間を制御するための噴射期間制御手段をさらに含む。

30

【0018】

第4の発明によると、高圧燃料系の燃圧を低下させて、筒内噴射用インジェクタの動作や筒内噴射用インジェクタに燃料を供給する高圧ポンプ（電磁スピル弁）の動作によって生じるノイズの大きさを小さくして、ロックセンサによりこのようなノイズを検知しないようにできる。このように燃圧を低下させた場合においては、噴射期間制御手段により、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射期間が長くなるように制御され、要求燃料を噴射するようにできる。なお、このようにしても、燃料噴射量が不足する場合には、吸気通路噴射用インジェクタから不足分を噴射するようにすればよい。

【0019】

第5の発明に係る制御装置においては、第4の発明の構成に加えて、噴射期間制御手段は、燃料噴射期間を長くして、燃料噴射期間の終期がロック判定期間の終期よりも遅くなるように、制御するための手段を含む。

40

【0020】

第5の発明によると、筒内噴射用インジェクタに燃料を供給する高圧燃料系の燃圧を低下させることにより、同じ量の燃料を筒内噴射用インジェクタから噴射するためには、燃料噴射期間が長くなる。この燃料噴射期間の終期（筒内噴射用インジェクタのニードルの閉弁タイミングであってノイズの発生タイミング）をロック判定期間の終期よりも遅くするようにする。このようにすると、高圧燃料系の燃圧を低下させることにより、ノイズ自体の大きさを小さくするとともに、ノイズの発生タイミングであるニードルの閉弁タイミ

50

ングをロック判定期間外に設定できる。これにより、より確実に、ロックセンサが筒内噴射用インジェクタや高圧燃料系の動作に伴う振動を検知しないようにして、ロックセンサによるロッキングを精度高く検知することができる。

【 0 0 2 1 】

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、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 2 】

第 6 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、内燃機関の性能を低下させることなく、ロックセンサが筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動を検知しないようにして、ロックセンサによるロッキングを精度高く検知することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 3 】

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 2 4 】

< 第 1 の実施の形態 >

以下、本発明の第 1 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 ECU (Electronic Control Unit) を含むエンジンシステムについて説明する。図 1 に、本実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU により制御されるエンジン 500 の気筒配置を示す。図 1 に示すように、このエンジン 500 は 4 サイクルのレシプロ機関であって 8 つのシリンダを備える V 型 8 気筒ガソリンエンジンを想定している。なお、本実施の形態においては、このような V 型 8 気筒の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。

【 0 0 2 5 】

V 型バンクの左バンクには 1, 3, 5, 7 気筒が配置され、右側バンクには 2, 4, 6, 8 気筒が配置されている。また、3 気筒と 5 気筒との間および 4 気筒と 6 気筒との間にロックセンサ 230 が設けられている。

【 0 0 2 6 】

図 2 に、図 1 に示す 8 つのシリンダの中の 1 つのシリンダを代表とした図を示す。エンジン 500 は、シリンダブロック 12 とシリンダブロック 12 の上部に連結されるシリンダヘッド 14 とを備えるシリンダ 10 と、シリンダ 10 内を往復動するピストン 20 とを有して構成される。このピストン 20 は、エンジン 500 の出力軸であるクランクシャフト 22 にコンロッド 24 およびクランクアーム 26 を連結され、そのコンロッド 24 によりピストン 20 の往復運動がクランクシャフト 22 の回転に置換えられるようになっている。そして、ピストン 10 内においては、シリンダブロック 12 およびシリンダヘッド 14 の内壁とピストンの頂面とによって混合気を燃焼するための燃焼室 30 が区画形成されている。

【 0 0 2 7 】

シリンダヘッド 14 には、この燃焼室 30 に突出する態様で混合気に点火を行なう点火プラグ 40、燃焼室 30 に燃料を噴射供給する筒内噴射用インジェクタ 50 が配設されている。さらに燃焼室 30 には、吸気通路 60 および排気通路 70 がそれぞれ吸気弁 80 および排気弁 90 を介して連通されている。吸気通路 60 には吸気通路 60 と燃焼室 30 との連通部分である吸気ポート 62 または / および吸気通路 60 に燃料を噴射供給する吸気通路噴射用インジェクタ 100 が取付けられている。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

10

20

30

40

50

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 2 8 】

さらに、エンジン 5 0 0 には、アクセルセンサ 2 1 0、クランクセンサ 2 2 0 およびノックセンサ 2 3 0 が設けられている。ノックセンサ 2 3 0 は、図 1 に示すように、エンジン 5 0 0 の 2 箇所 に設けられている。

