

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6098446号  
(P6098446)

(45) 発行日 平成29年3月22日 (2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日 (2017.3.3)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 D 41/22 (2006.01)

F O 2 D 41/22 3 2 5 B

F O 2 D 41/34 (2006.01)

F O 2 D 41/34 H

F O 2 D 41/02 (2006.01)

F O 2 D 41/34 E

F O 2 M 61/16 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 2 5 A

F O 2 M 61/10 (2006.01)

F O 2 M 61/16 W

請求項の数 8 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-183115 (P2013-183115)  
 (22) 出願日 平成25年9月4日 (2013.9.4)  
 (65) 公開番号 特開2015-48823 (P2015-48823A)  
 (43) 公開日 平成27年3月16日 (2015.3.16)  
 審査請求日 平成27年12月25日 (2015.12.25)

(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 110000213  
 特許業務法人プロスペック特許事務所  
 (72) 発明者 内田 大輔  
 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 鏑野 素成  
 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 橋本 晋  
 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】 機関制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

着座位置にあるとき燃料噴孔を閉じる弁体を有するとともに同弁体の同着座位置からの移動量であるリフト量を最大リフト量までの範囲において変更可能な燃料噴射弁と、

吸気弁及び排気弁によって開閉される燃焼室を形成するとともに前記燃料噴射弁が燃料を同燃焼室内に直接噴射するように配設された気筒と、

を備える火花点火式内燃機関に適用される機関制御装置において、

前記機関制御装置は、

前記リフト量を前記最大リフト量に変更することにより前記燃料噴射弁からの第1の燃料噴射を点火時期の前に実行する制御部を備え、

前記制御部は、

ノッキングの発生を抑制する要求が発生しているか否かを判定するとともに、前記要求が発生していると判定した場合、前記点火時期の前に実行される前記第1の燃料噴射の後に同点火時期近傍の所定のタイミングにて前記リフト量を前記最大リフト量よりも小さいパーシャルリフト量までの範囲内にて変更することによりパーシャルリフト燃料噴射を実行するように構成された機関制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の機関制御装置において、

前記制御部は、

前記要求が発生していると判定した場合、前記パーシャルリフト燃料噴射を連続的に複数回繰り返し実行するように構成された機関制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の機関制御装置において、

前記制御部は、

前記ノッキングを検出するノッキング検出部を含み、

前記ノッキング検出部により前記ノッキングが検出された場合に前記要求が発生していると判定するように構成された機関制御装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の機関制御装置において、

前記燃料噴射弁が前記燃料を前記吸気弁側から前記排気弁側に向けて前記燃焼室内に直接噴射するように配設されており、

前記制御部は、

前記要求が発生したと判定した場合、前記パーシャルリフト量を第 1 リフト量に設定した第 1 パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成し、且つ、

前記第 1 パーシャルリフト燃料噴射を実行している場合に前記ノッキング検出部によって前記ノッキングが依然として検出されたとき、前記パーシャルリフト量を前記第 1 リフト量よりも大きい第 2 リフト量に設定した第 2 パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成するように構成された機関制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の機関制御装置において、

前記燃料噴射弁が前記燃料を前記吸気弁側から前記排気弁側に向けて前記燃焼室内に直接噴射するように配設されており、

前記制御部は、

前記ノッキングが発生しているか否かを判定するとともに、前記ノッキングが前記燃焼室内の前記吸気弁側及び前記排気弁側の何れで発生しているかを特定するノッキング特定部を含み、

前記ノッキング特定部により前記ノッキングが前記燃焼室内の前記吸気弁側にて発生していると特定された場合、前記要求が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を第 1 リフト量に設定した第 1 パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成し、且つ、

前記ノッキング特定部により前記ノッキングが前記燃焼室内の前記排気弁側にて発生していると特定された場合、前記要求が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を前記第 1 リフト量よりも大きい第 2 リフト量に設定した第 2 パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成するように構成された機関制御装置。

【請求項 6】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の機関制御装置において、

前記制御部は、

前記機関の運転状態が前記ノッキングを抑制する必要がある特定運転状態である場合に前記要求が発生していると判定するように構成された機関制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の機関制御装置において、

前記燃料噴射弁が前記燃料を前記吸気弁側から前記排気弁側に向けて前記燃焼室内に直接噴射するように配設されており、

前記制御部は、

前記機関の運転状態が前記燃焼室の前記吸気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第1特定運転状態である場合、前記要求が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を第1リフト量に設定した第1パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成し、

前記機関の運転状態が前記燃焼室の前記排気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第2特定運転状態である場合、前記要求が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を前記第1リフト量よりも大きい第2リフト量に設定した第2パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成するように構成された機関制御装置。

10

【請求項8】

請求項1乃至請求項7の何れか一項に記載の機関制御装置において、

前記制御部は、

前記機関に供給される混合気の空燃比が大きいほど、前記点火時期近傍にて実行される前記パーシャルリフト燃料噴射の回数を増加させるように構成された機関制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、筒内燃料噴射弁を備える内燃機関に適用される機関制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来から、気筒内に燃料を直接的に噴射する燃料噴射弁（以下、「筒内噴射弁」とも称呼される。）を備えた内燃機関が広く知られている。このような機関は、「筒内燃料噴射式内燃機関」、「直噴エンジン」、又は、「筒内噴射式機関」とも称呼される。筒内噴射式機関においても機関負荷が大きい場合にはノッキングが発生する場合がある。そこで、従来の機関制御装置は、ノッキングが発生した場合に点火時期及び吸気弁の開弁時期を遅角し、以て、ノッキングの発生を抑制している（例えば、特許文献1を参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献1】特開2011-111921号公報

【特許文献2】特開2010-024993号公報

【特許文献3】特開2003-021024号公報

【発明の概要】

【0004】

しかしながら、点火時期の遅角は燃費の大幅な悪化を招く場合がある。そこで、本発明の目的の一つは、筒内噴射式機関において、燃料噴射弁が有する弁体（一般に、ニードル弁）の燃料噴射時における移動量（即ち、弁体のリフト量、一般に、ニードルリフト量）の範囲を調整した燃料噴射を追加的に実行することにより、燃費の大幅な悪化を招くことなくノッキングを抑制することができる機関制御装置を提供することである。

40

【0005】

本発明の機関制御装置（以下、「本発明装置」とも称呼する。）は、「燃料噴射弁の噴孔（燃料噴孔）が露呈するように同燃料噴射弁が配設されるとともに吸気弁及び排気弁によって開閉される燃焼室」を形成する気筒を有する内燃機関（例えば、筒内噴射式機関）に適用される。前記燃料噴射弁は弁体を有する。その弁体は、着座位置にあるとき燃料噴孔を閉じて燃料噴射を停止する。弁体の着座位置からの移動量（即ち、リフト量）は、最大リフト量（フルリフト量）までの範囲において変更可能である。

【0006】

本発明装置は、前記弁体のリフト量を変更することにより前記燃料噴射弁からの燃料噴

50

射を点火時期の前に実行する制御部を備える。

【0007】

更に、前記制御部は、ノッキングの発生を抑制する要求（ノッキング抑制要求）が発生しているか否かを判定する。前記制御部は、前記要求が発生していると判定した場合、前記点火時期の前に実行される前記燃料噴射の後に同点火時期近傍の所定のタイミングにて前記リフト量を「前記最大リフト量よりも小さいパーシャルリフト量」までの範囲内にて変更することによって燃料噴射を行う。係る燃料噴射（パーシャルリフト量までの範囲内でリフト量を変更する燃料噴射）は「パーシャルリフト燃料噴射」又は「パーシャルリフト噴射」と称呼される。なお、最大リフト量までの範囲内でリフト量を変更する燃料噴射は「フルリフト燃料噴射、フルリフト噴射、又は、最大リフト噴射」とも称呼される。

10

【0008】

ノッキングは燃焼ガスによって圧縮された未燃ガス（混合気）が自己着火することにより発生する。換言すると、ノッキングは燃焼室内において未燃ガスの燃焼速度が低い部分において発生し易い。一方、パーシャルリフト燃料噴射によって噴射される燃料の噴霧の最大到達距離は、フルリフト燃料噴射によって噴射される燃料の噴霧の最大到達距離よりも短い。即ち、パーシャルリフト燃料噴射により形成される燃料噴霧は貫徹力が小さい。従って、パーシャルリフト燃料噴射を点火時期近傍（例えば、圧縮上死点近傍）の適当なタイミングにて実行することによって、燃焼室内の特定の部分（燃焼速度が低い部分）に燃料噴霧を形成することができる。燃料噴霧が形成された部分では火炎伝播速度が大きくなる。その結果、ノッキングの要因となる未燃ガスが早期に燃焼するから、未燃ガスが燃焼ガスによって圧縮される事態の発生頻度が低下する。更に、点火時期近傍において噴射された燃料は燃焼することによってトルクの発生に寄与することができる。この結果、燃費が大幅に悪化することを回避しながら、ノッキングを効果的に抑制することができる。なお、前記パーシャルリフト燃料噴射は、点火時期の後であってもよく、更に、点火時期の前であってもノッキング抑制効果を奏することができる場合がある。

20

【0009】

本発明装置の態様の一つにおいて、

前記制御部は、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定した場合、前記パーシャルリフト燃料噴射を連続的に複数回繰り返し実行するように構成される。

【0010】

パーシャルリフト燃料噴射を連続的に複数回繰り返し実行することにより、狙いとする位置に狙いとする燃料噴霧を連続的に形成することができる。よって、上記態様は、パーシャルリフト燃料噴射によってノッキングをより効果的に抑制することができる。

30

【0011】

本発明装置の態様の一つにおいて、

前記制御部は、前記ノッキングを検出するノッキング検出部を含み、前記ノッキング検出部により前記ノッキングが検出された場合に前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するように構成される。

【0012】

ノッキング検出部は、例えば、ノッキングセンサ（ノックセンサ）、筒内圧センサ及びイオンプローブ等の一つ以上のセンサを含んでいてもよい。

40

【0013】

ところで、一般に、燃焼室内の温度は、高温の排ガスが通過する排気弁近傍領域（以下、「排気弁側」とも表現する。）の方が低温の空気が流入する吸気弁近傍領域（以下、「吸気弁側」とも表現する。）よりも高くなる。更に、吸気に伴う「吸気弁側から排気弁側へと向かうタンブル流」が存在する場合、火炎は燃焼室内の排気弁側へと先に到達するから、吸気弁側の未燃ガスが燃焼ガス（火炎）により圧縮されることが多い。従って、一般に、ノッキングは燃焼室内の吸気弁側にて発生する確率が高い。これに対し、機関の負荷及び／又は機関回転速度によっては、火炎が「ピストン冠面に沿って排気弁側から吸気弁側へと向かうタンブル流」により吸気弁側へと先に到達し、ピストン冠面近傍の排気弁側

50

の未燃ガスが圧縮され、その部位（即ち、燃焼室内の排気弁側）にてノッキングが発生することもある。

【0014】

一方、パーシャルリフト量が比較的小さいパーシャルリフト燃料噴射（以下、「第1パーシャルリフト燃料噴射」又は「吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射」とも称呼する。）により噴射された燃料の最大到達距離は、パーシャルリフト量が比較的大きいパーシャルリフト燃料噴射（以下、「第2パーシャルリフト燃料噴射」又は「排気弁側パーシャルリフト燃料噴射」とも称呼する。）により噴射された燃料の最大到達位置よりも小さい。

【0015】

従って、燃料噴射弁が燃焼室の吸気弁側から排気弁側に向けて燃料を噴射するように構成されている場合、第1パーシャルリフト燃料噴射を実行することにより吸気弁側に燃料噴霧を形成することができ、第2パーシャルリフト燃料噴射を実行することにより排気弁側に燃料噴霧を形成することができる。吸気弁側に燃料噴霧が形成されれば、吸気弁側の未燃ガスの燃焼速度が高められるので、吸気弁側に発生しているノッキングを効果的に抑制することができる。排気弁側に燃料噴霧が形成されれば、排気弁側の未燃ガスの燃焼速度が高められるので、排気弁側に発生しているノッキングを効果的に抑制することができる。

10

【0016】

そこで、本発明装置の態様の一つにおける制御部は、ノッキング検出部を有するとともに、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生したと判定した場合（即ち、前記ノッキング検出部により前記ノッキングが検出された場合）、先ず、

