

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-245204

(P2004-245204A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

F O 2 B 23/10

F O 2 B 23/10

D

3 G O 2 3

F O 2 B 17/00

F O 2 B 23/10

M

3 G O 6 6

F O 2 B 31/00

F O 2 B 17/00

F

F O 2 F 3/26

F O 2 B 31/00

3 O 1 B

F O 2 M 61/14

F O 2 B 31/00

3 O 1 F

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-38826 (P2003-38826)

(22) 出願日 平成15年2月17日 (2003.2.17)

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区港南二丁目16番4号

(71) 出願人 000176811

三菱自動車エンジニアリング株式会社

神奈川県川崎市幸区堀川町580番16

(74) 代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

(74) 代理人 100116447

弁理士 山中 純一

(72) 発明者 山本 茂雄

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内

最終頁に続く

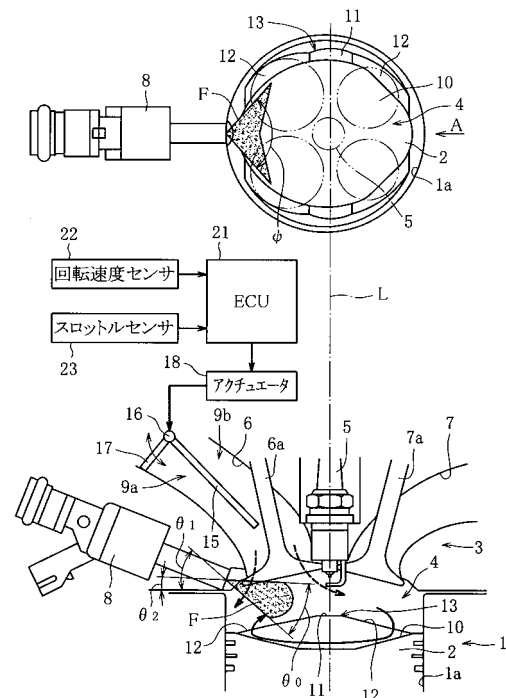
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】ピストン頂面への燃料付着及びS/V比の増加に起因する熱効率の低下やエミッションの増大を未然に防止した上で、内燃機関の運転状態に関わらず適切なタイミングで燃料噴霧を点火プラグに移送し、もって、確実な成層燃焼を実現できる内燃機関の燃料噴射装置を提供する。

【解決手段】燃料噴射弁から点火プラグ5に向けて断面逆V字状の燃料噴霧Fを噴射して、燃焼室4内に生じられた順タンブル流により燃料噴霧Fを点火プラグ近傍に移送すると共に、エンジン回転速度及びスロットル開度に応じて、吸気ポート6に設けたタンブル制御弁17により順タンブル流の強さを調整し、これによりエンジン回転速度やスロットル開度に起因する吸気流速の変動を補償する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の燃焼室の略中央に点火プラグを配設すると共に、該燃焼室の吸気側の一侧に、点火プラグの軸線に対して所定角度をもって交差する燃料噴霧を噴射するように燃料噴射弁を配設し、上記内燃機関の吸気行程において吸気ポートから流入した吸気により、上記燃焼室内に排気側で下降して吸気側で上昇する縦渦流を生起し、続く圧縮行程において上記燃料噴射弁から燃焼室内に直接燃料を噴射して上記縦渦流により上記点火プラグ近傍に移送して成層燃焼を行う内燃機関の燃料噴射装置において、
上記燃料噴射弁の噴孔は、上記点火プラグ側に凸状で、且つ上記ピストン側に凹状をなす断面形状の燃料噴霧をなすように形成され、
上記燃焼室内での縦渦流の強さを調整する縦渦流調整機構と、
上記内燃機関の運転状態に応じて上記縦渦流調整機構を制御する制御手段と
を備えたことを特徴とする内燃機関の燃料噴射装置。

10

【請求項 2】

上記燃料噴射弁の噴孔は、逆 V 字状或いは逆 U 字状をなすように形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 3】

上記燃料噴射弁は、上記燃料噴霧の上端が上記点火プラグの下方近傍を通過するように、取付角度または燃料噴霧角が設定されたことを特徴とする請求項 2 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

20

【請求項 4】

上記縦渦流調整機構は、上記内燃機関の吸気ポート内を吸気側及び排気側の一对の通路に区画する仕切壁と、該区画された吸気側の通路の開度を調整可能な開閉手段とから構成され、上記制御手段は、上記開閉手段の開度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 5】