【 0 0 2 9 】

アクセルセンサ 2 1 0 は、図示しないアクセルペダルの近傍に設けられ、その開度（踏み込み量）を検出するセンサであり、この検出された値はエンジン E C U 6 0 0 で適宜に A / D 変換された後、エンジン E C U 6 0 0 内に設けられているマイクロコンピュータに取込まれる。

10

【 0 0 3 0 】

クランクセンサ 2 2 0 は、エンジン 5 0 0 のクランクシャフト 2 2 に装着されたロータと、その近傍に配設されてロータの外周に設けられた突起の通過を検出する電磁ピックアップとを備えて構成されるものである。クランクシャフト 2 2 の回転位相（クランク角）、およびエンジン 5 0 0 の回転速度を検出するためのセンサである。このクランクセンサ 2 2 0 の出力は、エンジン E C U 5 0 0 で適宜に波形が成型された後、クランクシャフト 2 2 の回転速度に応じたパルス信号（N E パルス）として、エンジン E C U 5 0 0 のマイクロコンピュータに取込まれる。

【 0 0 3 1 】

ノックセンサ 2 3 0 は、エンジン 5 0 0 のシリンダブロック 1 2 に設けられている。このノックセンサ 2 3 0 は、エンジン 5 0 0 で発生するノッキングを含む振動を検出するセンサである。このノックセンサ 2 3 0 の出力は、その振動の大きさに応じたノック信号としてエンジン E C U 6 0 0 内のマイクロコンピュータに取込まれる。

20

【 0 0 3 2 】

エンジン E C U 6 0 0 は、マイクロコンピュータを始め、A / D 変換器や波形成型回路、さらには各種データや演算結果を一時的に記憶しておくメモリや各種アクチュエータ等を駆動するためのドライバ（駆動回路）を備えている。そして、各センサからの検出信号などから把握される機関運転状態に基づき、点火プラグ 4 0 の点火時期や、筒内噴射用インジェクタ 5 0 および吸気通路噴射用インジェクタ 1 0 0 からの燃料噴射についての制御を実行する。

30

【 0 0 3 3 】

エンジン E C U 6 0 0 は、エンジン 5 0 0 でのノッキングの発生を回避するノックコントロールシステム（K C S）として動作する。ここで、ノックコントロールシステムによるノッキング回避について詳しく説明する。

【 0 0 3 4 】

エンジン E C U 6 0 0 は、エンジン 5 0 0 におけるノッキングが発生し得る期間、すなわち各気筒の圧縮上死点付近（圧縮行程）でありかつ点火時期終了後の期間をノック判定期間（ゲート）とし、そのノック判定期間中におけるシリンダブロック 1 2 の振動に対応したノックセンサ 2 3 0 からの検出信号からノッキング特有の振動を見分ける。より詳しくは、ノック判定期間中、ノックセンサ 2 3 0 からの出力ピーク値が判定基準値を超えた回数を数え、その回数が所定値以上になったとき、ノッキング特有の振動が発生している旨判断する。そして、この判断に基づき、ノッキングを検出することとなる。

40

【 0 0 3 5 】

上記のようにして、ノッキングが検出されると、エンジン E C U 6 0 0 は、点火時期を遅角補正してノッキングの回避を図る。具体的には、点火時期の遅角量をノッキング検出毎に増加させ、ノッキングが検出されないときにはこの遅角量を減少させることにより点火時期を進角側に制御する。こうした点火時期の制御により、点火時期がノッキング限界へと調整され、ノッキングを回避しつつエンジン 5 0 0 の出力は可能な限り高められる。なお、点火時期の遅角量については、高い頻度でのノッキング発生時などに点火時期が過度に遅角されないよう、予め設定されたガード値 G で上限ガードされることとなる。

50

【 0 0 3 6 】

エンジン E C U 6 0 0 は、上記したような点火時期近くによるノッキングの回避の他、筒内噴射用インジェクタ 5 0 による燃料噴射と吸気通路噴射用インジェクタ 1 0 0 による燃料噴射との切換制御を実行する。こうした切換制御は、機関回転速度および機関負荷といった機関運転状態に基づき行なわれ、そのときの機関運転状態に適した燃料噴射形態が選択されるような態様で行なわれる。そして、筒内噴射用インジェクタ 5 0 による燃料噴射が選択される場合であれ、吸気通路噴射用インジェクタ 1 0 0 による燃料噴射が選択される場合であれ、さらにそれらが分担して燃料噴射を行なう場合であれ、それらの燃料噴射に際しては、燃料噴射時期や燃料噴射量が機関運転状態に適した値に制御される。

