

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4483099号
(P4483099)

(45) 発行日 平成22年6月16日 (2010. 6. 16)

(24) 登録日 平成22年4月2日 (2010. 4. 2)

(51) Int. Cl.

F 1

FO2D 41/04 (2006.01)

FO2D 41/04 345B

FO1N 3/08 (2006.01)

FO2D 41/04 335B

FO1N 3/18 (2006.01)

FO1N 3/08 A

FO1N 3/20 (2006.01)

FO1N 3/18 B

FO2D 13/02 (2006.01)

FO1N 3/20 N

請求項の数 4 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-41862 (P2001-41862)
 (22) 出願日 平成13年2月19日 (2001. 2. 19)
 (65) 公開番号 特開2002-242729 (P2002-242729A)
 (43) 公開日 平成14年8月28日 (2002. 8. 28)
 審査請求日 平成19年12月12日 (2007. 12. 12)

(73) 特許権者 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地3番1号
 (74) 代理人 100080768
 弁理士 村田 実
 (72) 発明者 田賀 淳一
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
 株式会社内

審査官 岡澤 洋

(56) 参考文献 特開2000-154748 (JP, A)
)
 特開平10-331734 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

成層燃焼運転時と均一燃焼運転時とで、噴射すべき要求燃料圧力を変更する燃圧変更手段と、

運転状態を検出する運転状態検出手段と、

排気通路に配置されて酸素過剰雰囲気中でNO_xを吸収し酸素濃度の低下によりNO_xを放出するNO_x吸収剤において、該NO_x吸収剤に吸収されたNO_x量が所定量を超えたか否かを検出するNO_x吸収量検出手段と、

前記運転状態検出手段からの信号に基づき成層燃焼運転時と判断し、且つ、前記NO_x吸収量検出手段からの信号に基づき前記NO_x吸収剤に吸収されたNO_xを放出させるときで

あると判断したとき、空燃比をリッチ化して均一燃焼運転とするNO_x放出手段と、前記NO_x放出手段に基づいて均一燃焼運転が行われているとき、前記燃圧変更手段を制限して、噴射すべき燃料の燃料圧力を均一燃焼運転時における要求燃料圧力に変更されることを制限する燃圧変更制限手段と、を備えている、

ことを特徴とする筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、実際の燃料圧力と前記NO_x放出手段に基づいて均一燃焼運転が行われているときにおける要求燃料圧力との偏差に応じて燃料噴射時期を補正する補正手段が備えられている、ことを特徴とする筒内

10

20

噴射式エンジンの燃圧制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 において、

EGR 量を制御する EGR 量制御手段が備えられ、

前記 EGR 量制御手段が、前記燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、EGR 量を均一燃焼運転時における要求量よりも減量するように設定されている、ことを特徴とする筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、

前記燃圧変更制限手段が、該燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、噴射すべき燃料の燃料圧力を、成層燃焼運転時における燃料圧力の許容範囲内において、均一燃焼運転時の要求燃料圧力に近づくように設定されている、ことを特徴とする筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、気筒内の燃焼室に燃料を直接噴射して、混合気を点火プラグの電極周りに成層化させるようにした筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

20

筒内噴射式内燃機関においては、特開 2000-204954 号公報に示すように、一般に、成層燃焼運転時に点火プラグの近傍に混合気を良好に集めるようにすると共に、均一燃焼運転時に燃料の微粒化等を促進する観点から、運転状態を成層燃焼運転と均一燃焼運転とに分け、その成層燃焼運転と均一燃焼運転とで気筒内へ噴射すべき燃料圧力（噴射圧力）を変更することが行われている。

【0003】

ところで、近時、成層燃焼運転されることに伴い、空燃比がリーンにされることを考慮して、排気系に NO_x 吸収剤を配設される傾向にある。この NO_x 吸収剤は、排気中の酸素過剰雰囲気中で NO_x を吸収し酸素濃度の低下に伴い NO_x を放出するものとされており、通常行われる成層燃焼運転（空燃比がリーン状態）の下では、排気中の NO_x を吸収することが行われる。そして、NO_x 吸収剤の NO_x 吸収量が所定量を超えた場合には、成層燃焼運転状態から均一燃焼運転（空燃比がリッチ状態）に短期間だけ切り替えて排気中の酸素濃度を低下させ、これにより、NO_x 吸収剤から NO_x を放出し、その放出 NO_x を、その均一燃焼に伴って増える HC、CO 等の成分により還元浄化することが行われる。そしてこの後、NO_x 吸収剤における NO_x 吸蔵量が満足する程度まで低下すると、成層燃焼運転に再び復帰されることになる。したがって、NO_x 吸収剤からの NO_x の放出等を行うべく均一燃焼運転を行うに際しては、その均一燃焼運転に切り替えられるに伴い、噴射すべき燃料圧力は、その均一燃焼運転時における要求燃料圧力に高められ、その均一燃焼運転を終えて成層燃焼運転に復帰するに際しては、噴射すべき燃料圧力は、その成層燃焼運転時における要求燃料圧力まで低下される。

30

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記場合において、NO_x 吸収剤からの NO_x の放出等を終えて、均一燃焼運転状態から成層燃焼運転に復帰する際には、噴射すべき燃料の燃料圧力の変更が遅れることになり、そのときには、本来の燃料噴霧貫徹力よりも高い燃料噴霧貫徹力をもって燃料噴射されることになる。このため、NO_x 放出等のための均一燃焼運転から成層燃焼運転に復帰する復帰時において、点火プラグの近傍に混合気を集めにくくなり、良好な成層燃焼が阻害されることになる。