上記ピストンの頂面には、上記縦渦流の流れ方向に沿って浅皿状のキャビティが形成されたことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 6】

上記燃焼室には、それぞれ吸気弁により開閉される一对の吸気ポートが開口形成され、両吸気ポートの間に上記燃料噴射弁が配設されたことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射型火花点火内燃機関（以下、単にエンジンという）の燃料噴射装置に関するものである。

【0002】

【関連する背景技術】

筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射型のエンジンでは、筒内での燃焼状態に燃料の噴霧形状が大きく関与することから、適切な燃料噴霧を形成するために種々の提案がなされており、例えば燃料噴射弁として、燃料噴霧を円錐状に拡散させるスワールインジェクタを用いたものがある（例えば、特許文献 1，2）。

40

【0003】

これらの特許文献に記載された技術では、ピストン頂面に深皿キャビティを形成すると共に、吸気ポートを略直立して形成し、圧縮行程において吸気ポートから流入した吸気をキャビティにより上方に反転させ、これにより生起された逆タンブル流を利用してスワールインジェクタからの燃料噴霧を点火プラグ近傍まで移送し、点火プラグの周囲に点火可能な混合気を形成した上で、その周囲を燃料希薄とした成層燃焼を可能としている。

【0004】

50

しかしながら、吸気流動を利用して燃料噴霧をピストンのキャビティ上で反転させるため、燃料がピストン頂面に付着して溜まり易く、局所的なオーバーリッチ化により熱効率の低下やHC、スート、スモーク等（以下、まとめてエミッションという）の増大を招いてしまう問題があった。又、深皿キャビティは燃焼室のS/V比を増加させる要因となり、熱損失増大を引き起こしたり、抗ノック性の悪化に伴って熱効率の低下やHC増大を引き起こすという問題もあった。

【0005】

一方、スワールインジェクタでは円錐状噴霧の中心部が空気と混合し難いことに着目し、断面逆V字状の燃料噴霧を形成するようにノズル構造を設定して、均一な混合を図った燃料噴射弁が提案されている（例えば、特許文献3）。

10

【0006】

【特許文献1】

特許第3087309号明細書

【特許文献2】

特開平10-288039号公報

【特許文献3】

特許第3343672号明細書

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献3には燃料噴射弁自体の構成は開示されているものの、当該燃料噴射弁を利用して、圧縮行程で噴射した燃料噴霧を点火プラグ近傍に移送する構成については記載されていない。この種の成層燃焼を行う燃料噴射装置では、点火時期において点火プラグの周囲に適切な混合気が形成されていないと正常な点火が望めない一方、燃料噴霧の移送状況はエンジンの運転状態、具体的には回転速度やスロットル開度等の影響を受ける。よって、成層燃焼を実現するには、点火プラグへの燃料噴霧の到達タイミングをエンジンの運転状況に応じて緻密に制御する必要があるが、上記特許文献3の技術では、この要求を満足させることはできなかった。

20

【0008】

本発明の目的は、ピストン頂面への燃料付着及びS/V比の増加に起因する熱効率の低下やエミッションの増大を未然に防止した上で、内燃機関の運転状態に関わらず適切なタイミングで燃料噴霧を点火プラグに移送し、もって、確実な成層燃焼を実現することができる内燃機関の燃料噴射装置を提供することにある。

30

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1の発明は、内燃機関の燃焼室の略中央に点火プラグを配設すると共に、燃焼室の吸気側の一侧に、点火プラグの軸線に対して所定角度をもって交差する燃料噴霧を噴射するように燃料噴射弁を配設し、内燃機関の吸気行程において吸気ポートから流入した吸気により、燃焼室内に排気側で下降して吸気側で上昇する縦渦流を生起し、続く圧縮行程において燃料噴射弁から燃焼室内に直接燃料を噴射して縦渦流により点火プラグ近傍に移送して成層燃焼を行う内燃機関の燃料噴射装置において、燃料噴射弁の噴孔は、点火プラグ側に凸状で、且つピストン側に凹状をなす断面形状の燃料噴霧をなすように形成され、燃焼室内での縦渦流の強さを調整する縦渦流調整機構と、内燃機関の運転状態に応じて縦渦流調整機構を制御する制御手段とを備えたものである。