【 0 0 3 7 】

ところで、筒内噴射用インジェクタ 5 0 による燃料噴射時であって、その燃料噴射が圧縮行程にて行なわれるような場合、機関運転状態によっては筒内噴射用インジェクタ 5 0 におけるニードルの閉弁タイミングが、圧縮上死点付近まで遅れるようになって、ノックコントロールシステム (K C S) のゲートに入ることがある。筒内噴射用インジェクタ 5 0 は、筒内噴射を行なうためシリンダヘッド 1 4 など、シリンダブロック 1 2 にあるノックセンサ 2 3 0 の近傍に設けられるため、ノックセンサ 2 3 0 がニードルの閉弁 (着座) に伴う振動の影響を受けるようになる。したがって、上記のようにニードルの閉弁タイミングがゲートに入ると、ノックセンサ 2 3 0 からはニードルの閉弁 (着座) に伴う振動に対応した信号が閉弁ノイズとして出力される。そして、この閉弁ノイズが判定基準値を超えるようなものである場合、実際にはノッキングが発生していないにも拘らず、ノック判定期間 (ゲート) 中においてノックセンサ 2 3 0 の出力ピーク値が判定基準値を超えた回数が所定回数以上になり、ノッキングが発生しているとの誤判断がなされる恐れがある。このように誤判断がなされた場合、ノッキングが発生していないにも拘らず、点火時期の遅角量が増加され、その遅角量の分だけ点火時期が誤って遅角されるようになる。

【 0 0 3 8 】

このため、本実施の形態においては、こうした点火時期の誤遅角を抑制すべくニードルの閉弁タイミングがゲートに入ったとき、筒内噴射用インジェクタ 5 0 による燃料噴射の時期を変更し (ずらし)、ニードルの閉弁タイミングがゲートから外れるようにする。なお、このようにした場合において機関運転状態に適した燃料噴射時期および燃料噴射期間が変更される場合もあり、このような変更が機関運転の性能悪化を招いて内燃機関のポテンシャルが十分に引き出せなくなるときには、吸気噴射用インジェクタ 1 0 0 で要求燃料噴射量を補間することも考えられる。

【 0 0 3 9 】

図 3 に、K C S ゲートと筒内噴射用インジェクタによる燃料噴射期間との関係を示す。

【 0 0 4 0 】

横軸はクランク角度を示す。縦軸は、 1 , 8 , 4 , 3 , 6 , 5 , 7 , 2 気筒におけるそれぞれの筒内噴射用インジェクタ 5 0 による燃料噴射期間と K C S ゲートとを示す。たとえば 3 気筒において燃料噴射が筒内噴射用インジェクタ 5 0 により実行されているとき、 1 気筒の K C S ゲートに筒内噴射用インジェクタ 5 0 の噴射終了タイミング (ニードルの閉弁 (着座) タイミング) が入っている。これは、同一バンクで、ノックセンサ 2 3 0 に近い気筒の噴射がノックセンサ 2 3 0 から遠い気筒の K C S ゲートに入ること示す。

【 0 0 4 1 】

このように図 3 のように K C S ゲートに他の気筒の筒内噴射用インジェクタ 5 0 の閉弁タイミングが入ると、ノックセンサ 2 3 0 の出力ピーク値を誤検出することになる。本発明の実施の形態に係る制御装置であるエンジン E C U 6 0 0 においてはこのような状態を回避すべく、図 4 に示すプログラムを実行する。

【 0 0 4 2 】

図 4 を参照して、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 E C U 6 0 0 において実行されるプログラムの制御構造について説明する。

【 0 0 4 3 】

ステップ（以下、ステップをSと略す。）100にて、エンジンECU600は、ノックセンサ230近傍の気筒の噴射計算タイミングに到達したか否かを判断する。このとき、計算タイミングは、クランク角度と同期され、BTDC540度付近が噴射制御指令をセットするタイミングであって、BTDC270度近傍において実際に燃料を噴射する場合には、BTDC540度近傍に到達したときが計算タイミングであると判断される。ノックセンサ230近傍の気筒の噴射計算タイミングであると判断されると（S100にてYES）、処理はS200へ移される。もしそうでないと（S100にてNO）、この処理は終了する。

【 0 0 4 4 】

10

S200にて、エンジン回転数、負荷率から噴射時期Astartを算出する。S300にて、エンジンECU600は、噴射期間TAUを算出する。このとき筒内噴射用インジェクタ50の噴射量は、DI比率R、最大噴射量EQMAX、負荷率、ストイキフィードバック係数、筒内噴射用インジェクタ50の学習値および燃圧に応じた噴射量への変換係数などに基づいて噴射期間TAUが算出される。

【 0 0 4 5 】

S400にて、エンジンECU600は噴射終了時期Aendを算出する。このときAend = Astart + TAUである。

【 0 0 4 6 】

S500にて、エンジンECU600は、噴射時期Astartまたは噴射終了時期AendがKCSゲート内にあるか否かを判断する。噴射時期Astartまたは噴射終了時期AendがKCSゲート内にあると（S500にてYES）、処理はS600へ移される。もしそうでないと（S500にてNO）、この処理は終了する。