20

（1）前記パーシャルリフト量を第1リフト量に設定した第1パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成し、次いで、

（2）前記第1パーシャルリフト燃料噴射を実行している場合に前記ノッキング検出部によって前記ノッキングが依然として検出されたとき、前記パーシャルリフト量を「前記第1リフト量よりも大きい第2リフト量」に設定した第2パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成するように構成される。なお、第2リフト量は最大リフト量よりも小さい。

【0017】

30

この結果、ノッキングが検出された場合、先ず、ノッキングの発生可能性が高い吸気弁側でのノッキングが第1パーシャルリフト燃料噴射により抑えられる。更に、第1パーシャルリフト燃料噴射を実行してもなおノッキングが検出される場合には、排気弁側にてノッキングが発生していると考えられるので、第2パーシャルリフト燃料噴射が実行され、以て、排気弁側で発生しているノッキングが抑制される。従って、ノッキングが燃焼室内の吸気弁側で発生しているのか排気弁側で発生しているのかを特定しなくとも、第1パーシャルリフト燃料噴射及び第2パーシャルリフト燃料噴射を選択的に用いることにより、効果的にノッキングを抑制することができる。

【0018】

更に、燃料噴射弁が燃焼室の吸気弁側から排気弁側に向けて燃料を噴射するように構成されている場合、本発明装置の態様の一つにおける制御部は、

40

前記ノッキングが発生しているか否かを判定するとともに、前記ノッキングが前記燃焼室内の前記吸気弁側及び前記排気弁側の何れで発生しているかを特定するノッキング特定部を含む。

（1）この場合、前記制御部は、前記ノッキング特定部により前記ノッキングが前記燃焼室内の前記吸気弁側にて発生していると特定された場合、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を「第1リフト量」に設定した第1パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成する。

（2）更に、前記制御部は、前記ノッキング特定部により前記ノッキングが前記燃焼室内

50

の前記排気弁側にて発生していると特定された場合、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を「前記第１リフト量よりも大きい第２リフト量」に設定した第２パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成する。

【００１９】

この態様によれば、吸気弁側にてノッキングが発生している場合には第１パーシャルリフト燃料噴射により直ちにそのノッキングが抑制され得る。更に、排気弁側にてノッキングが発生している場合には第２パーシャルリフト燃料噴射により直ちにそのノッキングが抑制され得る。なお、ノッキングが吸気弁側で発生しているのか排気弁側で発生しているのかは、例えば、吸気弁側と排気弁側とのそれぞれに配設された筒内圧センサ又はイオンプローブ等の信号に基づいて容易に特定することができる。

10

【００２０】

本発明装置の態様の一つにおける制御部は、前記機関の運転状態が「前記ノッキングを抑制する必要がある特定運転状態」である場合に前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するように構成される。なお、この判定は、例えば、判定フラグをセットする等の処理を伴う必要はない。即ち、この態様は、前記機関の運転状態が「前記ノッキングを抑制する必要がある特定運転状態」である場合にパーシャルリフト燃料噴射を実行する態様である。前記特定運転状態は、例えば、機関の負荷が「一定又は可変の閾値負荷」以上である状態、機関の負荷及び機関回転速度により定まる運転状態が特定の運転領域内にある状態等を含む。

20

【００２１】

これによれば、パーシャルリフト燃料噴射を用いてノッキングの発生を未然に防止することができる。

【００２２】

更に、燃料噴射弁が燃焼室の吸気弁側から排気弁側に向けて燃料を噴射するように構成されている場合、本発明装置の態様の一つにおける制御部は、

（１）前記機関の運転状態が前記燃焼室の前記吸気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第１特定運転状態である場合、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を第１リフト量に設定した第１パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記吸気弁側に燃料噴霧を形成し、

30

（２）前記機関の運転状態が前記燃焼室の前記排気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第２特定運転状態である場合、前記要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定するとともに前記パーシャルリフト量を前記第１リフト量よりも大きい第２リフト量に設定した第２パーシャルリフト燃料噴射を前記パーシャルリフト燃料噴射として実行することにより前記燃焼室内の前記排気弁側に燃料噴霧を形成するように構成される。

【００２３】

この態様によれば、ノッキングの発生位置を特定することなく、第１パーシャルリフト燃料噴射によって吸気弁側にてノッキングが発生することを未然に防止することができ、第２パーシャルリフト燃料噴射によって排気弁側にてノッキングが発生することを未然に防止することができる。なお、この場合においても、ノッキング抑制要求が発生しているとの判定は、例えば、判定フラグをセットする等の処理を伴う必要はない。即ち、この態様は、前記機関の運転状態が「燃焼室の吸気弁側又は排気弁側でのノッキングを抑制する必要がある特定運転状態」である場合に、対応するパーシャルリフト燃料噴射を実行する態様である。

40

【００２４】

ところで、ノッキングは混合気の空燃比が大きいほど（リーンになるほど）発生し易い。

【００２５】

そこで、本発明装置の態様の一つにおける制御部は、

50

前記機関に供給される混合気の空燃比が大きいほど、前記点火時期近傍にて実行される前記パーシャルリフト燃料噴射の回数を増加させるように構成される。

【0026】

これによれば、混合気の空燃比が相違する場合であっても、無駄にパーシャルリフト燃料噴射を実行することなく、ノッキングを効果的に抑制することができる。

【0027】

なお、本発明装置の一態様において、前記燃料噴射弁は、

前記燃料噴孔から噴射された燃料により形成される燃料噴霧の中心軸が、前記気筒の平面視において、前記気筒の上壁面に設けられた二つの吸気弁の中心線に略一致するように構成される。

10

【0028】

更に、本発明装置の一態様において、前記燃料噴射弁は、

前記燃料噴孔がスリット形状を有するとともに前記燃料噴孔の燃料入口側から燃料出口側へと向うにつれて同燃料噴孔の幾何学的面積が増大する形状を有するように構成されるとともに、

前記燃料噴孔が前記気筒の上壁面の外周部に露呈し、前記噴孔の長辺が前記気筒の中心軸と直交する平面と平行であり、且つ、前記燃料を前記気筒の上壁面から離れる方向に噴射するように配置され得る。

即ち、燃料噴射弁は、所謂「スリットノズルタイプの燃料噴射弁」であってもよい。

【0029】

20

本発明の他の目的、他の特徴及び付随する利点は、以下の図面を参照しつつ記述される本発明の各実施形態についての説明から容易に理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係る機関制御装置（第1装置）が適用される内燃機関の部分概略断面図である。

【図2】図2は、図1に示した気筒（燃焼室）の平面図である。

【図3】図3の（A）及び（B）は、図1に示した燃料噴射弁の燃料噴孔近傍部位の拡大断面図である。

【図4】図4は、噴射弁駆動信号と、燃料噴射弁の弁体のリフト量と、の関係を示したタイムチャートである。

30

【図5】図5は、フルリフト燃料噴射を行なった場合と、パーシャルリフト燃料噴射を行なった場合と、における燃料噴霧の最大到達距離を示すグラフである。

【図6】図6は、燃料噴射から一定の時間が経過したときの燃焼室内における火炎の広がり状態を模式的に示した図である。

【図7】図7は、図1に示した電気制御装置（制御部）のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図8】図8は、ノッキング抑制制御が実行された場合における、時間と燃料噴射弁の弁体のリフト量との関係を示したタイムチャートである。

【図9】図9は、図1に示した電気制御装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

40

【図10】図10は、本発明の第2実施形態に係る機関制御装置（第2装置）のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図11】図11は、第2装置のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図12】図12は、本発明の第3実施形態に係る機関制御装置（第3装置）のCPUが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図13】図13は、図1に示した「吸気弁側筒内圧センサ及び排気弁側筒内圧センサ」の信号波形を示した図である。

【図14】図14は、本発明の第4実施形態に係る機関制御装置（第4装置）のCPUが

50

実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図１５】図１５は、本発明の第５実施形態に係る機関制御装置（第５装置）のＣＰＵが実行するルーチンを示したフローチャートである。

【図１６】図１６は、第５装置のＣＰＵが参照する運転領域マップを示した図である。

【図１７】図１７は、混合気の空燃比と火炎伝播速度との関係を示したグラフである。

【図１８】図１８は、本発明の変形例に係る機関制御装置により制御される燃料噴射弁の弁体のリフト量と時間との関係を示したタイムチャートであり、（Ａ）は混合気がリッチである場合、（Ｂ）は混合気がリーンである場合、の図である。

【発明を実施するための形態】

【００３１】

以下、本発明の各実施形態に係る機関制御装置（以下、「本装置」とも称呼する。）について図面を参照しながら説明する。

【００３２】

< 第１実施形態 >

（構成）

図１は、本発明の第１実施形態に係る機関制御装置（以下、「第１装置」とも称呼する。）が適用される内燃機関１０の任意の気筒の部分概略断面図である。機関１０は、ピストン往復動型・筒内噴射・火花点火式・多気筒・ガソリン機関である。各気筒は燃焼室ＣＣを形成している。図２は、機関１０の任意の気筒の部分概略平面図である。即ち、図２は、シリンダボアの中心軸ＣＬ上の位置であって燃焼室ＣＣの上部の位置から燃焼室ＣＣを見た図である。

【００３３】

燃焼室ＣＣは、図１に示したように、シリンダボア壁面（気筒の側壁面）１１と、シリンダヘッド下壁面（燃焼室上壁面）１２と、ピストンの冠面１３と、により画定される略円筒状の空間である。

【００３４】

シリンダヘッド部には、燃焼室ＣＣに連通した吸気ポート１４と、燃焼室ＣＣに連通した排気ポート１５と、が形成されている。シリンダヘッド部には、更に、吸気弁１６と、排気弁１７と、が配設されている。吸気弁１６は図示しない吸気カムシャフトのカムにより「吸気ポート１４と燃焼室ＣＣとの接続部」を開閉するようになっている。排気弁１７は、図示しない排気カムシャフトのカムにより「排気ポート１５と燃焼室ＣＣとの接続部」を開閉するようになっている。従って、燃焼室ＣＣは、吸気弁１６及び排気弁１７により開閉されるようになっている。

【００３５】

実際には、図２から理解されるように、一つの燃焼室ＣＣに対して一対の吸気ポート１４が形成されている。「それぞれの吸気ポート１４と燃焼室ＣＣとの接続部」は、一対の吸気弁１６のそれぞれによって開閉させられる。一対の吸気弁１６は、互いに同じ形状を有し、シリンダボアの中心軸ＣＬを通る第１平面ＰＬ１に対して対称となる位置に配置されている。一対の吸気弁１６は、燃焼室ＣＣを「シリンダボアの中心軸ＣＬを通り且つ第１平面ＰＬ１と直交する第２平面ＰＬ２」により２分割した２つの領域のうち的一方（図２において紙面左側）に配設されている。燃焼室ＣＣのこの領域は、吸気弁１６の近傍領域、又は、単に、吸気弁側の領域とも称呼される。

【００３６】

同様に、一つの燃焼室ＣＣに対して一対の排気ポート１５が形成されている。その「それぞれの排気ポート１５と燃焼室ＣＣとの接続部」は一対の排気弁１７のそれぞれによって開閉させられる。一対の排気弁１７は、互いに同じ形状を有し、第１平面ＰＬ１に対して対称となる位置に配置されている。一対の排気弁１７は、燃焼室ＣＣを第２平面ＰＬ２により２分割した２つの領域のうちの他方（図２において紙面右側）に配設されている。燃焼室ＣＣのこの領域は、排気弁１７の近傍領域、又は、単に、排気弁側の領域とも称呼される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 7 】

図 1 の破線の矢印 T F により示したように、吸気ポート 1 4 は、燃焼室 C C 内に「吸気弁 1 6 の弁体近傍部位からシリンダヘッド下壁面 1 2 ( 燃焼室 C C の上壁面 ) に沿って排気弁 1 7 の弁体近傍部位へと向かい、その後、吸気ポート 1 4 と対向する側 ( 即ち、排気弁側 ) の燃焼室 C C の側壁面 1 1 に沿ってピストン冠面 1 3 へと向かい、その後、ピストン冠面 1 3 に沿って排気弁側から吸気弁側へと向かうタンブル流」を形成する形状を有している。