【0005】

本発明は上記実情に鑑みてなされたもので、その目的は、NO_x 放出等のための均一燃焼

50

運転から成層燃焼運転に復帰する復帰時に、成層燃焼が良好に行われなくなることを抑制することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために本発明（請求項1の発明）にあっては、
成層燃焼運転時と均一燃焼運転時とで、噴射すべき要求燃料圧力を変更する燃圧変更手段と、

運転状態を検出する運転状態検出手段と、

排気通路に配置されて酸素過剰雰囲気中で NO_x を吸収し酸素濃度の低下により NO_x を放出する NO_x 吸収剤において、該 NO_x 吸収剤に吸収された NO_x 量が所定量を超えたか否かを検出する NO_x 吸収量検出手段と、

前記運転状態検出手段からの信号に基づき成層燃焼運転時と判断し、且つ、前記 NO_x 吸収量検出手段からの信号に基づき前記 NO_x 吸収剤に吸収された NO_x を放出させるときであると判断したとき、空燃比をリッチ化して均一燃焼運転とする NO_x 放出手段と、

前記 NO_x 放出手段に基づいて均一燃焼運転が行われているとき、前記燃圧変更手段を制限して、噴射すべき燃料の燃料圧力を均一燃焼運転時における要求燃料圧力に変更されることを制限する燃圧変更制限手段と、を備えている、

ことを特徴とする筒内噴射式エンジンの燃圧制御装置とした構成としてある。この請求項1の態様としては、請求項2～4の記載の通りとなる。

【0007】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明によれば、 NO_x 吸収剤に吸収された NO_x を放出させるために NO_x 放出手段に基づいて均一燃焼運転が行われているとき、燃圧変更制限手段が、燃圧変更手段を制限して、噴射すべき燃料の燃料圧力を均一燃焼運転時における要求燃料圧力に変更されることを制限することから、その均一燃焼運転中において、 NO_x の放出と、その放出 NO_x の還元浄化処理を行うことができる一方、その均一燃焼運転から成層燃焼運転に再び復帰しても、噴射すべき燃料の燃料圧力の変更の遅れに基づく本来の燃料噴霧貫徹力よりも高い燃料噴霧貫徹力に起因して、点火プラグの近傍に混合気を集めにくくなることを抑えることができることになる。このため、 NO_x 放出等のための均一燃焼運転から成層燃焼運転に復帰する復帰時に、成層燃焼が良好に行われなくなることを抑制できることになる。

【0008】

請求項2に記載の発明によれば、燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、実際の燃料圧力と前記 NO_x 放出手段に基づいて均一燃焼運転が行われているときにおける要求燃料圧力との偏差に応じて燃料噴射時期を補正する補正手段が備えられていることから、その燃料噴射時期の補正により、噴射すべき燃料の燃料圧力を均一燃焼運転時における要求燃料圧力に変更されることを制限することに基づき燃焼性が低下することを抑制できることになる。

【0009】

請求項3に記載の発明によれば、EGR量を制御するEGR量制御手段が備えられ、EGR量制御手段が、燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、EGR量を均一燃焼運転時における要求量よりも減量するように設定されていることから、そのEGR量の減量により、噴射すべき燃料の燃料圧力を均一燃焼運転時における要求燃料圧力に変更されることを制限することに基づき燃焼性が低下することを抑制できることになる。

【0010】

請求項4に記載の発明によれば、燃圧変更制限手段が、該燃圧変更制限手段による要求燃料圧力の変更制限中において、噴射すべき燃料の燃料圧力を、成層燃焼運転時における燃料圧力の許容範囲内において、均一燃焼運転時の要求燃料圧力に近づくように設定されていることから、要求燃料圧力の変更制限時に、噴射すべき燃料圧力をできるだけ高めて燃

10

20

30

40

50

焼性が低下することを抑制できることになる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0012】

図2は、本発明の実施形態1に係る筒内噴射式エンジン1の全体的な構成を示す。このエンジン1は、複数の気筒（Zは気筒中心線を示す）2，2，…（1つのみ図示する）が直列に設けられたシリンダブロック3と、このシリンダブロック3上に配置されたシリンダヘッド4とを有しており、各気筒2内にはピストン5が上下方向に往復動可能にそれぞれ嵌挿されている。この各ピストン5とシリンダヘッド4との間の気筒2内には燃焼室6がそれぞれ区画されており、その燃焼室6は、図3に拡大して示すように、気筒2の天井部における略中央部からシリンダヘッド4の下端面付近まで延びる2つの傾斜面を形成することにより、互いに差し掛けられた屋根のような形状をなすいわゆるペントルーフ型燃焼室とされている。一方、前記ピストン5よりも下方のシリンダブロック3内にはクランク軸7が回転自在に支持されており、このクランク軸7とピストン5とはコネクティングロッド8を介して連結されている。

10

【0013】

前記シリンダヘッド4には、図1、図2に示すように、吸気ポート10及び排気ポート11がそれぞれ2つずつ形成されている。この2つの吸気ポート10は、その各一端が各気筒2天井部における前記傾斜面の一方から燃焼室6に開口され、その各他端側が燃焼室6から斜め上方に直線的に延びて、エンジン1の一側面（図2の右側面）に互いに独立して開口されており、そのうち、その各吸気ポート10，10の一端開口には、所定のタイミングで開閉作動される吸気弁12，12が配置されている。2つの排気ポート11，11は、その各一端が各気筒2天井部における前記傾斜面の他方から燃焼室6に開口され、その各他端側は、途中で1つに合流した後略水平に延びて、エンジン1の他側面（図2の左側面）に開口されており、そのうち、その各排気ポート11，11の一端開口には、所定のタイミングで開閉作動される排気弁13，13が配置されている。尚、符号14は可変動弁機構14，14で、この可変動弁機構14，14により前記吸気弁12及び排気弁13の開閉作動時期がそれぞれ独立して変更されるようになっている。