20

【 0 0 4 7 】

S600にて、エンジンECU600は、噴射時期をずらす。但し、このとき、噴射期間TAUは同じであるものとする。

【 0 0 4 8 】

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ECU600を搭載したエンジンシステムにおいて筒内噴射用インジェクタ50の閉弁（着座）ノイズがKCSゲート内に入らないように制御する場合の動作について説明する。

30

【 0 0 4 9 】

ノックセンサ230近傍の気筒における噴射計算タイミングになると（S100にてYES）、エンジン500の回転数、負荷率から噴射時期Astartが算出される（S200）。噴射期間TAUが負荷率などに基づいて算出され、噴射時期Astartと噴射期間TAUから噴射終了時期Aendが算出される（S400）。

【 0 0 5 0 】

このとき、図5に示すように、噴射終了時期AendがKCSゲートに重畳している場合（S500にてYES）、筒内噴射用インジェクタ50の噴射時期をずらすように筒内噴射用インジェクタ50が制御される。このとき図5に示すように噴射時期Astartが前倒しされるが、噴射期間TAUは変更しない。このようにして図5に示すように噴射終了時期AendがKCSゲートに重畳しないように制御される。

40

【 0 0 5 1 】

以上のようにして、本実施の形態に係るエンジンECUによる制御を実行することにより、同一バンクでセンサに近い気筒における筒内噴射用インジェクタの噴射期間が、ノックセンサから遠い気筒のKCSゲート内に入ることを防止することができる。その結果、エンジンの性能を低下させることなくノックセンサが筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動を検知しないようにして、ノックセンサによるノッキングを精度高く検知することができる。

【 0 0 5 2 】

< 第2の実施の形態 >

50

以下、本発明の第2の実施の形態に係る内燃機関の制御装置について説明する。なお、本実施の形態に係るエンジンシステムは、前述の第1の実施の形態に係るエンジンシステム(図1, 図2)と同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【0053】

図6を参照して、本実施の形態に係るエンジンECU600で実行されるプログラムの制御構造について説明する。なお、図6に示すフローチャートにおいて図4に示したフローチャートと同じ処理については同じステップ番号を付してある。それらについての処理も同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【0054】

S1000にて、エンジンECU600は、噴射期間をTAUdまで短縮する。このとき、噴射時期Astartは同じであるとする。S1100にて、エンジンECU600は噴射量充足判断処理を実行する。

【0055】

図7を参照して、図6のS1100の噴射量充足判断処理について説明する。

【0056】

S1110にて、エンジンECU600は、短縮された噴射期間TAUdから筒内噴射用インジェクタ50からの噴射量Qdを計算する。S1120にて、エンジンECU600は、エンジン回転数や負荷率などに基づいて、要求噴射量Qallを計算する。

【0057】

S1130にて、エンジンECU600は、吸気通路噴射用インジェクタ100からの噴射量であるポート噴射量Qpを、 $Qp = Qall - Qd$ として算出する。S1140にて、エンジンECU600は、ポート噴射量Qpが正であるか否かを判断する。ポート噴射量Qpが正であると(S1140にてYES)、処理はS1150へ移される。もしそうでないと(S1140にてNO)、この処理は終了する。なお、S1140における処理においてQpが正であるか否かを判断したが、Qpが吸気通路噴射用インジェクタ100の最小噴射量よりも大きいかな否かを判断するようにしてもよい。

【0058】

S1150にて、エンジンECU600は、ポート噴射量Qpをポート噴射期間TAUpに換算する。

【0059】

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ECUにより制御されるエンジンシステムの動作について説明する。

【0060】

筒内噴射用インジェクタ50の噴射時期Astartまたは噴射終了時期AendがKCSゲート内であると判断されると(S500にてYES)、筒内噴射用インジェクタ50の噴射期間がTAUdに短縮される。このとき、図8に示すように、噴射時期Astartは変更されず、噴射期間TAUがTAUdに短縮される。これにより、図8に示すように、筒内噴射用インジェクタ50の噴射期間がKCSゲートに重畳しないようになる。

【0061】

このような場合において、筒内噴射用インジェクタ50の噴射期間がTAUからTAUdに短縮されるため、エンジン500に対する燃料の総供給量が不足している場合が発生し得る。それを、噴射量充足判断処理(S1100)により判断し、噴射量が不足している場合には、吸気噴射用インジェクタ100から燃料を噴射することにより不足分を補う。

【0062】

短縮された筒内噴射用インジェクタ50の噴射期間TAUdから筒内噴射用インジェクタ50の噴射量Qdが計算され(S1110)、エンジン500の回転数や負荷率などに基づいて、エンジン500に供給されるべき全体の燃料噴射量である要求噴射量Qallが計算される(S1120)。要求噴射量Qallから筒内噴射用インジェクタ50からの燃