40

【0010】

従って、燃料噴射弁からは点火プラグの軸線に対して所定角度をもって交差するように燃料噴霧が噴射され、燃料噴霧の断面形状が点火プラグ側に凸状で、且つピストン側に凹状をなすため、広い面積をもって吸気と接触して良好に混合されると共に、燃料噴霧とピストン頂面との空間距離が確保されて、燃料噴霧のピストン頂面への衝突が防止される。又、ピストン頂面に深皿状のキャビティを形成することなく縦渦流を生起するため、燃焼室のS/V比が小さな値に抑制される。

50

【0011】

一方、吸気行程において生起された縦渦流により、燃料噴霧は点火プラグ近傍に移送されて所定のタイミングで点火されるが、このときの縦渦流の強さは、制御手段に制御された縦渦流調整機構により内燃機関の運転状態に応じて調整される。

内燃機関の運転状態としては、例えば、機関回転速度やスロットル開度等のように吸気流速を変動させる要素が適用され、機関回転速度が低くてスロットル開度が小さいほど、吸気流速の低下に伴って縦渦流は生起され難くなるが、これらの変動要素を考慮することで吸気流速の変動が補償されて、所期の適切なタイミングで燃料噴霧を点火プラグに移送可能となる。

【0012】

請求項2の発明は、請求項1において、燃料噴射弁の噴孔が、逆V字状或いは逆U字状をなすように形成されたものである。

従って、燃料噴射弁の噴孔と対応して逆V字状或いは逆U字状の断面形状をなすように燃料噴霧が噴射され、これらの燃料噴霧は広い面積をもって吸気と接触して良好に混合されると共に、ピストン頂面との空間距離を確保可能となる。

【0013】

請求項3の発明は、請求項2において、燃料噴霧の上端が点火プラグの下方近傍を通過するように、燃料噴射弁の取付角度または燃料噴霧角が設定されたものである。

従って、燃料噴霧の上端は点火プラグの下方近傍を通過し、ピストン側のみならず点火プラグへの燃料噴霧の衝突も防止される。

【0014】

請求項4の発明は、請求項1において、縦渦流調整機構が、内燃機関の吸気ポート内を吸気側及び排気側の一对の通路に区画する仕切壁と、区画された吸気側の通路の開度を調整可能な開閉手段とから構成され、制御手段が開閉手段の開度を制御するものである。

従って、吸気ポート内は仕切壁により吸気側及び排気側の一对の通路に区画され、その吸気側の通路の開度が開閉手段により調整される。吸気ポートから燃焼室内に流入される吸気は、吸気弁の傘部に衝突しながら吸気側と排気側とに分流されるが、吸気側の通路の開度が調整されると、それに応じて吸気の分流状態が変化するため、結果として燃焼室内で生起される縦渦流の強さを良好な制御性をもって調整可能となる。

【0015】

請求項5の発明は、請求項1において、ピストンの頂面に、縦渦流の流れ方向に沿って浅皿状のキャビティが形成されたものである。

従って、吸気行程において、吸気ポートから燃焼室内に流入した吸気がピストン頂面のキャビティに案内されながら円滑に縦渦流を生起する。

請求項6の発明は、請求項1において、燃焼室に、それぞれ吸気弁により開閉される一对の吸気ポートが開口形成され、両吸気ポートの間に燃料噴射弁が配設されたものである。

【0016】

従って、吸気行程において両吸気ポートから流入する吸気がそれぞれ縦渦流を生起し、双方の縦渦流は内燃機関が圧縮行程に移行しても完全には混合せずに、両縦渦流の間に燃料噴射弁から燃料噴霧が噴射される。よって、燃料噴霧は双方の縦渦流に挟まれて噴射方向と直交する方向への拡散を抑制されながら、点火プラグ近傍に移送される。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体化したエンジンの燃料噴射装置の一実施形態を説明する。本実施形態のエンジンは気筒当たり4弁を備えた直列4気筒ガソリンエンジンとして構成されている。図1は当該エンジンの特定気筒におけるヘッド部分の構成を示す断面図、図2は図1のA矢視から見た側断面図であり、図1中の上段には平断面が、下段には側断面が相互に関連付けて表されている。以下、同図に従って特定気筒のヘッド部分の構成を説明するが、他の気筒も全く同一構成となっている。