## 【 0 0 3 8 】

シリンダヘッドの下壁面 1 2 であって燃焼室 C C の中央には点火栓 1 8 の火花発生部が配設されている。

10

## 【 0 0 3 9 】

更に、機関 1 0 は燃料噴射弁 2 0 を備える。燃料噴射弁 2 0 は、燃料噴孔 ( 燃料噴射孔 ) 2 1 がシリンダヘッド下壁面 1 2 であって燃焼室 C C の吸気弁側の周部近傍にて燃焼室 C C に露呈するように、シリンダヘッド部に固定されている。換言すると、燃料噴孔 2 1 は、気筒の上壁面の外周部であって一对の吸気弁 1 6 に挟まれる位置にて燃焼室 C C に露呈している。

## 【 0 0 4 0 】

燃料噴射弁 2 0 は、燃料噴孔 2 1 周辺の部分拡大断面図である図 3 の ( A ) 及び ( B ) に示したように、周知のニードル弁 ( 以下、「弁体」とも称呼する。 ) 2 2 を備えている。弁体 2 2 は、基部 2 2 a、縮径部 2 2 b、及び、最先端部 2 2 c を含む。基部 2 2 a は円柱形である。縮径部 2 2 b は、基部 2 2 a に接続しており、弁体 2 2 の先端に向うに従って径が縮小する部分である。最先端部 2 2 c は、縮径部 2 2 b に接続しており、円錐形である。

20

## 【 0 0 4 1 】

弁体 2 2 は弁体 2 2 の中心軸 C F 方向において着座位置 ( 第 1 位置、初期位置、最小リフト位置 ) から最大リフト位置 ( 第 2 位置 ) までの間で往復動可能となっている。図 3 の ( A ) は弁体 2 2 が最大リフト位置にある場合を示す。図 3 の ( B ) は弁体 2 2 が着座位置にある場合を示す。弁体 2 2 の位置が着座位置であるとき弁体 2 2 のリフト量は最小リフト量 ( 即ち、「 0 」 ) である。弁体 2 2 の位置が最大リフト位置であるとき弁体 2 2 のリフト量は最大リフト量 ( フルリフト量 ) である。即ち、弁体 2 2 のリフト量は、弁体 2 2 が任意の位置に移動しているときの同任意の位置と着座位置との間の距離である。

30

## 【 0 0 4 2 】

燃料噴孔 2 1 は、燃料噴射弁 2 0 の先端部である噴孔部 2 3 に形成されている。図 3 の ( B ) に示したように、弁体 2 2 が着座位置にあるとき、弁体 2 2 の縮径部 2 2 b が噴孔部 2 3 の内壁面に当接し、それにより燃料噴孔 2 1 が閉じられる。この場合、燃料は噴射されない。これに対し、図 3 の ( A ) に示したように、弁体 2 2 が「着座位置以外の位置」にあるとき、弁体 2 2 の縮径部 2 2 b は噴孔部 2 3 の内壁面から離隔し、それにより燃料噴孔 2 1 が開かれる。この場合、噴孔部 2 3 内の燃料が燃料噴孔 2 1 を介して噴射される。

## 【 0 0 4 3 】

燃料噴孔 2 1 は、弁体 2 2 の中心軸 C F に直交する平面で燃料噴孔 2 1 を切断した形状が長方形である「スリット状の噴孔」である。即ち、燃料噴射弁 2 0 はスリットノズルタイプの燃料噴射弁である。弁体 2 2 の中心軸 C F に直交する平面で燃料噴孔 2 1 を切断した部分の面積は幾何学的面積とも称呼される。この燃料噴孔 2 1 の幾何学的面積は弁体 2 2 の中心軸 C F に沿って燃料噴孔 2 1 の先端部に向かうにつれて ( 即ち、燃料噴孔 2 1 の燃料入口側 ( 弁体 2 2 側 ) から燃料出口側へと向うにつれて ) 増大するようになっている。即ち、図 3 において、長辺 D 2 は長辺 D 1 よりも長い。なお、燃料噴孔 2 1 の高さ H は一定である。よって、燃料噴孔 2 1 の形状は、厚み H を有し且つ中心角 ( 噴射加工角 ) が所定角  $f$  である扇状であるということもできる。

40

## 【 0 0 4 4 】

50

燃料噴射弁 20 は周知の電磁機構及びバネ機構（何れも図示省略）を備える。その電磁機構に通電されていない場合（電磁機構が非通電状態である場合）、弁体 22 はバネ機構により着座位置へと移動させられる。その結果、燃料は噴射されない。その電磁機構に通電された場合（電磁機構が通電状態である場合）、弁体 22 はバネ機構の力に抗して着座位置から最大リフト位置へ向って移動する。弁体 22 が着座位置以外の位置にあるとき、燃料が燃料噴孔 21 を通して噴射される。

#### 【0045】

図 1 に示した電気制御装置（制御部）30 は、周知の「CPU、ROM 及び RAM 等を有するマイクロコンピュータ」を含む電子制御ユニットである。電気制御装置 30 は、次に述べる複数のセンサからの検出信号を受信しているようにになっている。

10

#### 【0046】

- ・機関 10 の吸入空気量（空気の質量流量） $G_a$ を検出するエアフローメータ 41
- ・図示しないクランクシャフトが所定角度回転する毎にパルスを発生するクランクポジションセンサ 42
- ・図示しないカムシャフトが所定角度回転する毎にパルスを発生するカムポジションセンサ 43
- ・図示しないアクセルペダルの操作量  $A_{ccp}$ を検出するアクセルペダル操作量センサ 44

#### 【0047】

- ・燃焼室 CC の吸気弁側に設けられ且つ燃焼室 CC 内の圧力（即ち、吸気弁側筒内圧  $CPI_n$ ）を検出する吸気弁側筒内圧センサ 45
- ・燃焼室 CC の排気弁側に設けられ且つ燃焼室 CC 内の圧力（即ち、排気弁側筒内圧  $CPE_x$ ）を検出する排気弁側筒内圧センサ 46
- ・機関 10 のシリンダブロック壁面に固定され機関 10 に生じる振動を検出するノッキングセンサ 47

20

#### 【0048】

なお、電気制御装置 30 は、クランクポジションセンサ 42 及びカムポジションセンサ 43 からの信号に基づいて、各気筒の絶対クランク角  $CA$  を取得しているようにになっている。更に、電気制御装置 30 は、クランクポジションセンサ 42 からの信号に基づいて機関回転速度  $NE$  を取得しているようにになっている。加えて、電気制御装置 30 は、周知の手法により、ノッキングセンサ 47 からの信号に基づいてノッキングが発生しているか否かを判定しているようにになっている。電気制御装置 30 は図示しないイグニタに点火信号を送出し、点火栓 18 の火花発生部から火花を発生させるようになっている。なお、第 1 装置は、吸気弁側筒内圧センサ 45 及び排気弁側筒内圧センサ 46 を備えてなくてもよい。

30

#### 【0049】

電気制御装置 30 は、燃料噴射弁 20 の電磁機構に噴射弁駆動信号を送出するようになっている。この噴射弁駆動信号が「0」であるとき電磁機構は非通電状態となり、噴射弁駆動信号が所定電圧  $V_{inj}$  であるとき電磁機構は通電状態となる。

#### 【0050】

ところで、燃料噴射弁 20 の弁体 22 のリフト量の最大値を最大リフト量とする燃料噴射は、便宜上「最大リフト噴射、フルリフト燃料噴射又はフルリフト噴射」とも称呼される。即ち、フルリフト燃料噴射は、ニードル弁（弁体 22）のリフト量を最小リフト量（「0」）から最大リフト量までの範囲にて変更することによる燃料噴射である。

40

#### 【0051】

フルリフト燃料噴射は次に述べるように実行される。即ち、図 4 に示したように、噴射弁駆動信号が時刻  $t_0$  において「0」から所定電圧  $V_{inj}$  へと変更されると（即ち、電磁機構への通電が開始されると）、無効噴射時間  $d$  が経過した時刻  $t_1$  にて弁体 22 の移動が開始する。その後、時刻  $t_4$  にて弁体 22 のリフト量は最大リフト量に到達し、燃料噴射弁 20 が備える図示しないストッパにより弁体 22 の移動が規制される。従って、時刻  $t_4$  以降においてリフト量は最大リフト量に維持される。時刻  $t_5$  にて噴射弁駆動信号

50

が所定電圧  $V_{inj}$  から「0」へと変更されると（即ち、電磁機構への通電が停止されると）、リフト量は最大リフト量から減少して時刻  $t_6$  にて「0」に到達する。燃料は時刻  $t_1$  から時刻  $t_6$  の間に噴射される。

【0052】

これに対し、弁体22のリフト量の最大値を「最大リフト量よりも小さいリフト量（パーシャルリフト量）」とする燃料噴射は、便宜上「パーシャルリフト燃料噴射」、「パーシャルリフト噴射」又は「ハーフリフト噴射」とも称呼される。即ち、パーシャルリフト燃料噴射は、ニードル弁（弁体22）のリフト量を最小リフト量からパーシャルリフト量までの範囲内にて変更することによる燃料噴射である。

【0053】

弁体22のリフト量の最大値を図4の第1リフト量に設定したパーシャルリフト燃料噴射は次に述べるように実行される。即ち、噴射弁駆動信号が時刻  $t_0$  において「0」から所定電圧  $V_{inj}$  へと変更されると、無効噴射時間  $d$  が経過した時刻  $t_1$  にて弁体22の移動が開始する。その後、時刻  $t_4$  より前の時刻  $t_2$  にて弁体22のリフト量は「最大リフト量よりも小さい第1リフト量」に到達する。更に、時刻  $t_2$  にて噴射弁駆動信号が所定電圧  $V_{inj}$  から「0」へと変更される。その結果、リフト量は第1リフト量から減少して時刻  $t_2$  の直後にて「0」に到達する。燃料は時刻  $t_1$  から時刻  $t_2$  の直後の時刻までの間に噴射される。

【0054】

同様に、弁体22のリフト量の最大値を図4の第2リフト量に設定したパーシャルリフト燃料噴射は次に述べるように実行される。第2リフト量は、最大リフト量よりも小さく、且つ、第1リフト量よりも大きい。このパーシャルリフト燃料噴射を実行するために、噴射弁駆動信号は時刻  $t_0$  において「0」から所定電圧  $V_{inj}$  へと変更される。そして、無効噴射時間  $d$  が経過した時刻  $t_1$  にて弁体22の移動が開始する。その後、時刻  $t_4$  より前であって時刻  $t_2$  よりも後の時刻  $t_3$  にて弁体22のリフト量は「第2リフト量」に到達する。更に、時刻  $t_3$  にて噴射弁駆動信号が所定電圧  $V_{inj}$  から「0」へと変更される。その結果、リフト量は第2リフト量から減少して時刻  $t_3$  の直後にて「0」に到達する。燃料は時刻  $t_1$  から時刻  $t_3$  の直後の時刻までの間に噴射される。

【0055】

更に、図2に示したように、燃料噴射弁20は、燃料噴孔21から噴射された燃料により形成される燃料噴霧の中心軸  $FP$  が、気筒（燃焼室  $CC$ ）の平面視において、気筒の上壁面に設けられた二つの吸気弁16の中心線（第1平面  $PL1$  に含まれる線）に略一致するように配置・構成されている。加えて、燃料噴射弁20は、燃料噴孔21の長辺が気筒の中心軸  $CL$  と直交する平面と平行となり、且つ、第1平面  $PL1$  と直交する第2平面  $PL2$  と平行となるように配設されている。また、燃料噴射弁20は、図1に示したように、燃料をシリンダヘッド下壁面（燃焼室上壁面）12から所定角度（鋭角） $V$  をもって離れる方向に噴射するように配置されている。即ち、燃料噴射弁20は、燃料噴霧の中心軸  $FP$  が気筒の中心軸  $CL$  と直交する平面に対し角度  $V$  を有するように配置されている。

【0056】

このように構成された燃料噴射弁20を用いた場合、弁体22のリフト量が小さいほど、弁体22の縮径部22bと噴孔部23の内壁面との間の流路が狭くなる（図3の破線の楕円  $AR$  を参照。）。従って、弁体22の基部22a側から燃料噴孔21へと向って流れる燃料に対する流路抵抗が大きくなる。その結果、弁体22のリフト量が小さいほど、噴射される燃料の初速は小さくなる。従って、パーシャルリフト燃料噴射を実行するべく、弁体22が着座位置から最大リフト位置へと移動している途中で弁体22を（同じ位置に維持することなく）着座位置へと戻せば、噴射された燃料の噴霧の到達位置（噴霧の貫徹力）及び燃焼形態（火炎の広がり方）がフルリフト噴射時のそれらと大きく相違する。以下、この点について説明を加える。