20

【0014】

前記エンジン1の一側面には、図2に示すように、各気筒2の吸気ポート10，10にそれぞれ連通する吸気通路30が接続されている。この吸気通路30は、エンジン1の燃焼室6に対し図外のエアクリーナで濾過した吸気を供給するものであり、その上流側から下流側に向かって順に、エンジン1に吸入される吸入空気量を検出するホットワイヤ式エアフローセンサ31と、吸気通路26を絞る電気式スロットル弁32と、サージタンク33とがそれぞれ配設されている。前記電気式スロットル弁32は、図外のアクセルペダルに対し機械的には連結されておらず、図示しない電動式駆動モータにより駆動されて開閉するようになっている。

30

【0015】

また、前記サージタンク33よりも下流側の吸気通路30は、各気筒2毎に分岐する独立通路とされていて、該各独立通路の下流端部がさらに2つに分岐してそれぞれ吸気ポート10，10に連通されている。この2つの吸気ポート10，10の双方の上流側には、図3にも示すように、燃焼室6におけるタンブル流の流速を調節するための吸気流動調節弁34が配設され、例えばステッピングモータ35（図3にのみ示す）によって開閉作動されるようになっている。この吸気流動調節弁34，34はいずれも円形のバタフライバルブの一部を切り欠いたもので、この実施形態では弁軸34aよりも下側の部分を切り欠いている。そして、吸気流動調節弁34が閉じられたときには、吸気が前記の切り欠き部分のみから下流側に流れて、燃焼室6に強いタンブル流を生成し、吸気流動調節弁34が開かれるに従い、吸気は該切り欠き部分以外からも流通して、タンブル流の強度が徐々に弱められるようになっている。

40

50

【0016】

前記燃焼室6の上部には、図3に示すように、前記4つの吸排気弁12、13に取り囲まれるように、点火プラグ16が配設されている。この点火プラグ16の先端の電極は燃焼室6の天井部から所定距離だけ突出した位置にあり、その点火プラグ16の基端部には点火回路17（図2にのみ示す）が接続されていて、各気筒2毎に所定の点火タイミングで点火プラグ16に通電するようになっている。

【0017】

前記燃焼室6の底部となるピストン5の冠面は、図3に示すように、対向する燃焼室6の天井部に沿うような形状とされ、その中央部にレモン型の凹部5aが形成されている。この凹部5aは、燃焼室6における前記タンブル流Tの流れをスムーズにすることを目的としており、吸気行程で生成される前記タンブル流T（図4参照）を圧縮行程後期まであまり減衰せずに、確実に保持できるようになっている。

【0018】

前記燃焼室6の周縁部には、図1～図4に示すように、2つの吸気ポート10、10の下方に挟まれるように、インジェクタ（燃料噴射弁）18が配設されている。このインジェクタ18は、先端部の噴孔から燃料を旋回流として噴出させて、インジェクタ18の軸心の延びる方向に沿うようにホローコーン状に噴射する公知のスワールインジェクタであり、このスワールインジェクタ18においては、燃料の噴射圧力（燃料圧力）を高めると、この圧力の上昇に応じて燃料噴霧の貫徹力が高まることになっている。

【0019】

前記インジェクタ18の基端部には、全気筒2、2、…に共通の燃料分配管19が接続されており、その共通の燃料分配管19は、燃料供給系20から供給される高圧の燃料を各気筒2に分配することになっている。この燃料供給系20は、例えば図5(a)に示すように構成され、燃料分配管19と燃料タンク21とを連通する燃料通路22の上流側から下流側に向かって、低圧燃料ポンプ23、低圧レギュレータ24、燃料フィルタ25、高圧燃料ポンプ26及び高圧レギュレータ27が順に配設されており、高圧燃料ポンプ26及び高圧レギュレータ27はリターン通路29により燃料タンク21側に接続されている。尚、符号28は、燃料タンク21側に戻す燃料の圧力状態を整える低圧レギュレータである。

【0020】

これにより、前記低圧燃料ポンプ23により燃料タンク21から吸い上げられた燃料は、低圧レギュレータ24により調圧された後、燃料フィルタ25を介して高圧燃料ポンプ26に圧送される。そして、高圧燃料ポンプ26によって昇圧した燃料の一部を高圧レギュレータ27により流量調節しながら、リターン通路29によって燃料タンク21側に戻すことで、燃料分配管19へ供給する燃料の圧力状態を適正に（例えば略3MPa～略13MPa、好ましくは成層燃焼運転時において3MPa～7MPaくらいに）調節することになっている。

【0021】

燃料供給系20の構成は、前記図5(a)に示すものには限られない。例えば同図(b)に示す燃料供給系20'のように高圧レギュレータ27を省略することも可能である。この場合には、燃料の吐出量を広い範囲に亘って変更することのできる電動高圧ポンプ29を使用し、この電動高圧ポンプ29から燃料分配管19への燃料の吐出量を可変調節することによって、該燃料の圧力状態を制御することができる。

【0022】

一方、エンジン1の他側面には、図2に示すように、燃焼室6から既燃ガス（排気）を排出する排気通路36が接続されている。この排気通路36の上流端部は、各気筒2毎に分歧して排気ポート11に連通する排気マニホールド37であり、該排気マニホールド37の集合部には排気中の酸素濃度を検出するリニアO2センサ38が配設されている。このリニアO2センサ38は排気中の酸素濃度に基づいて空燃比を検出するために用いられるもので、理論空燃比を含む所定の空燃比範囲において酸素濃度に対しリニアな出力が得られる