【0018】

シリンダブロック 1 のシリンダ 1 a 内には摺動自在にピストン 2 が嵌挿され、これらのシリンダ 1 a 内及びピストン 2 の頂面とシリンダヘッド 3 の下面との間には燃焼室 4 が形成されている。

シリンダヘッド 3 には燃焼室 4 内の略中央に臨むように点火プラグ 5 が配設され、この点火プラグ 5 を中心として、図中の左方には一对の吸気ポート 6 (一方のみ図示) の一端側が開口し、図中の右方には同じく一对の排気ポート 7 (一方のみ図示) の一端が開口している。各吸気ポート 6 には吸気弁 6 a が、各排気ポート 7 には排気弁 7 a がそれぞれ配設され、これらの吸排気弁 6 a, 7 a は、図示しないカム軸によりクランク軸の回転に同期して対応するポート 6, 7 を開閉する。

【0019】

吸気ポート 6 及び排気ポート 7 は一般的なエンジンと同様の形状をなしており、図示はしないが、吸気ポート 6 の他端側はシリンダヘッド 3 の一側面に開口して、スロットル弁等が備えられた吸気通路と連通し、一方、排気ポート 7 の他端側はシリンダヘッド 3 の他側面に開口して、触媒や消音器が備えられた排気通路と連通している。吸気通路からの吸気はスロットル弁で流量調整された後に吸気弁 6 a の開弁に伴って吸気ポート 6 から燃焼室 4 内に流入される一方、燃焼室 4 内で燃焼後の排ガスは排気弁 7 a の開弁に伴って排気ポート 7 から排気通路に案内されて、触媒及び消音器を経て外部に排出される。

【0020】

上記ピストン 2 の頂面はペントルフ型をベースとしており、その頂面の中央には燃料噴射方向 (換言すれば、後述する順タンブル流の流れ方向) に沿って浅皿状のキャビティ 10 が形成されている。即ち、周知のようにペントルフ型は最上部の平坦面 11 を挟んで吸気弁側及び排気弁側にそれぞれ傾斜する傾斜面 12 が形成されているが、キャビティ 10 により挟まれることでペントルフ型の周囲が残され、この残存部分をスキッシュ生起部 13 としている。

【0021】

シリンダヘッド 3 の両吸気ポート 6 の間には、燃焼室 4 の外周側に位置するように燃料噴射弁 8 が設けられ、燃料噴射弁 8 は水平より若干先端側を下方に傾斜させた姿勢に保持されて、その先端を点火プラグ 5 に向けて指向させている。その結果、燃料噴射弁 8 からは、側面視において点火プラグ 5 の軸線 L に対して所定角度をもって交差し、且つ、平面視においては点火プラグ 5 の軸線 L に向けて燃料噴霧 F が噴射される。

【0022】

図 3 は燃料噴射弁 8 のノズル構造を示す図 1 の上段に対応する平断面図、図 4 は同じくノズル構造を示す図 3 の B 矢視図、図 5 は図 3 の B 矢視から見た燃料噴霧 F の断面形状を示す図である。燃料噴射弁 8 の先端にはスリット状をなす噴孔 8 a が形成され (所謂シングルスリットタイプ)、図 4 に示すように、噴孔 8 a は逆 V 字状をなしている。このノズル構造により、噴孔 8 a からは噴射方向と直交する方向の断面形状が逆 V 字状をなす扁平な燃料噴霧 F (点火プラグ 5 側に凸状で、且つピストン 2 側に凹状の噴霧) が噴射される。

【0023】

又、噴射後の燃料噴霧 F は次第に拡散するが、図 1 の上段に示すように、燃料噴霧 F の拡散角度 ψ は $50 \sim 80^\circ$ の範囲となるように、図 1 の下段に示すように、水平 (例えば、シリンダヘッド 3 の下面) を基準とした燃料噴霧 F の下端の稜線角度 $\theta 1$ は $30 \sim 45^\circ$ の範囲となるように、同じく水平を基準とした燃料噴霧 F の上端の稜線角度 $\theta 2$ は $20 \sim -15^\circ$ (負の場合は燃料噴霧 F が水平より上方に拡散することを意味する) の範囲となるように、燃料噴射弁 8 の取付角度や噴孔 8 a の形状等が設定されている。