【0057】

図5は、一定の燃料噴射圧（20MPa）において燃料噴射弁20から燃料を噴射した

10

20

30

40

50

場合における「燃料噴射量と噴霧最大到達距離との関係」を示したグラフである。噴射される環境の気圧は大気圧である。このグラフにおいて、P L injにより示された部分はパーシャルリフト燃料噴射時のデータを示し、F L injにより示された部分はフルリフト噴射時のデータを示している。噴霧最大到達距離は、噴射された燃料により形成された噴霧の先端部であって噴射方向の速度が「0」となった部分と燃料噴孔21との距離である。このグラフから明らかなように、パーシャルリフト燃料噴射による燃料噴射の噴霧最大到達距離は、フルリフト噴射による燃料噴射の噴霧最大到達距離よりも短い。更に、パーシャルリフト燃料噴射時の燃料噴射量を小さくするほど（即ち、パーシャルリフト燃料噴射におけるリフト量の最大値（パーシャルリフト量）を小さくするほど）噴霧最大到達距離は短くなることが理解される。

10

**【0058】**

従って、パーシャルリフト燃料噴射によれば、パーシャルリフト量を変更することにより（即ち、燃料噴射量を変更することにより）、燃焼室内の所望の位置に燃料噴霧を形成することができる。より具体的に述べると、燃料噴射量を比較的小さくして（即ち、リフト量の最大値を比較的小さい第1リフト量に設定して）パーシャルリフト燃料噴射を行なえば、燃料噴霧を燃料噴孔21の近傍（即ち、燃焼室CCの吸気弁側：吸気弁近傍領域）に形成することができる。加えて、燃料噴射量を比較的大きくして（即ち、リフト量の最大値を比較的大きい第2リフト量に設定して）パーシャルリフト燃料噴射を行なえば、燃料噴霧を燃焼室CCの排気弁側（排気弁近傍であって燃料噴射方向のシリンダボア壁面からは僅かに離れた領域）に形成することができる。

20

**【0059】**

図6は、燃料噴射から一定の時間が経過したときの燃焼室CC内における火炎の広がり状態を模式的に示した図である。図6から明らかなように、燃料噴射量を比較的小さくしてパーシャルリフト燃料噴射を行った場合の火炎の広がり（P L injにより示す。）は、フルリフト噴射を行った場合の火炎の広がり（F L injにより示す。）よりも吸気弁側に形成されている。これに対し、フルリフト噴射を行った場合の火炎（F L injにより示す。）は、排気弁側に存在するが吸気弁側には存在していない。従って、機関10の負荷が高いときにフルリフト噴射を行うと、排気弁側に広がる火炎（燃焼ガス）によって吸気弁側の未燃ガス（エンドガス）が圧縮され、その結果、吸気弁側の領域においてノッキングが発生する。

30

**【0060】**

ところで、燃料噴霧が形成された部分は燃料濃度が高いから燃焼速度が高くなる（火炎の伝播速度が大きくなる）。よって、その部分において未燃ガスが燃焼ガス（火炎）により圧縮される前（即ち、ノッキングが発生する前）にその部分の未燃ガスを燃料噴霧により正常に燃焼させることができる。即ち、燃料噴霧が形成された領域近傍でノッキングが生じることを回避することができる。

**【0061】**

従って、吸気弁側の領域において発生するノッキングは、燃料噴射量を比較的小さくしたパーシャルリフト燃料噴射により吸気弁側に燃料噴霧を形成することにより抑制することができる。この吸気弁側の領域において発生するノッキングを抑制するための「燃料噴射量を比較的小さくしたパーシャルリフト燃料噴射」は、以下、単に「吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射（パーシャルリフト量を第1リフト量に設定した第1パーシャルリフト燃料噴射）」とも称呼される。

40

**【0062】**

同様に、排気弁側の領域において発生するノッキングは、燃料噴射量を比較的大きくしたパーシャルリフト燃料噴射により排気側に燃料噴霧を形成することにより抑制することができる。この排気弁側の領域において発生するノッキングを抑制するための「燃料噴射量を比較的大きくしたパーシャルリフト燃料噴射」は、以下、単に「排気弁側パーシャルリフト燃料噴射（パーシャルリフト量を前記第1リフト量よりも大きい第2リフト量に設定した第2パーシャルリフト燃料噴射）」とも称呼される。

50

## 【 0 0 6 3 】

なお、これらのノッキングを抑制するためのパーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）は、点火時期近傍の所定のタイミングにて1回以上実行される。更に、一般に、点火時期は圧縮上死点近傍であるから、ノッキングを抑制するためのパーシャルリフト燃料噴射は圧縮上死点近傍の所定のタイミングにて1回以上実行されると言うこともできる。加えて、ノッキングを抑制するためのパーシャルリフト燃料噴射は、点火時期の後であってもよく、更に、点火時期の前であってもよい場合がある。

## 【 0 0 6 4 】

（作動）

10

次に、第1装置の作動について説明する。第1装置の電気制御装置30は、機関回転速度 $NE$ 、吸入空気量 $G_a$ 及び目標空燃比（本例において、理論空燃比）に基づいて、機関10に供給される混合気の空燃比（機関の空燃比）を目標空燃比にさせるための燃料噴射量 $F_{inj}$ を決定する。この燃料噴射量 $F_{inj}$ は、一つの燃料噴射弁20が1回の燃焼サイクル（1回の吸気・燃焼行程）に対して噴射すべき燃料の量である。そして、電気制御装置30は、ノッキングが発生していない場合、燃料噴射量 $F_{inj}$ の燃料を「1回のフルリフト噴射」により噴射する。この1回のフルリフト噴射は、一般に、吸気行程又は圧縮行程の初期（即ち、点火時期よりも前の時点）に実行される。

## 【 0 0 6 5 】

これに対し、ノッキングが発生すると、電気制御装置30は1回のフルリフト噴射に加えて1回以上のパーシャルリフト燃料噴射を点火時期近傍の所定のタイミングにて行い、それにより、ノッキングの発生を抑制する。なお、電気制御装置30は、パーシャルリフト燃料噴射により合計で燃料噴射量 $P_{inj}$ の燃料を噴射する場合、パーシャルリフト燃料噴射に先立つ1回のフルリフト噴射の燃料噴射量を燃料噴射量 $F_{inj}$ から燃料噴射量 $P_{inj}$ を減じた量とする。

20

## 【 0 0 6 6 】

実際には、電気制御装置30のCPUは、図7にフローチャートにより示したノッキング抑制ルーチンの処理を任意の気筒のクランク角度がその任意の気筒の吸気上死点に一致する毎にその任意の気筒に対して実行するようになっている。

## 【 0 0 6 7 】

30

従って、ある気筒（以下、便宜上「特定気筒」と称呼する。）のクランク角度が特定気筒の吸気上死点に一致すると、CPUは図7のステップ700から処理を開始してステップ710に進み、現時点において「特定気筒に対する吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行中でない」か否かを判定する。

## 【 0 0 6 8 】

現時点において「特定気筒に対する吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射」が実行されていないと仮定する。この場合、CPUはステップ710にて「Yes」と判定してステップ720に進み、ノッキングセンサ47からの信号に基づき周知の手法に従って「特定気筒にノッキングが発生しているか否か」を判定する。特定気筒にノッキングが発生していない場合、CPUはステップ720にて「No」と判定し、ステップ795に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

## 【 0 0 6 9 】

これに対し、CPUは、ステップ720にてノッキングが発生している判定すると（即ち、CPUが「ノッキングの発生を抑制する要求（ノッキング抑制要求）」が発生していると判定すると）、CPUはステップ720にて「Yes」と判定してステップ730に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPUはステップ795に進み、本ルーチンを一旦終了する。

## 【 0 0 7 0 】

この結果、図8に示したように、特定気筒に対して、1回のフルリフト噴射 $F_{Linj}$ が実行され、更に、点火時期近傍（即ち、吸気上死点近傍）の所定のタイミングにて複数回

50

(本例においては3回。但し、1回でもよい。)の吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射 P L i n j が実行される。前述したように、一般に、ノッキングは吸気弁側で発生し易いので、この吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射 P L i n j により通常はノッキングの発生が抑制される。

【 0 0 7 1 】

その後、C P U はステップ 7 0 0 から図 7 のルーチンの処理を再び開始する。この場合、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているから、C P U はステップ 7 1 0 にて「N o」と判定してステップ 7 4 0 に進み、ノッキングが発生しているか否かを判定する。このとき、ノッキングが発生していなければ、C P U はステップ 7 4 0 にて「N o」と判定し、ステップ 7 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。なお、このように、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが消滅すれば、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射は停止される(後述する図 9 のステップ 9 8 0 を参照。 )。

10

【 0 0 7 2 】

これに対し、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているにも拘わらずノッキングが発生していると、C P U はステップ 7 4 0 にて「Y e s」と判定してステップ 7 5 0 及びステップ 7 6 0 に進み、点火時期を遅角する処理を行う。

【 0 0 7 3 】

より具体的に述べると、C P U はステップ 7 5 0 にてノッキング遅角量 A k c s を正の一定値 d A だけ増大する。なお、ノッキング遅角量 A k c s は、機関 1 0 の始動時に実行される図示しないイニシャルルーチンにより「0」に設定される。次に、C P U はステップ 7 6 0 に進み、「機関 1 0 の負荷及び機関回転速度 N E に基づいて別途決定されている基本点火時期 A b a s e」をノッキング遅角量 A k c s だけ遅角(リタード)した点火時期を最終的な点火時期 A i g として設定する。電気制御装置 3 0 は、この点火時期 A i g にて特定気筒に対する点火を実行する。その後、C P U はステップ 7 9 5 に進んで、本ルーチンを一旦終了する。

20

【 0 0 7 4 】

このように、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されても、依然としてノッキングが発生していると判定される場合、C P U は点火時期の遅角を行って、ノッキングの発生を抑制する。なお、ノッキングの発生が継続した場合、C P U はステップ 7 1 0 にて「N o」と判定するとともに、ステップ 7 4 0 にて「Y e s」と判定する。従って、ステップ 7 5 0 及びステップ 7 6 0 の処理により、点火時期は遅角増大量 d A ずつ、より遅角側の点火時期へと移行する。

30

【 0 0 7 5 】

一方、C P U は図 9 にフローチャートにより示したノッキング抑制終了ルーチンを図 7 のルーチンの処理が終了すると直ちに実行するようになっている。即ち、C P U は図 7 のステップ 7 9 5 に続いてステップ 9 0 0 に進み、更に、ステップ 9 1 0 に進んで「特定気筒にノッキングが発生していない」か否かを判定する。このとき、ノッキングが発生していると、C P U はステップ 9 1 0 にて「N o」と判定してステップ 9 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。従って、パーシャルリフト燃料噴射が継続されるとともに、点火時期の遅角が実行されていれば、その点火時期の遅角も継続される。

40

【 0 0 7 6 】

これに対し、C P U がステップ 9 1 0 の処理を実行する時点において、特定気筒にノッキングが発生していないと、C P U はそのステップ 9 1 0 にて「Y e s」と判定してステップ 9 2 0 に進み、ノッキング遅角量 A k c s が「0」よりも大きいか否かを判定する。即ち、C P U は現時点において点火時期の遅角が実行されているか否かを判定する。ノッキング遅角量 A k c s が「0」よりも大きくなければ、C P U はステップ 9 2 0 にて「N o」と判定してステップ 9 4 0 に直接進む。

【 0 0 7 7 】

これに対し、ノッキング遅角量 A k c s が「0」よりも大きい場合、C P U はステップ 9 2 0 にて「Y e s」と判定してステップ 9 3 0 に進み、ノッキング遅角量 A k c s を所定の

50

正の値 d B だけ減少させる。なお、値 d B は値 d A よりも小さい。その後、C P U はステップ 9 4 0 に進む。

【 0 0 7 8 】

C P U はステップ 9 4 0 にてノッキング遅角量 A kcs が「 0 」よりも小さいか否かを判定する。ノッキング遅角量 A kcs が「 0 」よりも小さい場合、C P U はステップ 9 5 0 に進んでノッキング遅角量 A kcs を「 0 」に設定し、ステップ 9 6 0 へと進む。ノッキング遅角量 A kcs が「 0 」よりも小さくない場合、C P U はステップ 9 4 0 からステップ 9 6 0 へと直接進む。