10

20

30

40

50

料噴射量 Q_d が減算されポート噴射量 Q_p が算出される。ポート噴射量 Q_p が正であると (S 1140 にて YES)、筒内噴射用インジェクタ 50 の噴射期間を短縮したことにより要求噴射量を満足しなくなっていると判断され、吸気通路噴射用インジェクタ 100 から燃料を噴射するために、ポート噴射量 Q_p がポート噴射期間 T_{AUp} に換算される (S 1150)。

【0063】

以上のようにして、本実施の形態に係るエンジン ECU によると、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を備えたエンジンにおいて、筒内噴射用インジェクタの動作によって生じるノイズが KCS ゲートに入る場合には燃料噴射期間が短縮され、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射期間が KCS ゲートに重畳しないようにできる。その場合において、要求される燃料噴射量に対して、変更された筒内噴射用インジェクタの燃料噴射量では不足分が生じる場合には、不足分を補うように吸気通路噴射用インジェクタを制御するようにして、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で噴射燃料を分担し、内燃機関の性能を低下させることなくノックセンサが筒内噴射用インジェクタの動作に伴う振動を検知しないようにして、ノックセンサによるノッキングを精度高く検出することができる。

【0064】

< 第 3 の実施の形態 >

以下、本発明の第 3 の実施の形態に係る内燃機関の制御装置について説明する。なお、本実施の形態に係る内燃機関の制御装置も、前述の第 2 の実施の形態と同様、そのハードウェア構成は第 1 の実施の形態と同じであり (図 1, 図 2)、エンジン ECU 600 で実行されるプログラムのうち噴射量充足判断処理 (図 6 における S 1100) 以外は第 2 の実施の形態と同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【0065】

図 9 を参照して、本実施の形態に係るエンジン ECU 600 で実行されるプログラムの制御構造について説明する。なお、図 9 に示すフローチャートにおいて、図 7 のフローチャートと同じ処理については同じステップ番号を付してある。それらについての処理は同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【0066】

S 1200 にて、エンジン ECU 600 は、短縮された筒内噴射用インジェクタ 50 の燃料噴射期間 T_{AUd} で要求噴射量 Q_{all} を噴射できるように、筒内噴射用インジェクタ 50 に供給される燃料の燃圧 P_r を上昇させる。

【0067】

このようにすると、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射期間 T_{AU} が T_{AUd} に短縮されて、筒内噴射用インジェクタの燃料噴射期間が KCS ゲートに重畳しないようにされた場合であって筒内噴射用インジェクタ 50 からの燃料噴射量が不足する場合において、燃圧を上昇させることにより、短縮された燃料噴射期間 T_{AUd} で要求噴射量 Q_{all} を噴射することができる。

【0068】

< 第 4 の実施の形態 >

以下、本発明の第 4 の実施の形態に係る内燃機関の制御装置について説明する。なお、本実施の形態に係る内燃機関の制御装置も、前述の第 2 の実施の形態および第 3 の実施の形態と同様、そのハードウェア構成は第 1 の実施の形態と同じである (図 1, 図 2)。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【0069】

本実施の形態においては、筒内噴射用インジェクタ 50 のニードルの閉弁による振動や、この筒内噴射用インジェクタ 50 に燃料を供給する高圧燃料系からの振動を低減させるために、高圧燃料系の燃圧を低下させることが特徴である。

【0070】

燃圧を低下させることにより、たとえ、筒内噴射用インジェクタ５０におけるニードルの閉弁タイミングが、圧縮上死点付近まで遅れるようになって、ロックコントロールシステム（ＫＣＳ）のゲートに入っても、ロックセンサ２３０がニードルの閉弁（着座）に伴う振動の影響を受けないようにすることができる。

【００７１】

すなわち、燃圧が低いと振動の大きさも小さくなるので、ロックセンサ２３０がニードルの閉弁（着座）に伴う振動を検知しなくなるためである。そのため、ニードルの閉弁タイミングがゲートに入ったとしても、ロックセンサ２３０からはニードルの閉弁（着座）に伴う振動に対応した信号が閉弁ノイズとして出力されない。そのため、この閉弁ノイズがロック判定基準値を超えるようなこともなくなり、実際にはロッキングが発生していないにも拘らず、ロック判定期間（ゲート）中においてロックセンサ２３０の出力ピーク値が判定基準値を超えた回数が所定回数以上になり、ロッキングが発生しているとの誤判断がなされることがなくなる。