【0024】

ここで、稜線角度 $\theta 1$ は、ピストン頂面への燃料噴霧 F の衝突を防止可能な値として設定されたものであり、所定の燃料噴射時期 (換言すれば、ピストン位置) において、燃料噴霧 F の下端とピストン頂面との間にある程度の空間距離が確保されるように設定されている。又、稜線角度 $\theta 2$ は、燃料噴霧 F の上端が点火プラグ 5 の直下を通過するように設定されている。

10

20

30

40

50

【0025】

又、双方の稜線角度の差 ($\theta 1 - \theta 2$) が燃料噴霧 F の上下方向の拡散角度 $\theta 0$ となるが (稜線角度 $\theta 1$, $\theta 2$ 及び拡散角度 $\theta 0$ を燃料噴霧角と総称する)、当該拡散角度 $\theta 0$ は上記した稜線角度 $\theta 1$, $\theta 2$ の設定の結果、例えば一般的な筒内噴射型エンジンに用いられるスワールインジェクタ等と比較して狭く設定されている。尚、最適な稜線角度 $\theta 1$ は、燃料噴射弁 8 の取付角度や燃料噴射時期等に応じて異なり、同じく最適な稜線角度 $\theta 2$ は、燃料噴射弁 8 と点火プラグ 5 との位置関係等に応じて異なる。よって、稜線角度 $\theta 1$, $\theta 2$ は必ずしも上記範囲内に限ることはなく、エンジンの仕様に依りて任意に設定できる。

【0026】

又、燃料噴射弁 8 に供給される燃料圧は、上記スワールインジェクタ等に適用される燃料圧 (5 ~ 8 MPa 程度) に比較して高く設定され、例えば 12 ~ 20 MPa に設定されている。

一方、両吸気ポート 6 内には、吸気の流れ方向に沿って所定長さの仕切壁 15 (縦渦流調整機構) がそれぞれ配設され、仕切壁 15 により吸気ポート 6 内は吸気側 (図 1 において下側) 及び排気側 (図 1 において上側) の一对の通路 9a, 9b に区画されている。両仕切壁 15 の上流側端部には共通の駆動軸 16 によりタンブル制御弁 17 (縦渦流調整機構、開閉手段) がそれぞれ支持され、駆動軸 16 にはステップモータ等のアクチュエータ 18 が連結されている。両タンブル制御弁 17 は駆動軸 16 を介してアクチュエータ 18 により一斉に駆動され、吸気ポート 6 の吸気側の通路 9a を任意の開度に調整する。尚、タ

10

20

【0027】

図 1 に破線の矢印で示すように、吸気ポート 6 から燃焼室 4 内に流入される際の吸気は、吸気弁 6a の傘部に衝突しながら吸気側と排気側とに分流されるが、ポート形状等の要因により排気側の吸気流の方が強いため、この吸気の流れとピストン上のキャビティ 10 とが協調して、実線の矢印で示すように燃焼室 4 内には、排気側のシリンダ壁に沿って下降した後ピストン頂面上を経て吸気側のシリンダ壁に沿って上昇する順タンブル流が生起される。

【0028】

そして、このときの順タンブル流の強さはタンブル制御弁 17 の開度に応じて変化し、タンブル制御弁 17 により吸気ポート 6 の吸気側の通路 9a が閉鎖されるほど、吸気側に分流される吸気流が減少する一方、排気側に分流される吸気流が増加することから、強い順タンブル流が生起される。

30

一方、車室内には、図示しない入出力装置、制御プログラムや制御マップ等の記憶に供される記憶装置 (ROM, RAM, BURAM 等)、中央処理装置 (CPU)、タイマカウンタ等を備えた ECU 21 (電子制御ユニット) が設置されている。ECU 21 の入力側には、エンジン回転速度 N_e を検出する回転速度センサ 22、スロットル弁の開度 θ_{th} を検出するスロットルセンサ 23 等のセンサ類が接続され、出力側には、上記アクチュエータ 18 等のデバイス類が接続されている。