【 0 0 7 9 】

C P U はステップ 9 6 0 にて「基本点火時期 A base をノッキング遅角量 A kcs だけ遅角（リタード）した点火時期」を最終的な点火時期 A ig として設定する。電気制御装置 3 0 は、この点火時期 A ig にて特定気筒に対する点火を実行する。この結果、ノッキングが発生していない場合であってノッキング抑制のための点火時期の遅角が実行されている場合、点火時期は値 d B ずつ基本点火時期 A base に向けて進角させられて行く。

【 0 0 8 0 】

次に、C P U はステップ 9 7 0 に進み、ノッキング遅角量 A kcs が「 0 」であるか否かを判定する。換言すると、C P U は現時点において特定気筒の最終的な点火時期 A ig が、ノッキングの発生を抑制するために基本点火時期 A base よりも遅角されていないか否かを判定する。ノッキング遅角量 A kcs が「 0 」でなければ、C P U はステップ 9 7 0 にて「N o」と判定し、ステップ 9 9 5 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。この結果、後述するステップ 9 8 0 の処理が実行されないため、ノッキングの発生を抑制するために点火時期の遅角が行われている限り、吸気弁側パージリフト燃料噴射が継続して実行される。

【 0 0 8 1 】

これに対し、C P U がステップ 9 7 0 の処理を実行する時点において、ノッキング遅角量 A kcs が「 0 」であると、C P U はステップ 9 7 0 にて「Y e s」と判定してステップ 9 8 0 に進み、吸気弁側パージリフト燃料噴射の実行を停止する。その後、C P U はステップ 9 9 5 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 8 2 】

以上、説明したように、第 1 装置は、弁体 2 2 のリフト量を変更することにより燃料を燃料噴射弁 2 0 から噴射させる制御部（電気制御装置 3 0）を備える機関制御装置である。前記制御部は、図示しないルーチンにより、点火時期よりも前の時点にて第 1 の燃料噴射（主燃料噴射、1 回のフルリフト燃料噴射）を実行する。更に、前記制御部は、ノッキングの発生を抑制する要求が発生しているか否かを判定するとともに（図 7 のステップ 7 2 0）、前記要求が発生していると判定した場合、第 1 の燃料噴射の後の「点火時期（圧縮上死点）近傍の所定のタイミング」にて前記リフト量を「最大リフト量よりも小さいパージリフト量」までの範囲内にて変更することにより燃料を噴射する（即ち、パージリフト燃料噴射を実行する）ように構成されている（図 7 のステップ 7 3 0）。

【 0 0 8 3 】

従って、第 1 装置は、点火時期を遅角することなくノッキングの発生を抑制することができる。更に、第 1 装置は、吸気弁側パージリフト燃料噴射によりノッキングの発生が抑制できない場合に点火時期の遅角を実行するが（図 7 のステップ 7 4 0 乃至ステップ 7 6 0）、点火時期の遅角のみによりノッキングの発生を抑制する場合に比べ、点火時期の遅角量を小さくすることができる。加えて、パージリフト燃料噴射により噴射された燃料もトルクの発生に寄与することができる。その結果、第 1 装置は、点火時期の遅角による燃費の悪化幅を小さくしながら、ノッキングの発生を抑制することができる。

【 0 0 8 4 】

（第 2 実施形態）

本発明の第 2 実施形態に係る機関制御装置（以下、「第 2 装置」とも称呼する。）は、ノッキング抑制のための制御（パージリフト燃料噴射及び点火時期遅角）を実行して

10

20

30

40

50

いない状態にてノッキングが発生したと判定した場合に先ず吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行し、その状態で更にノッキングが発生していると判定した場合には吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射に代えて排気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する点において、第1装置と相違している。

【0085】

より具体的に述べると、第2装置の電気制御装置30のCPUは、図10にフローチャートにより示したノッキング抑制ルーチンの処理を任意の気筒のクランク角度がその任意の気筒の吸気上死点に一致する毎にその任意の気筒に対して実行するようになっている。

【0086】

従って、ある気筒（以下、便宜上「特定気筒」と称呼する。）のクランク角度が特定気筒の吸気上死点に一致すると、CPUは図10のステップ1000から処理を開始してステップ1005に進み、現時点において「特定気筒に対する、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れもが実行中でない」か否かを判定する。

【0087】

吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れもが実行中でないとき、CPUはステップ1005にて「Yes」と判定してステップ1010に進み、ノッキングが発生しているか否かを判定する。特定気筒にノッキングが発生していない場合、CPUはステップ1010にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0088】

これに対し、CPUは、ステップ1010にてノッキングが発生している判定するとステップ1015に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPUはステップ1095に進み、本ルーチンを一旦終了する。この結果、特定気筒に対して、図示しないルーチンにより第1の燃料噴射（主燃料噴射、1回のフルリフト燃料噴射）FLinjが実行され、その後、更に、点火時期近傍の所定のタイミングにて複数回（本例においては3回。但し、1回でもよい。）の吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射PLinjが実行される。前述したように、一般に、ノッキングは吸気弁側で発生し易いので、この吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射PLinjにより通常はノッキングの発生が抑制される可能性が高い。

【0089】

その後、CPUはステップ1000から図10のルーチンの処理を再び開始する。この場合、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているから、CPUはステップ1005にて「No」と判定してステップ1020に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているか否かを判定する。この場合、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているので、CPUはステップ1020にて「Yes」と判定してステップ1025に進み、ノッキングが発生しているか否かを判定する。

【0090】

このとき、ノッキングが発生していなければ、CPUはステップ1025にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。なお、このように、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが消滅すれば、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射は停止される（後述する図11のステップ1110を参照。）。

【0091】

これに対し、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているにも拘わらずノッキングが発生していると、そのノッキングは排気弁側の領域で発生していると考えられる。従って、この場合、CPUはステップ1025にて「Yes」と判定してステップ1030に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を停止する。次いで、CPUはステップ1035に進み、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行し、ステップ1095に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0092】



その後、CPUはステップ1000から図10のルーチンの処理を再び開始する。この場合、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているから、CPUはステップ1005にて「No」と判定するとともに、ステップ1020にて「No」と判定し、ステップ1040に進む。ステップ1040にて、CPUはノッキングが発生しているか否かを判定する。このとき、ノッキングが発生していなければ、CPUはステップ1040にて「No」と判定し、ステップ1095に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。なお、このように、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが消滅すれば、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射は停止される（後述する図11のステップ1110を参照。）。

【0093】

10

これに対し、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているにも拘わらずノッキングが発生していると、CPUはステップ1040にて「Yes」と判定してステップ750及びステップ760に進み、点火時期を遅角する処理を行う。ステップ750及びステップ760の処理は説明済みであるので、ここでは説明を省略する。

【0094】

このように、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されても、依然としてノッキングが発生していると判定される場合、CPUは点火時期の遅角を行って、ノッキングの発生を抑制する。なお、ノッキングの発生が継続した場合、ステップ750及びステップ760の処理が繰り返される。よって、点火時期はより遅角側の点火時期へと移行する。

【0095】

20

一方、CPUは図11にフローチャートにより示したノッキング抑制終了ルーチンを図10のルーチンの処理が終了すると直ちに実行するようになっている。なお、図11に示したステップのうち既に説明したステップと同一の処理を行うためのステップには、そのような既に説明したステップと同じ符号が付されている。これらのステップについての説明は適宜省略される。

【0096】

図11に示したルーチンは、図9のステップ980をステップ1110に置換した点のみにおいて、図9のルーチンと相違している。従って、CPUは、ノッキングが発生しておらず、且つ、ノッキングの発生を抑制するために点火時期が遅角されていない場合（ノッキング遅角量Akcsが「0」である場合）、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れかが実行されているのであれば、それらの実行されているパーシャルリフト燃料噴射を停止する。

30

【0097】

以上、説明したように、第2装置は、点火時期の前に第1の燃料噴射（主燃料噴射、1回のフルリフト燃料噴射）を行う。

更に、第2装置は、

ノッキング抑制要求が発生したと判定した場合（ノッキングが検出されていない状態から検出され始めたとき）、パーシャルリフト量を第1リフト量に設定した第1パーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射）を実行することにより燃焼室CC内の吸気弁側に燃料噴霧を形成し（図10のステップ1005乃至ステップ1015）、且つ、

40

前記第1パーシャルリフト燃料噴射を実行している場合にノッキングが依然として検出されたとき、パーシャルリフト量を前記第1リフト量よりも大きい第2リフト量に設定した第2パーシャルリフト燃料噴射（排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）を実行することにより燃焼室CC内の排気弁側に燃料噴霧を形成する（図10のステップ1020乃至ステップ1035）。

【0098】

この結果、ノッキングが検出された場合、先ず、ノッキングの発生可能性が高い吸気弁側でのノッキングが第1パーシャルリフト燃料噴射により抑えられる。更に、第1パーシャルリフト燃料噴射を実行してもなおノッキングが検出される場合には、排気弁側にてノ

50

ッキングが発生していると考えられるので、第２パーシャルリフト燃料噴射が実行される。よって、排気弁側で発生しているノッキングが抑制される。その結果、ノッキングが燃焼室ＣＣ内の吸気弁側で発生しているのか排気弁側で発生しているのかを特定しなくとも、第１パーシャルリフト燃料噴射及び第２パーシャルリフト燃料噴射を選択的に用いることにより、効果的にノッキングを抑制することができる。

【００９９】

(第３実施形態)

本発明の第３実施形態に係る機関制御装置(以下、「第３装置」とも称呼する。)は、ノッキングセンサ４７からの信号に基づいてノッキングが発生していると判定したとき、吸気弁側筒内圧センサ４５及び排気弁側筒内圧センサ４６からの信号に基づいて、そのノッキングが燃焼室ＣＣ内の吸気弁側において発生しているのか排気弁側において発生しているのかを特定する。

10

【０１００】

そして、第３装置は、ノッキングが吸気弁側において発生していると判定したときには吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行し、ノッキングが排気弁側において発生していると判定したときには排気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。更に、第３装置は、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射又は排気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行しているときにノッキングが依然として発生していると判定すると、点火時期の遅角を実行する。その他の点は、第１装置及び第２装置と同じである。

【０１０１】

20

より具体的に述べると、第３装置の電気制御装置３０のＣＰＵは、図１２にフローチャートにより示したノッキング抑制ルーチンの処理を任意の気筒のクランク角度がその任意の気筒の吸気上死点に一致する毎にその任意の気筒に対して実行するようになっている。

【０１０２】

従って、ある気筒(以下、便宜上「特定気筒」と称呼する。)のクランク角度が特定気筒の吸気上死点に一致すると、ＣＰＵは図１２のステップ１２００から処理を開始してステップ１２１０に進み、特定気筒にノッキングが発生しているか否かを判定する。特定気筒にノッキングが発生していない場合、ＣＰＵはステップ１２１０にて「Ｎｏ」と判定し、ステップ１２９５に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。

【０１０３】

30

これに対し、ＣＰＵは、ステップ１２１０にてノッキングが発生している判定するとステップ１２２０に進み、現時点において「特定気筒に対する、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れもが実行中でない」か否かを判定する。

【０１０４】

吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れもが実行中でないとき、ＣＰＵはステップ１２２０にて「Ｙｅｓ」と判定してステップ１２３０に進み、ノッキングの発生位置を特定する。

【０１０５】

ここで、ノッキングの発生位置の特定手法について述べる。図１３の(Ａ)はノッキングが発生していない場合の筒内圧を示している。これに対し、図１３の(Ｂ)及び(Ｃ)はノッキングが発生した場合の筒内圧を示している。これらから明らかなように、ノッキングは筒内圧がピークを迎えた後であって筒内圧が減少しているときに発生し、ノッキングが発生すると筒内圧が振動する。

40

【０１０６】

ところで、ノッキングが吸気弁側において発生すると、そのノッキングによる筒内圧の変動は吸気弁側筒内圧センサ４５によって排気弁側筒内圧センサ４６よりも先に検出される。即ち、ノッキングが吸気弁側において発生すると、吸気弁側筒内圧センサ４５によって検出される筒内圧(吸気弁側筒内圧ＣＰＩｎ)は図１３の(Ｂ)に示した波形を有し、排気弁側筒内圧センサ４６によって検出される筒内圧(排気弁側筒内圧ＣＰＥｘ)は図１