【００７２】

このようなことは、筒内噴射用インジェクタ５０のニードルの閉弁（着座）による振動のみならず、たとえば、高圧燃料ポンプの電磁スプール弁の開閉による振動についても同じように対応できる。すなわち、高圧燃料系から発生するノイズがＫＣＳゲート内で発生しても、燃圧を低下させて高圧燃料系から発生する振動の大きさを低減させているので、ロックセンサ２３０によりその振動が検知されないようにできる。

【００７３】

さらに、このように燃圧を低下させると筒内噴射用インジェクタ５０から燃料を噴射している期間である噴射期間ＴＡＵが長くなる。燃圧を低下させると振動の大きさが減少してロックセンサ２３０に検知されないようにすることに加えて、さらに、以下のようにすることもできる。

【００７４】

燃圧を低下させて噴射期間ＴＡＵを延ばして、筒内噴射用インジェクタ５０の燃料を噴射している噴射期間ＴＡＵの終期（ニードルの閉弁（着座）タイミング）をＫＣＳゲートの範囲外に設定する。すなわち、噴射期間ＴＡＵの終期（噴射終了時期Ａend）をＫＣＳゲートの終期よりも遅くなるまで燃圧を低下させる。このようにすると、燃圧を低下させることによりニードルの閉弁（着座）による振動を低減できるとともに、低下した燃圧に対応させて噴射期間を延ばして噴射期間ＴＡＵの終期をＫＣＳゲートの外に設定することができる。

【００７５】

また、このように、燃圧を低下させた場合および／または噴射時間の終期をＫＣＳゲートの外まで延ばした場合のいずれであっても、筒内噴射用インジェクタ５０による燃料噴射量が不足する場合には、吸気通路噴射用インジェクタ１００により、不足分の燃料分を噴射するようにすればよい。

【００７６】

<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。

【００７７】

図１０および図１１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、ＤＩ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１０は、エンジン１０の温間用マップであって、図１１は、エンジン１０の冷間用マップである。

【００７８】

図１０および図１１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ＤＩ比率 r とし

10

20

30

40

50

て百分率で示されている。

【 0 0 7 9 】

図 1 0 および図 1 1 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 $r = 1 0 0 \%$ 」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 $r = 1 0 0 \%$ 」および「 $0 \% < \text{D I 比率 } r < 1 0 0 \%$ 」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している。

【 0 0 8 0 】

さらに、これらの図 1 0 および図 1 1 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 1 1 0 と吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 の D I 分担率 r を規定した。エンジン 1 0 の温度が異なると、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 および吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 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 1 0 の温度を検知して、エンジン 1 0 の温度が予め定められた温度しきい値以上であると図 1 0 の温間時のマップを選択して、そうではないと図 1 1 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 1 0 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 1 1 0 および / または吸気通路噴射用インジェクタ 1 2 0 を制御する。

【 0 0 8 1 】

図 1 0 および図 1 1 に設定されるエンジン 1 0 の回転数と負荷率について説明する。図 1 0 の N E (1) は $2 5 0 0 \sim 2 7 0 0 \text{ rpm}$ に設定され、K L (1) は $3 0 \sim 5 0 \%$ 、K L (2) は $6 0 \sim 9 0 \%$ に設定されている。また、図 1 1 の N E (3) は $2 9 0 0 \sim 3 1 0 0 \text{ rpm}$ 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 1 0 の N E (2) や、図 1 1 の K L (3)、K L (4) も適宜設定されている。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 および図 1 1 を比較すると、図 1 0 に示す温間用マップの N E (1) よりも図 1 1 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、（たとえば、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。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 および図 1 1 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 のみを使用されること、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 のみを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。

【 0 0 8 4 】

図 1 0 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 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。

【 0 0 8 5 】

図 1 0 および図 1 1 を比較すると、図 1 1 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 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（ $KL(3)$ 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。

【 0 0 8 6 】

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。

【 0 0 8 7 】

< 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。

【 0 0 8 8 】

図 1 2 および図 1 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 ECU 3 0 0 の ROM 3 2 0 に記憶される。図 1 2 は、エンジン 1 0 の温間用マップであって、図 1 3 は、エンジン 1 0 の冷間用マップである。

【 0 0 8 9 】

図 1 2 および図 1 3 を比較すると、以下の点で図 1 0 および図 1 1 と異なる。エンジン 1 0 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 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 1 1 0 から噴射された燃料により形成される混合気のみキシングが良好ではなく、燃焼室内の混合気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 1 1 0 の噴射比率を減少させるようにしている。これらの D I 比率 r の変化を図 1 2 および図 1 3 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 1 1 0 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 1 1 0 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 1 2 および図 1 3 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 1 1 0 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 1 1 0 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 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。

【 0 0 9 0 】

なお、図 1 0 ~ 図 1 3 を用いて説明したこのエンジン 1 0 においては、均質燃焼は筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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。