10

20

30

40

50

ようになっている。

【0023】

また、前記排気マニホールド37の集合部には、排気管39の上流端が接続されており、その排気管39には、上流側から下流側に向けて順に、通常の三元触媒54、NO_x吸収剤40が接続されている。NO_x吸収剤40は、排気中の酸素濃度の高い雰囲気中でNO_xを吸収する一方、酸素濃度の低下によって、吸収したNO_xを放出し、その放出NO_xを排気中のHC、CO等により還元浄化するNO_x吸収還元タイプのものとされている。また、NO_x吸収剤40の下流側には該NO_x吸収剤40の劣化状態を判定するために、出力が理論空燃比を境にステップ状に反転する公知のラムダO₂センサ41が配設されている。

10

【0024】

さらに、前記排気管39の上流側には、排気通路36を流れる排気の一部を吸気通路30に還流させるEGR通路43の上流端が分岐接続されている。このEGR通路43の下流端は前記スロットル弁32とサージタンク33との間の吸気通路30に接続され、その近傍には開度調節可能な電気式のEGR弁44が配設されていて、EGR通路43による排気の還流量を調節できるようになっている。

【0025】

前記点火回路17、インジェクタ18、燃料供給系20の高圧レギュレータ27、電気式スロットル弁32、吸気流動調整弁34、EGR弁44等は、いずれもエンジンコントロールユニット50（以下、ECUという）によって制御されることになっている。このため、それら作動要素を的確に制御すべく、ECU50には、少なくとも、クランク軸7の回転角度を検出するクランク角センサ9、エアフローセンサ31、リニアO₂センサ38、ラムダO₂センサ41等からの各出力信号が入力され、加えて、アクセルペダルの開度（アクセル操作量）を検出するアクセル開度センサ51からの出力信号と、エンジン1の回転速度（クランク軸7の回転速度）を検出する回転速度センサ52からの出力信号とが入力されることになっている。

20

【0026】

前記ECU50は、各センサ等から入力される信号に基づいて、インジェクタ18による燃料噴射量、噴射時期及び噴射圧力（燃料圧力）を、エンジン1の運転状態に応じて制御するようになっている。すなわち、例えば図6に一例を示すように、エンジン1の温間状態では低負荷かつ低回転側の設定運転領域が成層燃焼領域とされており、その領域では、インジェクタ18により気筒2の圧縮行程における所定期間（例えば、成層燃焼運転時において圧縮上死点前（BTDC）40°～140°の範囲）に燃料を噴射させて、点火プラグ16の近傍に混合気が層状に偏在する状態で燃焼させる成層燃焼が行われる。その一方、成層燃焼領域以外の領域は、均一燃焼領域とされており、インジェクタ18により気筒2の吸気行程で燃料を噴射させて吸気と十分に混合し、燃焼室6に均一な混合気を形成した上で燃焼させる燃焼状態とされる。この均一燃焼状態では、大部分の運転領域において混合気の空燃比が略理論空燃比（A/F 14.7）になるように、燃料噴射量やスロットル開度等が制御されるが、特に全負荷運転状態では、空燃比を理論空燃比よりもリッチな状態（A/F=13くらい）に制御して、高負荷に対応した大出力が得られるようになっている。

30

40

【0027】

上記成層燃焼領域においては、燃焼室6におけるタンブル流Tを燃料噴霧の挙動制御に利用して、混合気の適切な成層化が図られている。すなわち、運転領域が成層燃焼領域にあるときには、各気筒2の吸気行程で生成されるタンブル流Tを当該気筒2の圧縮行程後期まで保持させるとともに、このタンブル流Tに対し略正対する方向から衝突するように燃料を噴射させることになっていて、これにより、燃料噴霧を、タンブル流Tにより徐々に減速させながら点火プラグ16側に移動させ、その間に燃料液滴の気化霧化や空気との混合を促進し、当該気筒2の点火時期において、図1に斜線を入れて示すように、可燃混合気として、点火プラグ16の電極付近に滞留させることになっている（図1、図4参照）

50

。

【0028】

本実施形態では、上記成層燃焼領域の全てにおいて、混合気の適正な成層化を図るために、主にエンジン1の回転速度の変化に応じて、各気筒2の吸気ポート10に配設した吸気流動調節弁34（図3参照）の開度を調節して、燃焼室6におけるタンブル流Tの流速を変更する一方、これに対応するようにインジェクタ18による燃料の噴射圧力（燃料圧力）も調節することになっている。

【0029】

具体的には、図7(a)に示すように、エンジン1が成層燃焼領域にありかつその回転速度が第1設定値ne1（例えば2500rpm）以下のときには、吸気流動調節弁34が全閉状態とされることになっており、これにより、吸気流動調節弁34が開いている状態（同図に仮想線で示す）に比べて、タンブル流の流速がエンジン回転速度の増大に伴い高められることになっている。エンジン回転速度が第1設定値ne1を超えて、タンブル流の流速が所定の上限値に達した場合には、エンジン回転速度が高くなってもタンブル流Tの流速がそれ以上は大きくならないように、吸気流動調節弁34がエンジン回転速度の増大に応じて徐々に開作動されることになっている。そして、エンジン回転速度が第2設定値ne2（例えば3500rpm）を超えて、エンジン1が均一燃焼領域に移行した場合には、それ以降は吸気流動調節弁34を全開状態として、吸入空気量が確保されることになっている。