50

3の(C)に示した波形を有する。よって、吸気弁側筒内圧センサ45によって検出される筒内圧は排気弁側筒内圧センサ46によって検出される筒内圧よりも時間 $t_d$ だけ早く振動を開始する。これに対し、ノッキングが排気弁側において発生すると、排気弁側筒内圧センサ46によって検出される筒内圧は図13の(B)に示した波形を有し、吸気弁側筒内圧センサ45によって検出される筒内圧は図13の(C)に示した波形を有する。即ち、排気弁側筒内圧センサ46によって検出される筒内圧は吸気弁側筒内圧センサ45によって検出される筒内圧よりも時間 $t_d$ だけ早く振動を開始する。係る現象(吸気弁側筒内圧CPI<sub>n</sub>及び排気弁側筒内圧CPE<sub>x</sub>のうち何れが早く振動を開始したか)に基づき、CPUはノッキングが吸気弁側において発生しているのか排気弁側において発生しているのかを特定する。

10

**【0107】**

その後、CPUはステップ1240に進み、ノッキングが燃焼室CC内の吸気弁側の領域(排気弁17よりも吸気弁16に近い領域であり、ピストンの冠面13に近い領域)において発生しているか否かを判定する。そして、CPUは、ノッキングが燃焼室CC内の吸気弁側の領域にて発生していると判定するとステップ1250に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPUはステップ1295に進み、本ルーチンを一旦終了する。この結果、特定気筒に対して、図示しないルーチンによって1回のフルリフト噴射(主燃料噴射量)FLinjが実行され、更にその後、点火時期(或いは、吸気上死点)近傍の所定のタイミングにて複数回(本例においては3回。但し、1回でもよい。)の吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射PLinjが実行される。

20

**【0108】**

これに対し、CPUがステップ1240の処理を実行する時点において、ノッキングが燃焼室CC内の排気弁側の領域(吸気弁16よりも排気弁17に近い領域であり、ピストンの冠面13に近い領域)において発生していると判定した場合、CPUはそのステップ1240にて「No」と判定してステップ1260に進み、排気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPUはステップ1295に進み、本ルーチンを一旦終了する。この結果、特定気筒に対して、図示しないルーチンによって1回のフルリフト噴射(主燃料噴射量)FLinjが実行され、更にその後、吸気上死点近傍の所定のタイミングにて複数回(本例においては3回。但し、1回でもよい。)の排気弁側パーシャルリフト燃料噴射PLinjが実行される。なお、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射又は排気弁側パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが消滅すれば、それらのパーシャルリフト燃料噴射は停止される(図11のステップ1110を参照。)

30

**【0109】**

その後、CPUはステップ1200から図12のルーチンの処理を再び開始する。この場合、ノッキングが継続的に発生していると判定され、且つ、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れか一方が実行されていると、CPUはステップ1210にて「Yes」、ステップ1220にて「No」と判定し、ステップ750及びステップ760に進み、点火時期を遅角する処理を行う。ステップ750及びステップ760の処理は説明済みであるので、ここでは説明を省略する。

40

**【0110】**

このように、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射又は排気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されても、依然としてノッキングが発生していると判定される場合、CPUは点火時期の遅角を行って、ノッキングの発生を抑制する。なお、ノッキングの発生が継続した場合、ステップ750及びステップ760の処理が繰り返される。よって、点火時期はより遅角側の点火時期へと移行する。

**【0111】**

一方、CPUは図11にフローチャートにより示したノッキング抑制終了ルーチンを図12のルーチンの処理が終了すると直ちに実行するようになっている。図11のルーチンは説明済みであるので、その説明は省略される。

**【0112】**

50

以上、説明したように、第 3 装置は、点火時期の前に第 1 の燃料噴射（主燃料噴射、1 回のフルリフト燃料噴射）を行う。

更に、第 3 装置は、

ノッキングが発生してるか否かを判定するとともに、ノッキングが燃焼室 C C 内の吸気弁側及び排気弁側の何れで発生しているかを特定するノッキング特定部含み（図 1 2 のステップ 1 2 3 0）、

前記ノッキング特定部によりノッキングが燃焼室 C C 内の吸気弁側にて発生していると特定された場合、ノッキング抑制要求が発生していると判定するとともに「パーシャルリフト量を第 1 リフト量に設定した第 1 パーシャルリフト燃料噴射」を実行することにより燃焼室 C C 内の吸気弁側に燃料噴霧を形成し（図 1 2 のステップ 1 2 4 0 及びステップ 1 2 5 0）、且つ、

前記ノッキング特定部によりノッキングが燃焼室 C C 内の排気弁側にて発生していると特定された場合、ノッキング抑制要求が発生していると判定するとともに「パーシャルリフト量を前記第 1 リフト量よりも大きい第 2 リフト量に設定した第 2 パーシャルリフト燃料噴射」を実行することにより燃焼室 C C 内の排気弁側に燃料噴霧を形成する（図 1 2 のステップ 1 2 4 0 及びステップ 1 2 6 0）。

#### 【 0 1 1 3 】

この態様によれば、吸気弁側にてノッキングが発生している場合には第 1 パーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射）により直ちにそのノッキングが抑制され得る。更に、排気弁側にてノッキングが発生している場合には第 2 パーシャルリフト燃料噴射（排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）により直ちにそのノッキングが抑制され得る。

#### 【 0 1 1 4 】

なお、ノッキングが吸気弁側で発生しているのか排気弁側で発生しているのかは、例えば、吸気弁側と排気弁側とのそれぞれに配設されたイオンプローブからの信号に基づいても特定することができる。イオンプローブの信号は、火炎が到達した場合に大きくなる。よって、ノッキングが検出されたとき、排気側に配設されたイオンプローブの信号が吸気側に配設されたイオンプローブの信号よりも早期に大きくなっていれば、ノッキングは吸気側にて発生していると特定することができる。これに対し、ノッキングが検出されたとき、吸気側に配設されたイオンプローブの信号が排気側に配設されたイオンプローブの信号よりも早期に大きくなっていれば、ノッキングは排気側にて発生していると特定することができる。

#### 【 0 1 1 5 】

更に、吸気弁側筒内圧センサ 4 5 及び排気弁側筒内圧センサ 4 6 を備えている場合、ノッキングセンサ 4 7 を省略することもできる。即ち、C P U は、図 1 2 のステップ 1 2 1 0 において、吸気弁側筒内圧センサ 4 5 及び排気弁側筒内圧センサ 4 6 の何れかからの筒内圧に基づいて、ノッキングが発生しているか否かを判定すればよい。

#### 【 0 1 1 6 】

（第 4 実施形態）

第 1 装置乃至第 3 装置は、ノッキングセンサ 4 7 からの信号に基づいてノッキングが発生していると判定したとき、ノッキングの発生を抑制する要求（ノッキング抑制要求）が発生していると判定している。これに対し、本発明の第 4 実施形態に係る機関制御装置（以下、「第 4 装置」とも称呼する。）は、機関 1 0 の運転状態（例えば、機関 1 0 の負荷及び機関回転速度 N E により決まる運転状態）が所定のノッキング抑制運転領域にあると判定したとき、ノッキング抑制要求が発生していると判定する。

#### 【 0 1 1 7 】

より具体的に述べると、第 4 装置の電気制御装置 3 0 の C P U は、図 1 4 にフローチャートにより示したノッキング抑制ルーチンの処理を任意の気筒のクランク角度がその任意の気筒の吸気上死点に一致する毎にその任意の気筒に対して実行するようになっている。図 1 4 に示したルーチンは、図 7 のステップ 7 2 0 をステップ 1 4 1 0 に置換した点のみ

10

20

30

40

50

において、図 7 のルーチンと相違している。即ち、CPU は、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されていない場合、ステップ 710 からステップ 1410 に進み、機関負荷（例えば、気筒への空気充填率、アクセルペダル操作量 Accp 及びスロットル弁開度等）及び機関回転速度 NE により定まる機関運転状態がノッキング抑制運転領域内であるか否かを判定する。ノッキング抑制運転領域は、図 14 のMAP 内に示したように、機関負荷 KL が負荷閾値 KLth よりも大きい領域（即ち、領域 A）である。

#### 【0118】

現時点の運転状態がノッキング抑制運転領域内になれば、CPU はステップ 1410 にて「No」と判定し、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行することなくステップ 1495 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。これに対し、現時点の運転状態がノッキング抑制運転領域内にあると、CPU はステップ 1410 にて「Yes」と判定してステップ 730 に進み、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPU はステップ 1495 に進み、本ルーチンを一旦終了する。前述したように、一般に、ノッキングは吸気弁側で発生し易いので、この吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射 PLinj により通常はノッキングの発生が抑制される。

10

#### 【0119】

その後、CPU はステップ 1400 から図 14 のルーチンの処理を再び開始する。この場合、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているから、CPU はステップ 710 にて「No」と判定してステップ 740 に進み、ノッキングが発生しているか否かを判定する。このとき、ノッキングが発生していなければ、CPU はステップ 740 にて「No」と判定し、ステップ 1495 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。なお、このように、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが消滅すれば、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射は停止される（後述する図 9 のステップ 980 を参照。）。

20

#### 【0120】

これに対し、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されているにも拘わらずノッキングが発生していると、CPU はステップ 740 にて「Yes」と判定してステップ 750 及びステップ 760 に進み、点火時期を遅角する処理を行う。

#### 【0121】

更に、CPU は「図 9 のノッキング抑制終了ルーチンからステップ 970 及びステップ 980 を除いたルーチン」を図 7 のルーチンの処理が終了すると直ちに実行するようになっている。図 9 のルーチンは説明済みであるので、その説明は省略される。

30

#### 【0122】

以上、説明したように、第 4 装置は、機関 10 の運転状態が「ノッキングを抑制する必要がある特定運転状態である場合（即ち、機関 10 の運転状態がノッキング抑制運転領域内にある場合）」、ノッキング抑制要求が発生していると判定し、点火時期の前に第 1 の燃料噴射（主燃料噴射、1 回のフルリフト燃料噴射）を行うとともに、その後に、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。従って、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を用いてノッキングの発生を未然に防止することができる。なお、第 4 装置は、機関 10 の温度（例えば、冷却水温）が高いほど負荷閾値 KLth が小さくなるように、負荷閾値 KLth を変更してもよい（即ち、領域 A を拡大してもよい。）。

40

#### 【0123】

##### （第 5 実施形態）

上述した第 3 装置は、ノッキングが発生していると判定したときノッキングの発生を抑制する要求が発生していると判定し、且つ、そのノッキングの発生位置を特定し、特定されたノッキング発生位置に応じて「吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射のうちの何れか」を実行する。これに対し、本発明の第 5 実施形態に係る機関制御装置（以下、「第 5 装置」とも称呼する。）は、機関 10 の運転状態（例えば、機関 10 の負荷及び機関回転速度 NE により決まる運転状態）が、吸気弁側のノッキングの発生を抑制すべき領域にあるとき、ノッキングの発生を抑制する要求が発生していると判定するとともに吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射を実行する。更に、第 5 装

50

置は、機関 10 の運転状態が、排気弁側のノッキングの発生を抑制すべき領域にあるとき、ノッキングの発生を抑制する要求が発生していると判定するとともに排気弁側パシヤルリフト燃料噴射を実行する。

【0124】

より具体的に述べると、第 5 装置の電気制御装置 30 の CPU は、図 15 にフローチャートにより示したノッキング抑制ルーチンの処理を任意の気筒のクランク角度がその任意の気筒の吸気上死点に一致する毎にその任意の気筒に対して実行するようになっている。

【0125】

従って、ある気筒（以下、便宜上「特定気筒」と称呼する。）のクランク角度が特定気筒の吸気上死点に一致すると、CPU は図 15 のステップ 1500 から処理を開始してステップ 1510 に進み、現時点において「特定気筒に対する、吸気弁側パシヤルリフト燃料噴射及び排気弁側パシヤルリフト燃料噴射の何れもが実行中でない」か否かを判定する。