【0029】

ECU 21 はエンジンを総合的に制御し、燃料噴射制御については、運転領域 (例えば、エンジン回転速度 N_e 及びエンジン負荷) に依りて燃料噴射を圧縮行程で行う圧縮行程噴射と吸気行程で行う吸気行程噴射とを選択的に実行する。例えば、エンジン回転速度 N_e やエンジン負荷が比較的低い領域では圧縮行程噴射に切換えて、上記した順タンブル流により燃料噴霧 F を点火プラグ近傍に移送する成層燃焼を行う一方、エンジン回転速度 N_e やエンジン負荷の増加に伴って吸気行程噴射に切換えて、燃料噴霧と吸気とを均一に混合させる均一燃焼を行う。そして、圧縮行程噴射では、タンブル制御弁 17 の開度制御により点火プラグ 5 への燃料噴霧の到達タイミングを調整しており、以下、圧縮行程噴射での燃料噴霧の移送状況、及びタンブル制御弁 17 の制御状況を説明する。

40

【0030】

50

図 6 は噴射中の燃料噴霧 F を示す図、図 7 は噴射後の燃料噴霧 F を示す図、図 8 は点火直前の燃料噴霧 F を示す図であり、図 1 と同じく各図中の上段には平断面が、下段には側断面が表されている。又、図 9 は図 6 の C 矢視から見た側断面図、図 10 は図 7 の D 矢視から見た側断面図、図 11 は図 8 の E 矢視から見た側断面図である。

【0031】

まず、吸気行程において、吸気弁 6 a の開弁に伴って両吸気ポート 6 から燃焼室 4 内に吸気が流入され、これらの吸気により燃焼室 4 内には吸気ポート 6 に対応して一對の順タンブル流が生起される。吸気弁 6 a が閉弁されて圧縮行程に移行すると、キャビティ 10 内で順タンブル流を上下に圧縮させながらピストン 2 が上昇し、図 6, 9 に示すように、所定のクランク角で燃料噴射弁 8 から燃料が噴射される。

10

【0032】

噴射された燃料噴霧 F は断面逆 V 字状をなすため、広い面積をもって吸気と接触して良好に混合され、且つ、稜線角度 $\theta 1$ の設定に基づいてピストン頂面との空間距離が確保されてピストン頂面への衝突が防止されると共に、稜線角度 $\theta 2$ に基づいて点火プラグ 5 への衝突が防止される。又、図 9 に矢印で示すように、この時点でも双方の順タンブル流は保存されており、燃料噴霧 F は双方の順タンブル流の間に挟まれて噴射方向と直交する方向への拡散が抑制される。更にこの際、順タンブル流によって燃料噴霧 F が点火プラグ 5 側へ押し上げるように輸送されるため、ピストン頂面への付着が防止される。

【0033】

図 7, 10 に示すように燃料噴射が終了すると、燃料噴霧 F はピストン 2 と共に上昇してきた順タンブル流に押し上げられる。このとき、燃料噴霧 F とピストン頂面との間には順タンブル流の吸気が介在するため、ピストン頂面への燃料噴霧 F の接触が防止される。そして、この順タンブル流により燃料噴霧 F は押し上げられながら点火プラグ近傍に移送される。

20

【0034】

その後、ピストン 2 が圧縮上死点に接近して点火時期の直前に至ると、図 8, 11 に示すように、キャビティ周囲のスキッシュ生起部 13 が燃焼室 4 の内壁に接近して、矢印で示す燃焼室中央に向かうスキッシュ流 S が生起される。このスキッシュ流 S により燃料噴霧 F の拡散、特に噴射方向と直交する方向への拡散が防止され、点火プラグ 5 の周囲に点火可能な混合気が形成された上で、その周囲は燃料希薄に保持される。よって、その後の点火プラグ 5 の点火により混合気が点火されて、成層燃焼が実現される。

30

【0035】

そして、以上のようにピストン頂面には浅皿のキャビティ 10 が形成されるだけのため、燃焼室 4 の S/V 比を小さな値に抑制でき、S/V 比の増大による熱損失増大や抗ノック性の悪化が防止される。又、燃料噴霧 F の移送時には、順タンブル流の吸気により燃料噴霧 F のピストン頂面への接触が防止されるため、スワールインジェクタを用いた場合のようなピストン頂面に溜まった燃料による局所的なオーバーリッチが回避される。よって、これらの要因に起因する熱効率の低下やエミッションの増大を未然に防止することができる。