【0030】

一方、前記のようなタンブル流速の変化に対応するように、インジェクタ18による燃料噴射圧力（燃料圧力）を変更して、同図(b)に示すように燃料噴霧の貫徹力が変化されることになっている。すなわち、運転領域が成層燃焼領域にありかつその回転速度が前記第1設定値ne1以下のときには、該回転速度の上昇に応じて燃料噴霧の貫徹力が高められる。一方、エンジン回転速度が前記第1設定値ne1を超えてから第2設定値ne2になるまでは、燃料噴霧の貫徹力は略一定に維持される。さらに、回転速度が第2設定値ne2を超えて、運転領域が均一燃焼領域に移行すれば、それ以降は燃料の噴射量と噴射可能な時間間隔とのバランスに応じて燃料噴射圧力が決定されるようになっている。

【0031】

このような噴霧貫徹力の調節は、ECU50により所定の制御プログラムに従って燃料供給系20の高圧レギュレータ27が作動されることで、インジェクタ18へ供給される燃料圧力（燃圧）を変更することにより行われる。この燃料圧力と噴霧貫徹力との間には図8に示すような相関関係があるので、実際の制御手順としては同図の関係を考慮した上で、エンジン回転速度と噴霧貫徹力との関係が前記図7(b)に示すものになるように、燃料噴射圧力が調節される。

【0032】

尚、タンブル流速及び噴霧貫徹力の調節は例えば図9に示すようにしてもよい。すなわち、同図(a)に示すように、エンジン1の回転速度が第2設定値ne2以下の間、吸気流動調節弁34をエンジン回転速度の増大に応じて徐々に開作動させることにより、タンブル流Tの流速を上限値以下の範囲で徐々に高めるようにし、これに対応するように、燃料噴霧の貫徹力をエンジン回転速度に応じて徐々に高めるようにすればよい。

【0033】

前記ECU50は、前記運転領域に応じた制御の他に特別に、次のような制御も行うことになっている。すなわち、図10に示すように、NOx吸収剤40のNOx吸蔵量が所定量を超えたときには、空燃比をリッチの状態として均一燃焼運転を行い、吸蔵NOxをNOx吸収剤40から放出し、その放出NOxを排気中の未燃HC、CO等で還元浄化する（リッチスパイク）。この場合、噴射すべき燃料圧力は、従来であれば、均一燃焼運転に切り替えられると同時に、均一燃焼運転時の燃料圧力に高められるが、本実施形態においては、成層燃焼運転時の燃料圧力に維持され、NOx吸収剤40からのNOxの放出等を終え均一燃焼運転状態から成層燃焼運転に復帰するときには、燃料圧力の変更遅れ自体が

10

20

30

40

50

生じないようにされ、点火プラグ16の近傍に混合気を集めにくくなることが抑制される。

【0034】

もっともこの場合、上記均一燃焼運転（リッチスパイク）に切り替える際には、トルクショックを防止する観点から、点火時期を一時的に遅延させることが好ましく、また、上記均一燃焼運転中（リッチスパイク中）においては、均一燃焼といえども、燃料圧力の低下により燃焼性が低下することを考慮し、燃料噴射時期を早めにしたり、EGR量を減らしたり、或いは成層燃焼運転時において許容される範囲で、燃料圧力を高めるのが好ましい。

【0035】

上記ECU50の制御内容について、図11、図12のフローチャートを参照しつつ、より具体的に説明する。

先ず、S1（以下、Sはステップを示す）において、エンジン回転数、アクセル開度の等の各種情報を読み込み、次のS2において、運転領域を判断すべく、運転領域が成層燃焼運転領域か否かが判別される。

【0036】

上記S2がNOのときには、運転領域が均一燃焼運転領域にあることから、S3、S4において、均一燃焼運転用の目標燃圧（実施形態においては7MPa）が読込まれ、その目標燃圧になるように、噴射すべき燃料圧力が制御される。

【0037】

一方、上記S2がYESのときには、運転領域が成層燃焼運転領域にあることから、S5、S6において、成層燃焼運転用の目標燃圧が読込まれ、その目標燃圧になるように、噴射すべき燃料圧力が制御される。そしてそのような状態の下で、NOx吸収剤40が適正に機能する状態にあるか否かを判断すべく、次のS7において、NOx吸蔵量が推定される。このNOx吸蔵量の推定には、既知の手段が用いられることになっており、その手段としては、例えば、NOx吸蔵量カウンタ（ECU）を用い、そのNOx吸蔵量カウンタにおいて、空燃比がリーンのときに一定時間毎に所定量ずつ加算する一方、空燃比がリッチ又は理論空燃比のときには運転時間に応じて所定量を減算し、これにより、NOx吸蔵量推定値を推定する方法が採られている。勿論、この推定値の精度を高めるために、NOx吸収剤の温度、排気中の未燃HC、CO等の成分を考慮に入れてもよい。

【0038】

そして、次のS8においては、NOx吸収剤40が適正に機能するために吸蔵NOxを放出して還元処理する必要があるか否かを判断すべく、S7のNOx吸蔵量の推定値がNOxパージ実行判定値よりも大きいか否かが判別される。このS8の判定がNOのときには、吸蔵NOxを放出して還元処理するまでもないとしてリターンされる一方、S8の判定がYESのときには、S9において、EGR弁44が閉じられる。後のステップ（S14（リッチスパイク実行））の内容（空燃比をリッチにして均一燃焼運転を行うことにより、吸蔵NOxを放出等するに際して、噴射すべき燃料圧力が、その均一燃焼運転時の要求燃料圧力まで高められないこと）を考慮し、それに基づく燃焼性の低下を、EGRをなくすことにより抑制するためである。勿論この場合、EGRは、その量を完全になくす態様だけでなく、噴射すべき燃料圧力との関係で、適度の量を減量するようにしてもよい。