10

【0126】

吸気弁側パシヤルリフト燃料噴射及び排気弁側パシヤルリフト燃料噴射の何れもが実行中でないとき、CPU はステップ 1510 にて「Yes」と判定してステップ 1520 に進み、機関運転状態が「吸気弁側で発生するノッキングを抑制すべき運転領域 X」内であるか否かを判定する。この運転領域 X は、図 16 に示したように、機関負荷 KL が負荷閾値 KLth よりも大きく且つ機関回転速度 NE が回転速度閾値 NEth よりも低い領域（即ち、低回転高負荷領域）である。

20

【0127】

現時点の運転状態が運転領域 X 内にあると、CPU はステップ 1520 にて「Yes」と判定してステップ 1530 に進み、吸気弁側パシヤルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPU はステップ 1595 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0128】

これに対し、CPU がステップ 1520 の処理を実行する時点において、運転状態が運転領域 X 内になければ、CPU はそのステップ 1520 にて「No」と判定してステップ 1530 に進み、運転状態が「排気弁側で発生するノッキングを抑制すべき運転領域 Y」内であるか否かを判定する。この運転領域 Y は、図 16 に示したように、機関負荷 KL が負荷閾値 KLth よりも大きく且つ機関回転速度 NE が回転速度閾値 NEth よりも高い領域（即ち、高回転高負荷領域）である。なお、機関によって運転領域 X と運転領域 Y とが入れ替わる場合もある。

30

【0129】

現時点の運転状態が運転領域 Y 内にあると、CPU はステップ 1530 にて「Yes」と判定してステップ 1540 に進み、排気弁側パシヤルリフト燃料噴射を実行する。その後、CPU はステップ 1595 に進み、本ルーチンを一旦終了する。

【0130】

更に、CPU がステップ 1530 の処理を実行する時点において、運転状態が運転領域 Y 内になければ、CPU はそのステップ 1530 にて「No」と判定し、ステップ 1595 に直接進んで本ルーチンを一旦終了する。この場合、特定気筒に対する「吸気弁側パシヤルリフト燃料噴射及び排気弁側パシヤルリフト燃料噴射」の何れもが実行されない。

40

【0131】

一方、吸気弁側パシヤルリフト燃料噴射及び排気弁側パシヤルリフト燃料噴射の何れか一方が実行されていると、CPU はステップ 1510 に進んだとき、そのステップ 1510 にて「No」と判定してステップ 1540 に進む。CPU は、ステップ 1540 にて特定気筒にノッキングが発生しているか否かを判定する。

【0132】

この時点においてノッキングが発生していると、CPU はステップ 1540 にて「Yes」と判定してステップ 750 及びステップ 760 に進み、点火時期を遅角する処理を行

50

う。ステップ 750 及びステップ 760 の処理は説明済みであるので、ここでは説明を省略する。

【0133】

加えて、CPU は「図 11 のノッキング抑制終了ルーチンからステップ 970 及びステップ 1110 を除いたルーチン」を図 15 のルーチンの処理が終了すると直ちに実行するようになっている。図 11 のルーチンは説明済みであるので、その説明は省略される。

【0134】

以上、説明したように、第 5 装置は、点火時期の前に第 1 の燃料噴射（主燃料噴射、1 回のフルリフト燃料噴射）を行う。

更に、第 5 装置は、

（１）機関 10 の運転状態が燃焼室 CC の吸気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第 1 特定運転状態である場合（即ち、機関 10 の運転状態が図 16 の運転領域 X 内にある場合）、ノッキング抑制要求が発生していると判定するとともに「パーシャルリフト量を第 1 リフト量に設定した第 1 パーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射）」を実行することにより燃焼室 CC 内の吸気弁側に燃料噴霧を形成し、

（２）機関 10 の運転状態が燃焼室 CC の排気弁側におけるノッキングを抑制する必要がある第 2 特定運転状態である場合（即ち、機関 10 の運転状態が図 16 の運転領域 Y 内にある場合）、ノッキング抑制要求が発生していると判定するとともに「パーシャルリフト量を前記第 1 リフト量よりも大きい第 2 リフト量に設定した第 2 パーシャルリフト燃料噴射（排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）」を実行することにより燃焼室 CC 内の排気弁側に燃料噴霧を形成する。

【0135】

従って、第 1 パーシャルリフト燃料噴射によって吸気弁側にてノッキングが発生することを未然に防止することができ、第 2 パーシャルリフト燃料噴射によって排気弁側にてノッキングが発生することを未然に防止することができる。

【0136】

以上、説明したように、本発明の各実施形態に係る機関制御装置は、パーシャルリフト燃料噴射を適切に用いることにより、点火時期を大きく遅角することなく、ノッキングの発生を効果的に抑制することができる。

【0137】

本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、図 17 に示したように、火炎伝播速度は混合気の空燃比が大きくなる（リーンになる）ほど低下する。そのため、ノッキングは混合気の空燃比が大きくなるほど発生し易い。そこで、各実施形態に係る装置は、図 18 に示したように、パーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射及び排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）を実行する条件が成立した場合、混合気の空燃比が大きいほど、そのパーシャルリフト燃料噴射の回数を増加させてもよい。なお、混合気の空燃比は、設定される目標空燃比に基づいて取得されてもよく、排ガス通路に設けられた空燃比センサにより検出されてもよい。

【0138】

更に、本発明の各実施形態に係る機関制御装置は、燃料噴射弁 20 のような筒内燃料噴射弁に加え、吸気ポート内に燃料を噴射する吸気ポート燃料噴射弁を有する内燃機関に適用することもできる。

【0139】

加えて、パーシャルリフト燃料噴射（吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射又は排気弁側パーシャルリフト燃料噴射）の回数は、ノッキングの程度（ノッキングの発生頻度及びノッキング強度）が大きいほど増加されてもよい。更に、第 1 の燃料噴射（主燃料噴射、1 回のフルリフト燃料噴射）の回数も 1 回に特に限定されることはなく、第 1 の燃料噴射をパーシャルリフト燃料噴射により行うことを排除するものでもない。また、吸気弁側パーシャルリフト燃料噴射又は排気弁側パーシャルリフト燃料噴射の何れかに加え、例

えば、機関の暖機を促進するために、膨張行程中期以降に別のパーシャルリフト燃料噴射を行ってもよい。また、ノッキングが発生したか否かの判定は、ノッキングセンサ以外のセンサ（例えば、筒内圧センサ）からの信号に基づいて行われてもよい。

【 0 1 4 0 】

更に、機関 1 0 はタンブル流を発生させるように構成されていたが、タンブル流は発生されなくてもよく、或いは、タンブル流に代えてスワール流が発生されるように構成されていてもよい。

【 0 1 4 1 】

加えて、各実施形態に係る機関制御装置は、パーシャルリフト燃料噴射によりノッキングが抑制できない場合に点火時期を遅角していたが、ノッキング抑制要求がある場合にパーシャルリフト燃料噴射と点火時期の遅角とを同時に実行してもよく、点火時期を遅角しなくてもよい。更に、パーシャルリフト燃料噴射を終了する際のノッキングの程度は、パーシャルリフト燃料噴射の実行を開始する場合のノッキングの程度より小さく設定されてもよい。

10

【 0 1 4 2 】

更に、燃料噴射弁 2 0 の燃料噴孔 2 1 の形状及び燃料噴孔 2 1 の数は、パーシャルリフト燃料噴射により燃焼室 C C 内の所望の位置に燃料噴霧を形成することができる限り特に限定されない。即ち、燃料噴孔 2 1 の形状は扁平なスリット状であったが、円筒状或いは断面が十字のスリット状であってもよい。更に、一つの燃料噴射弁 2 0 に対し噴孔 2 1 が多数設けられていてもよい。

20

【 0 1 4 3 】

また、パーシャルリフト燃料噴射が実行される場合、パーシャルリフト燃料噴射の直前に行われるフルリフト燃料噴射（主燃料噴射）の燃料噴射量をパーシャルリフト燃料噴射による燃料噴射量だけ減量していたが、フルリフト噴射の燃料噴射量を減量することなくパーシャルリフト燃料噴射を追加的に実行してもよい。更に、ノッキング抑制のためのパーシャルリフト燃料噴射の実行タイミングは、点火時期よりも進角側であっても、遅角側であってもよい。加えて、ノッキングが吸気弁側よりも排気弁側で生じる傾向を有する機関に対しては、例えば、図 7 のステップ 7 3 0 又は図 1 4 のステップ 7 3 0 において排気弁側パーシャルリフト燃料噴射が実行されてもよい。同様に、ノッキングが吸気弁側よりも排気弁側で生じる傾向を有する機関に対しては、例えば、図 1 0 のステップ 1 0 1 5 とステップ 1 0 3 5 とを入れ換えるとともに、図 1 0 の他のステップ（例えば、ステップ 1 0 2 0 及びステップ 1 0 3 0 ）をこれに応じて適宜変更してもよい。

30

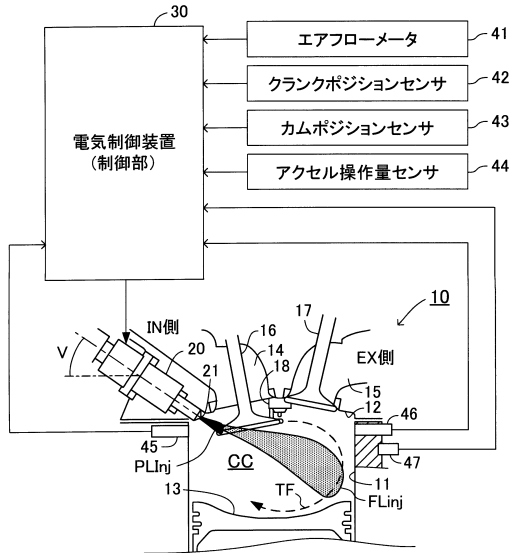
【符号の説明】

【 0 1 4 4 】

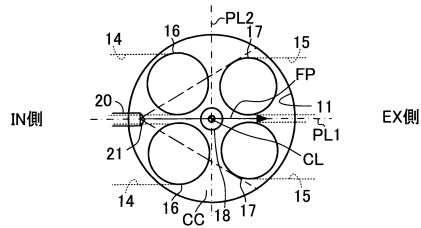
1 0 ... 内燃機関、 1 4 ... 吸気ポート、 1 5 ... 排気ポート、 1 6 ... 吸気弁、 1 7 ... 排気弁、 1 8 ... 点火栓、 2 0 ... 燃料噴射弁、 2 1 ... 燃料噴孔、 2 2 ... 弁体、 3 0 ... 電気制御装置、 4 5 ... 吸気弁側筒内圧センサ、 4 6 ... 排気弁側筒内圧センサ、 4 7 ... ノッキングセンサ。



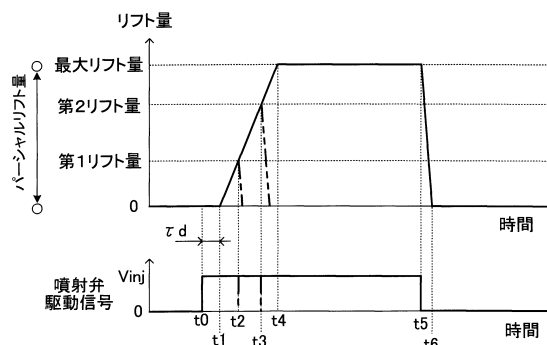
【 図 1 】



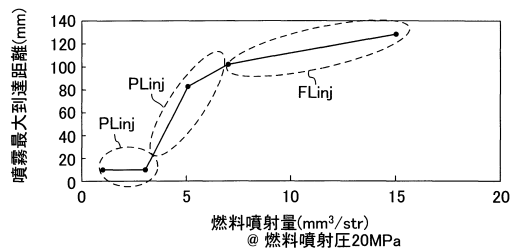
【 図 2 】



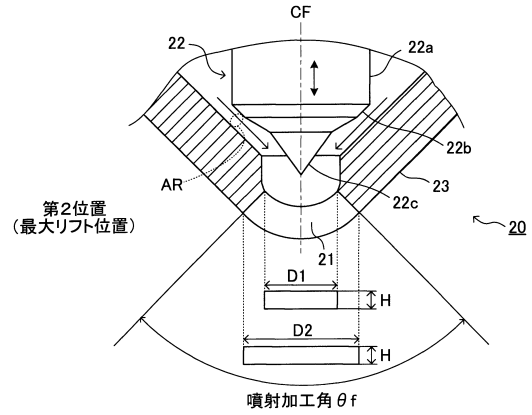
【 図 4 】



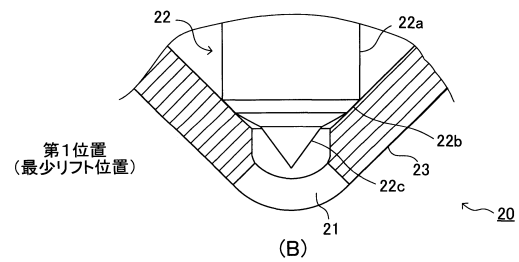
【 図 5 】



【 図 3 】

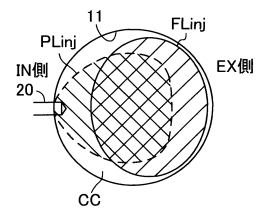


(A)