【 0 0 9 1 】

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 1 2 0 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 1 1 0 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。

【 0 0 9 2 】

また、図 1 0 ~ 図 1 3 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 1 1 0 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 1 0 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 1 2 0 を吸気行程噴射させ、筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 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 1 1 0 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 1 1 0 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。

【 0 0 9 3 】

筒内噴射用インジェクタ 1 1 0 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 1 1 0 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。

【 0 0 9 4 】

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】

【 0 0 9 5 】

10

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU により制御されるエンジンの気筒配置を示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU により制御されるエンジンの構成を示す図である。

【図 3】KCS ゲートと筒内噴射用インジェクタによる燃料噴射期間との関係を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 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。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU による、KCS ゲートと筒内噴射用インジェクタによる燃料噴射期間との重畳を回避例を示す図である。

20

【図 6】本発明の第 2 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（その 1）である。

【図 7】本発明の第 2 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（その 2）である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態に係る制御装置であるエンジン ECU による、KCS ゲートと筒内噴射用インジェクタによる燃料噴射期間との重畳を回避例を示す図である。

【図 9】本発明の第 3 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。

【図 10】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 DI 比率マップを表わす図（その 1）である。

30

【図 11】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 DI 比率マップを表わす図（その 1）である。

【図 12】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 DI 比率マップを表わす図（その 2）である。

【図 13】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 DI 比率マップを表わす図（その 2）である。

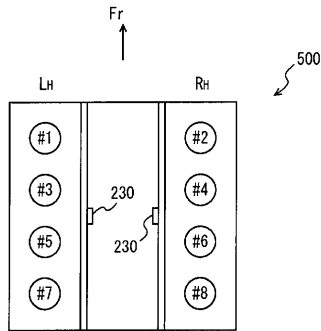
【符号の説明】

【 0 0 9 6 】

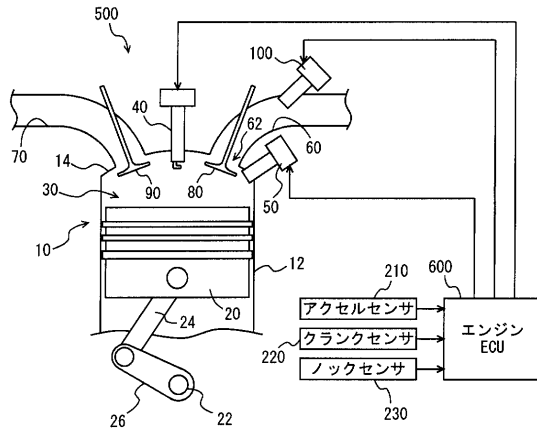
10 シリンダ、12 シリンダブロック、14 シリンダヘッド、20 ピストン、22 クランクシャフト、24 コンロッド、26 クランクアーム、30 燃焼室、40 点火プラグ、50 筒内噴射用インジェクタ、60 吸気通路、62 吸気ポート、70 排気通路、80 吸気弁、90 排気弁、100 吸気通路噴射用インジェクタ、210 アクセルセンサ、220 クランクセンサ、230 ノックセンサ、500 エンジン、600 エンジン ECU。