【0039】

また、次のS10、S11においては、成層燃焼運転時における燃料圧力の上限值が読み込まれ（7MPa未満が好ましい）、噴射すべき燃料圧力は、その上限値に制御される。後のステップS14において、吸蔵NOxを放出して還元処理するに際し、均一燃焼運転における要求燃料圧力までに高めないとすると、成層燃焼運転時における要求燃料圧力範囲内で、できるだけ燃料圧力を高めて、燃焼性の低下を抑制するためである。勿論、このとき、噴射すべき燃料圧力は、その成層燃焼運転時における燃料圧力に維持してもよい。

【0040】

さらに、次のS12、S13においては、吸蔵NOxを放出して還元処理する際の均一燃

10

20

30

40

50

焼運転時の目標燃圧と、実際の燃料圧力（実燃圧）とが読み込まれ、その目標燃圧と実燃圧との偏差を演算し、その偏差からインジェクタ18の噴射時期の補正量が演算される。吸蔵NO_xを放出して還元処理するに際して、噴射すべき燃料圧力が成層燃焼運転時における目標燃圧の上限値にとどめられることから（S11参照）、それに基づく燃焼性の低下を抑制するためである。そして、次のS14において、補正された噴射時期の下で（例えば噴射時期が早められる下で）、インジェクタ18から燃料が噴射され、空燃比がリッチな均一燃焼（リッチスパイク）が実行される。これにより、NO_x吸収剤40から吸蔵NO_xが放出され、その放出されたNO_xは、未燃HC、CO等により還元浄化される。このようなリッチスパイクは、途中で運転状況が大きく変化した場合には、リターンされる一方、途中で運転状況が大きく変化しない場合には、NO_x吸蔵量推定値が0になるまで行われる（S14～S16）。

10

【0041】

上記S15において、YESと判定されてNO_x吸蔵量推定値が0と判断されたときには、リッチスパイクの必要性がなくなったことから、S17において、リッチスパイクが終了されて成層燃焼運転に戻される。そして、次のS18、S19において、噴射すべき燃料圧力が前記S10、S11における成層燃焼運転時の目標燃圧の上限値から通常の成層燃焼運転時における目標燃圧に制御されると共に、EGR弁44も通常の成層燃焼運転の開度に制御される。リッチスパイク時の燃焼性の改善を考慮する必要がなくなったからである。この場合、成層燃焼運転時の目標燃圧の上限値から通常の成層燃焼運転時における目標燃圧に変更するに際しては、均一燃焼運転時の目標燃圧から戻す場合と異なり、同じ成層燃焼運転領域の範囲であり、その変更遅れはほとんど問題にならない。このため、NO_x放出等のための均一燃焼運転から成層燃焼運転に復帰する復帰時において、点火プラグの近傍に混合気を集めにくくなることを抑制できることになる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係る筒内噴射式エンジンの点火時期において、点火プラグの電極付近に滞留する混合気の様子を示す説明図である。