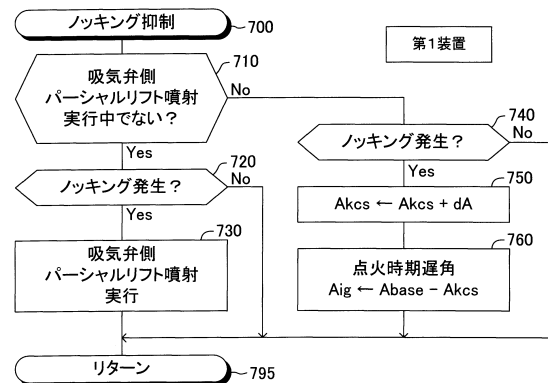


(B)

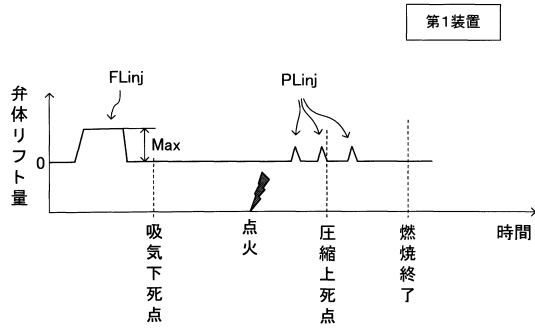
【 図 6 】



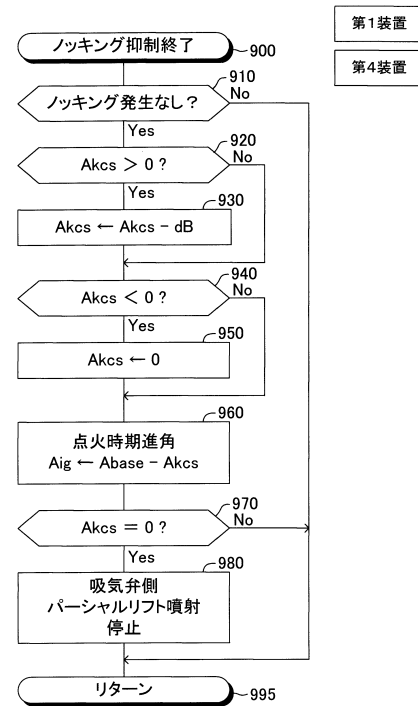
【圖 7】



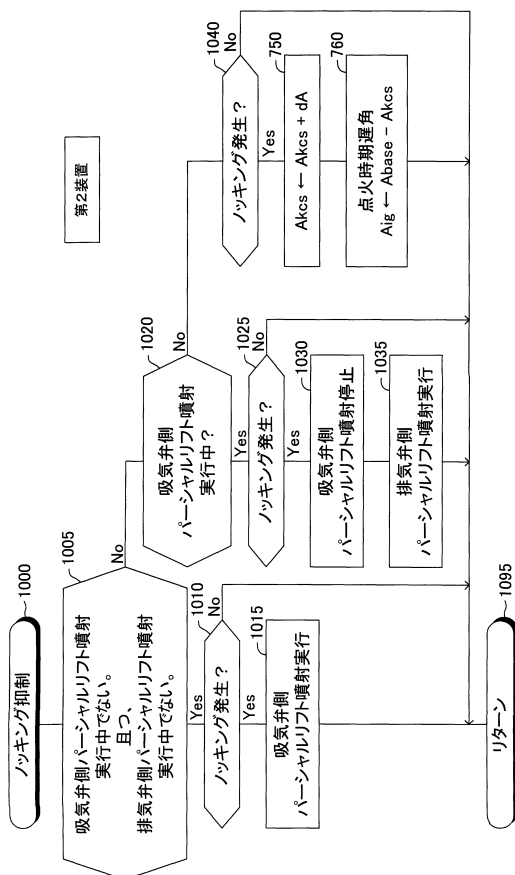
【図 8】



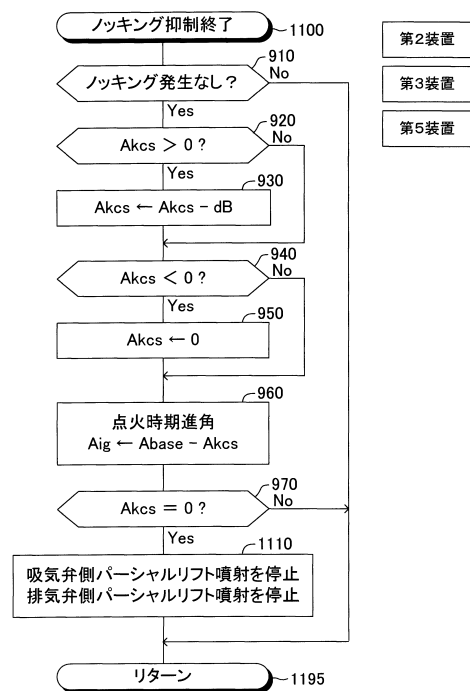
【図 9】



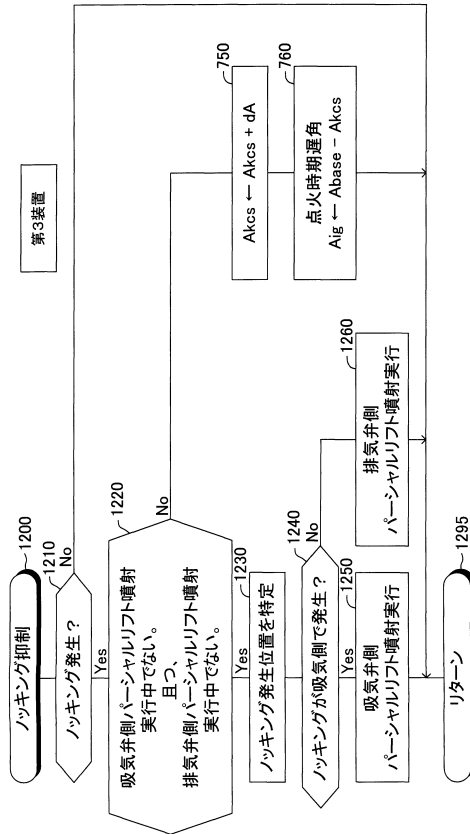
【図 10】



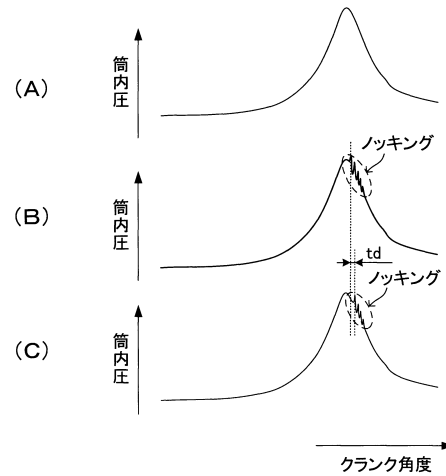
【図 11】



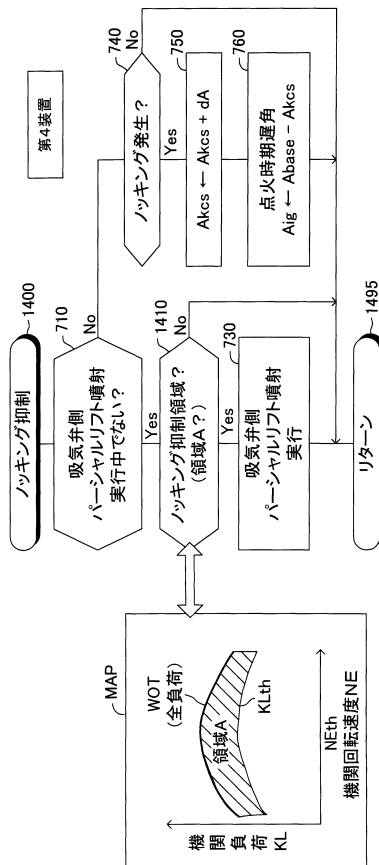
【図 1 2】



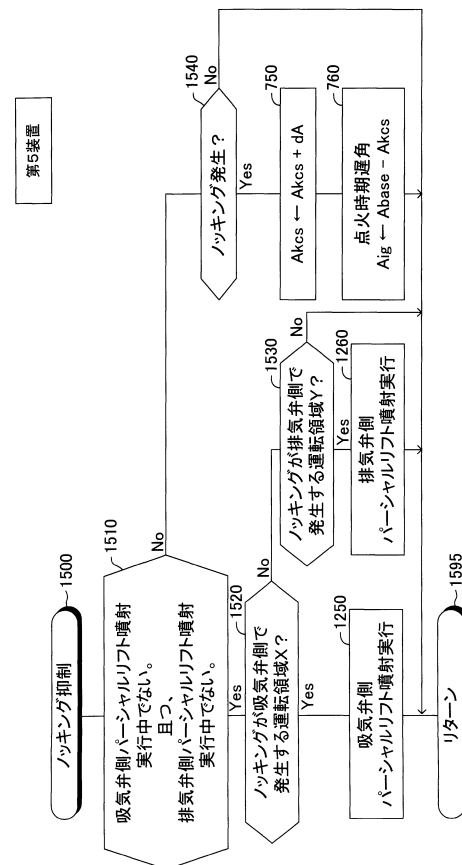
【図 1 3】



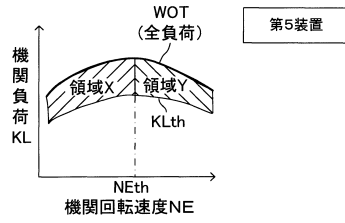
【図 1 4】



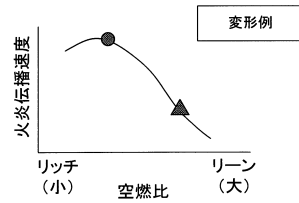
【図 1 5】



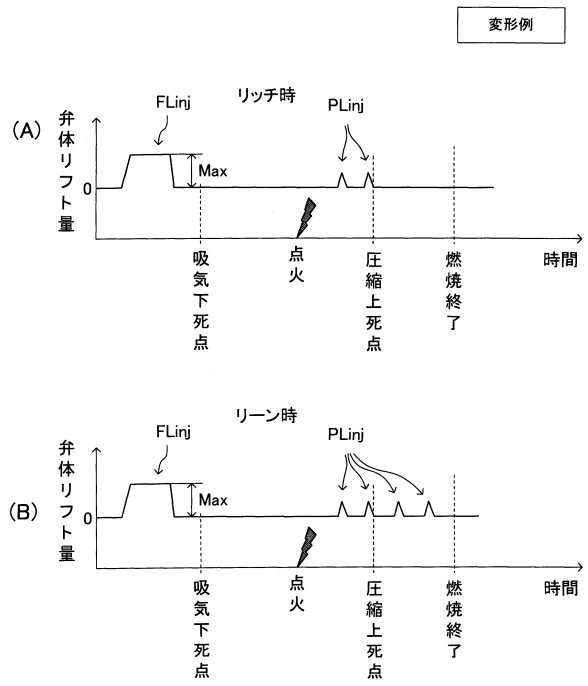
【図 16】



【図 17】



【図 18】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 D 45/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 M	61/10	F
		F 0 2 M	61/10	D
		F 0 2 D	45/00	3 4 5 B
		F 0 2 D	45/00	3 6 8 A

審査官 山村 和人

(56)参考文献 特開2006-329173(JP,A)  
特開2010-024993(JP,A)  
特開2013-007314(JP,A)  
特開2008-121429(JP,A)  
特開2001-263145(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 1 / 4 0  
F 0 2 M 3 9 / 0 0 - 7 1 / 0 4