40

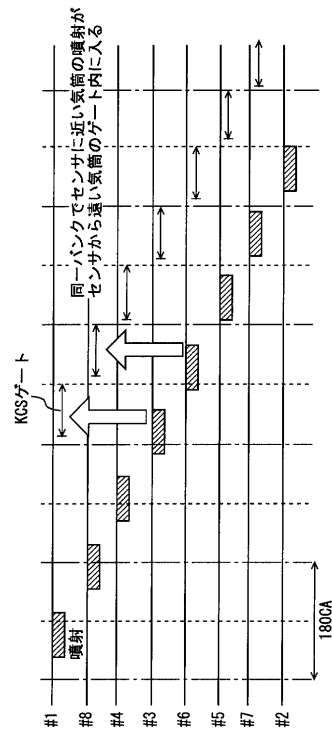
【図 1】



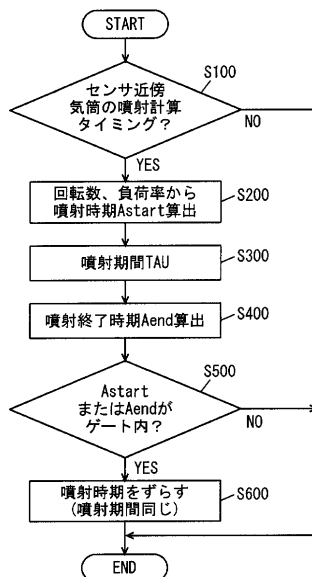
【図 2】



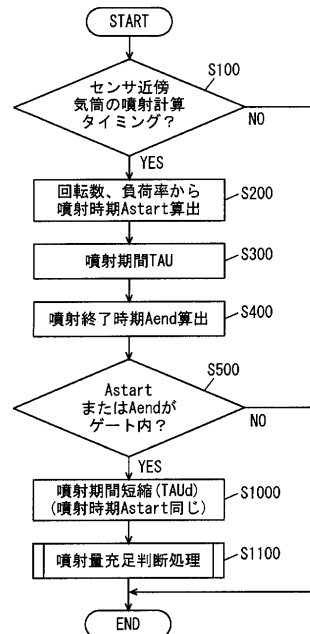
【図 3】



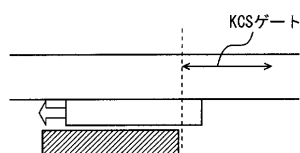
【図 4】



【図 6】

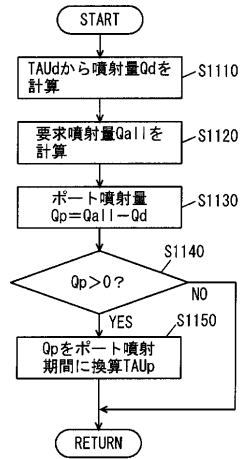


【図 5】

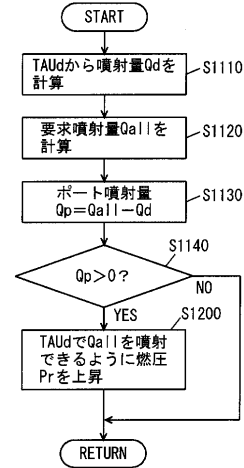


噴射時期Astart 前倒し
噴射期間TAU 変更なし

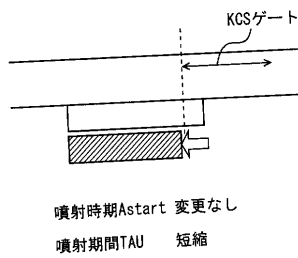
【図 7】



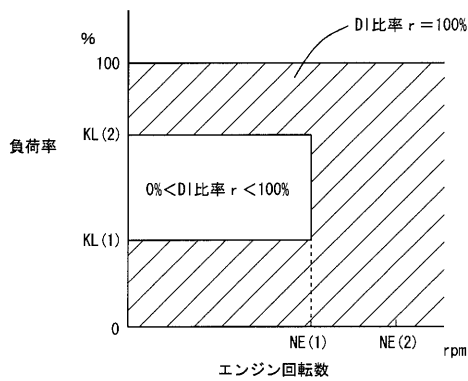
【図 9】



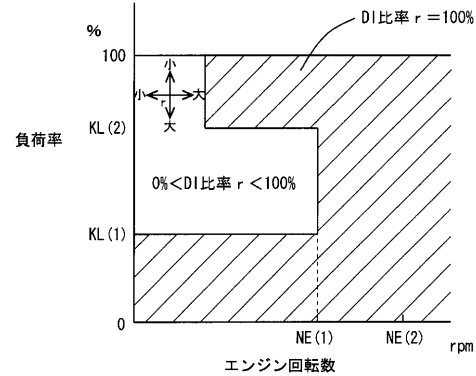
【図 8】



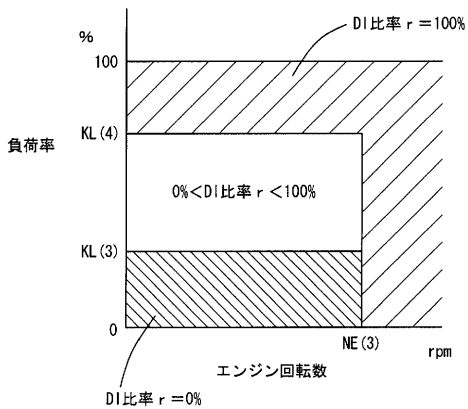
【図 10】



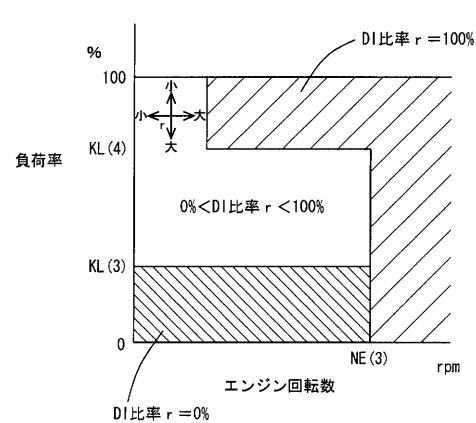
【図 12】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

審査官 寺川 ゆりか

- (56)参考文献 特開平 1 0 - 3 1 8 0 2 7 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 2 9 9 5 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 6 4 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 2 7 6 9 7 (J P , A)

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