【図2】エンジンの全体構成図である。

【図3】ピストン冠面、吸気ポート、点火プラグ及びインジェクタの配置構成を示す斜視図である。

【図4】気筒の吸気行程における図1相当図である。

30

【図5】燃料供給系の概略構成図である。

【図6】エンジンを成層燃焼状態又は均一燃焼状態とする運転領域をそれぞれ設定した制御マップの一例を示す図である。

【図7】タンブル流速及び噴霧貫徹力のエンジン回転速度に応じた変化を示すマップ図である。

【図8】噴霧貫徹力と燃料噴射圧との対応関係を示すマップ図である。

【図9】変形例に係る図7相当図である。

【図10】実施形態に係る制御例を図式的に示す図。

【図11】実施形態に係る制御例を示すフローチャート。

【図12】図11の続きを示すフローチャート。

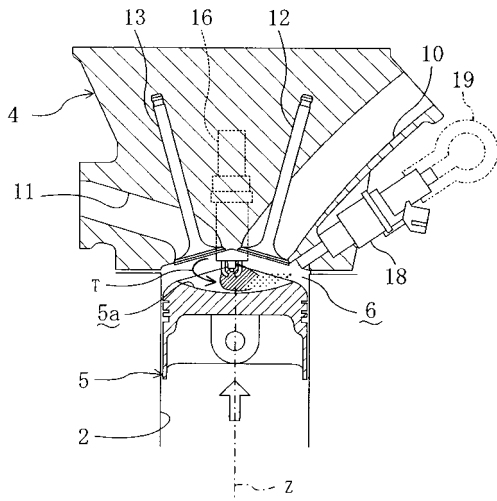
40

【符号の説明】

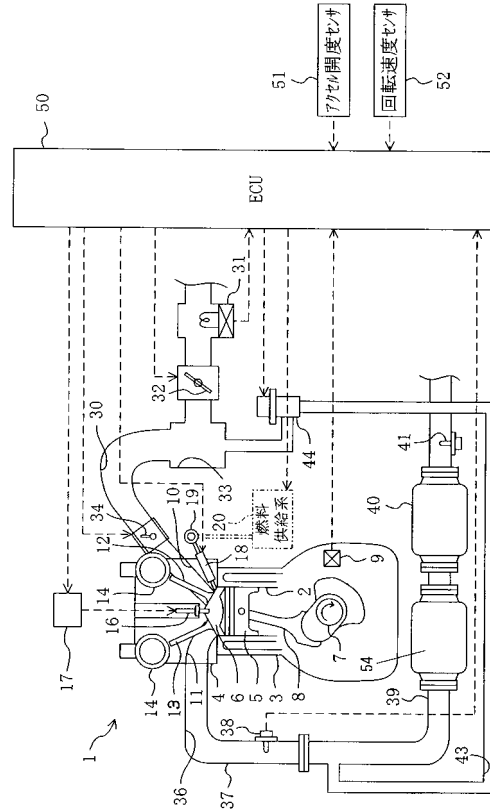
- 1 筒内噴射式エンジン
- 18 インジェクタ
- 27 高圧レギュレータ
- 38 リニアO₂センサ
- 40 NO_x吸収剤
- 44 EGR弁
- 50 ECU
- 51 アクセル開度センサ
- 52 回転速度センサ

50

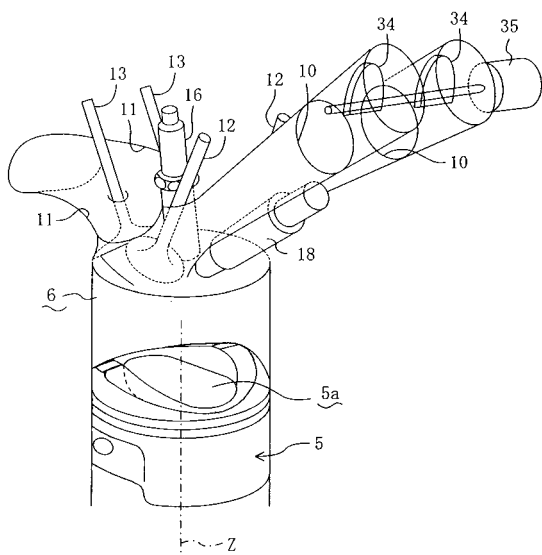
【図 1】



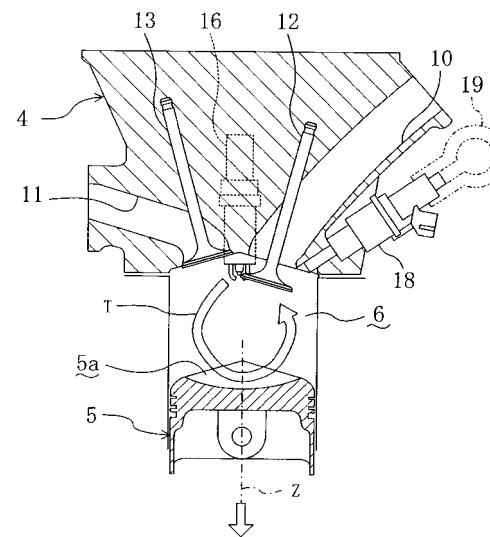
【図 2】



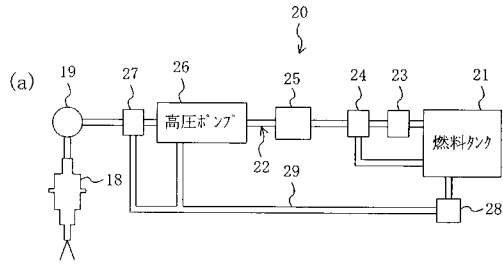
【図 3】



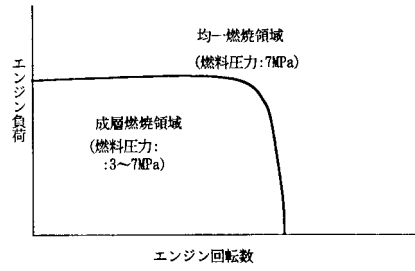
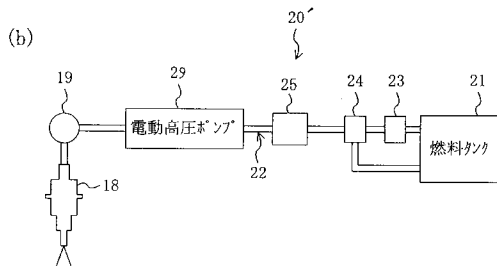
【図 4】



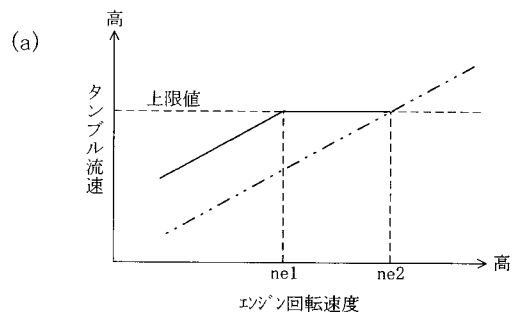
【図 5】



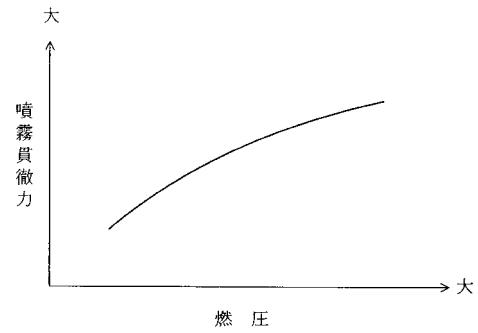
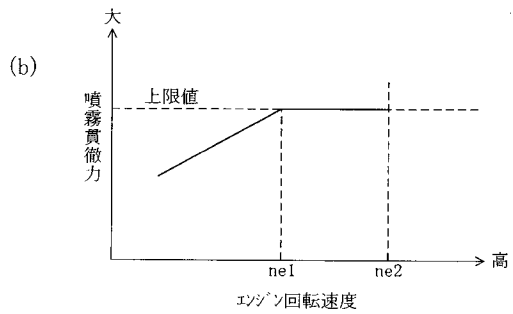
【図 6】



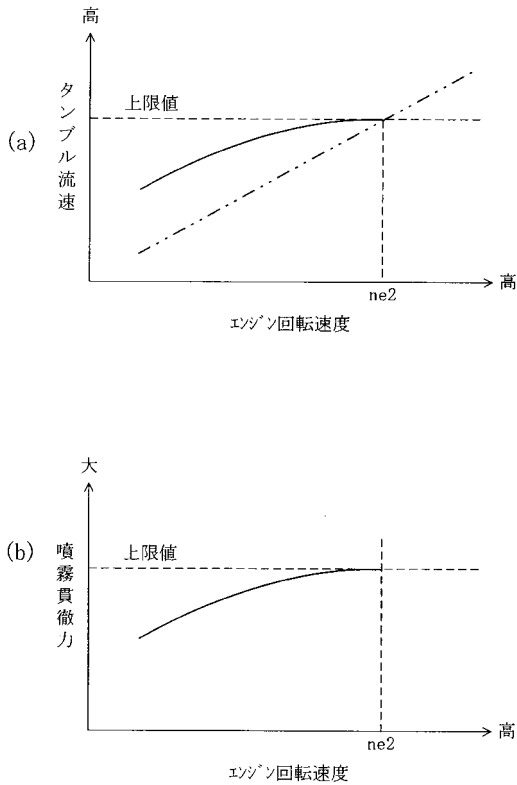
【図 7】



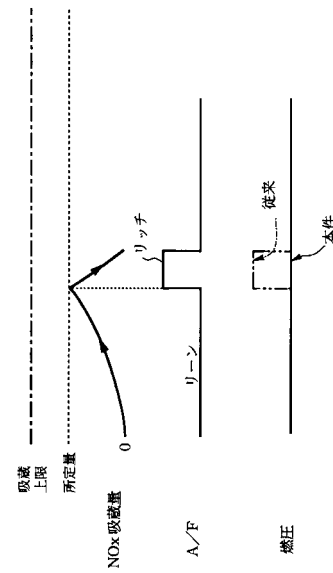
【図 8】



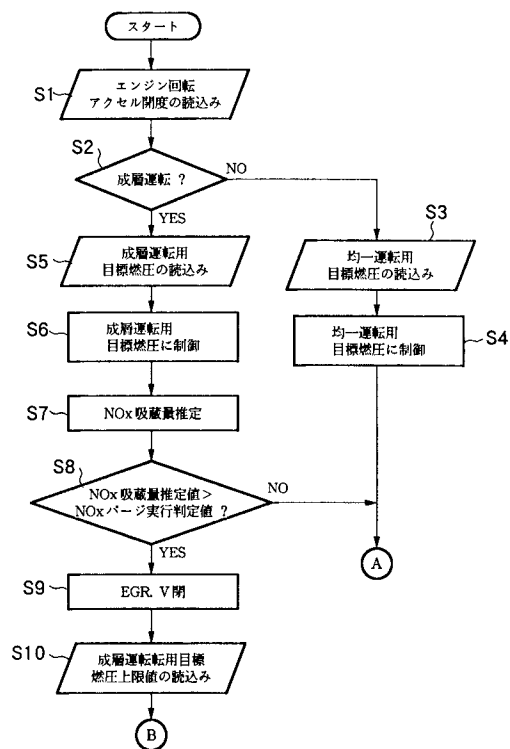
【図 9】



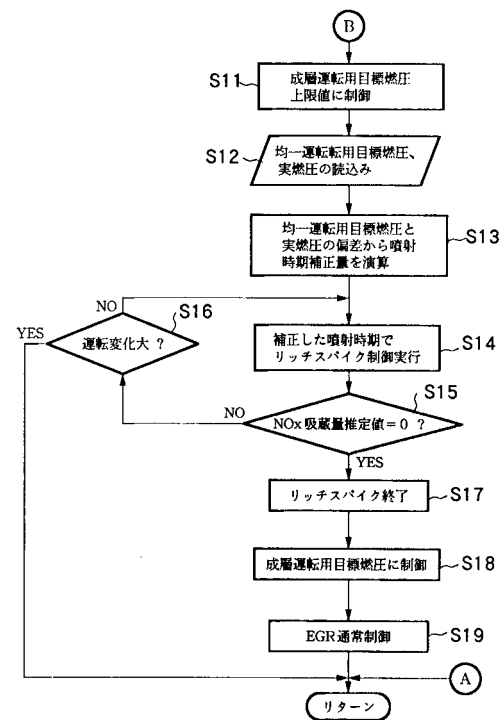
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F 0 2 D 21/08 (2006.01)
F 0 2 D 41/02 (2006.01)
F 0 2 D 43/00 (2006.01)
F 0 2 M 25/07 (2006.01)

F I

F 0 2 D 13/02 J
F 0 2 D 21/08 3 0 1 C
F 0 2 D 41/02 3 9 5
F 0 2 D 43/00 3 0 1 G
F 0 2 D 43/00 3 0 1 N
F 0 2 M 25/07 5 5 0 R
F 0 2 M 25/07 5 5 0 G

(58)調査した分野(Int.Cl., D B名)

F02D 41/04
F01N 3/08
F01N 3/18
F01N 3/20
F02D 13/02
F02D 21/08
F02D 41/02
F02D 43/00
F02M 25/07