【0036】

一方、以上の圧縮行程噴射において、ECU 21 はタンブル制御弁 17 の開度 θB を図 12 に示すマップに基づいて制御する。即ち、エンジン回転速度 N_e 及びスロットル開度 θ_{th} から開度 θB の目標値が求められ、実際のタンブル制御弁 17 の開度 θB が目標値となるように制御が行われる。エンジン回転速度 N_e が低くてスロットル開度 θ_{th} が小さいほど開度 θB が小さな値に設定されて、タンブル制御弁 17 により吸気ポート 6 の吸気側の通路 9 a が閉鎖されるため、吸気弁 6 a の傘部に衝突したときに吸気側に分流される吸気流が減少する一方、排気側に分流される吸気流が増加して、順タンブル流が強められる。

40

【0037】

ここで、エンジン回転速度 N_e が低いほど、且つ、スロットル開度 θ_{th} が小さいほど、

50

吸気ポート 6 内での吸気流速の低下に伴って順タンブル流は生起され難くなるため、噴射後の燃料噴霧が点火プラグ 5 に到達するまでの所要時間が長引く傾向となる。上記のようにエンジン回転速度 N_e の低下及びスロットル開度 θ_{th} の減少に伴って順タンブル流が強められることで、エンジン回転速度 N_e やスロットル開度 θ_{th} に起因する吸気流速の変動が補償されるため、これらの変動要素の変化に関わらず、所期の適切なタイミングで燃料噴霧を点火プラグ 5 に移送できる。よって、点火時期において点火プラグ 5 の周囲に適切な混合気を形成でき、もって、確実な成層燃焼を実現することができる。

【0038】

尚、タンブル制御弁 17 の開度制御には必ずしもエンジン回転速度 N_e 及びスロットル開度 θ_{th} を共に反映させる必要はなく、何れか一方のみでもよいし、又、吸気圧等の他の要件を用いてもよい。例えば、エンジン回転速度 N_e が低くなるほど、又は吸気圧が低くなるほど、タンブル制御弁 17 の開度 θ_B を小さな値に設定してもよい。

【0039】

一方、本実施形態では、特許文献 1, 2 の技術のように逆タンブル流を生起するための直立吸気ポートを必要としない。特許文献 1, 2 の技術では、直立吸気ポート専用の生産設備、エンジン全高に起因するカーデザインの制約、構造複雑なスワールインジェクタによるコストアップ等の問題を有するが、本実施形態では吸気ポート 6 のレイアウトを自由に設計できるため、生産設備やカーデザイン上の制約がない上に、噴孔形状を変更しただけのシンプルな燃料噴射弁 8 を採用することでコスト低減を達成できるという利点もある。

【0040】

以上で実施形態の説明を終えるが、本発明の態様はこの実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、4 弁式の直列 4 気筒ガソリンエンジンの燃料噴射装置として具体化した、エンジンの動弁機構を吸排気 2 弁に変更したり、或いはエンジンの気筒配列を変更したりしてもよい。

又、上記実施形態では、ペントルーフ型のピストン頂面をベースとして浅皿状のキャビティ 10 を形成したが、ピストン頂面の形状はこれに限ることはなく、例えば、頂面が平坦なピストンに浅皿状のキャビティを形成したり、或いは頂面が平坦なピストンをそのまま用いてもよい。

【0041】

更に、上記実施形態では、吸気ポート 6 内を仕切壁 15 により区画し、区画した吸気側の通路 9a をタンブル制御弁 17 により開閉して順タンブル流の強さを変化させたが、縦渦流調整機構の構成はこれに限ることはなく、例えば吸気ポート 6 内の吸気側（下側）にフラップを設けて、このフラップの角度に応じて吸気弁 6a への吸気の衝突状態を変化させ、これにより順タンブル流の強さを変化させてもよい。

【0042】

一方、上記実施形態では、燃料噴射弁 8 にスリット状をなす逆 V 字状の噴孔 8a を形成し、それと対応する断面形状の燃料噴霧 F を噴射したが、噴孔 8a の形状はこれに限ることはなく種々に変更可能である。例えば、図 13 に示すように逆 U 字状の噴孔 31 を形成したり、図 14 に示すように略ハ字状の噴孔 32（所謂マルチスリットタイプ）を形成したりしてもよい。

【0043】

又、図 15 に示すように逆 V 字状の噴孔 33 を併設してもよく、このように構成した場合には、併設した噴孔 33 から噴射された燃料噴霧 F が衝突しながら合流するため、より扁平な燃料噴霧が形成され、接触面積の増大に伴って吸気との混合を一層促進できる。

又、図 16, 17 に示すように、複数の噴孔 34a, 35a からなる噴孔群 34, 35 として形成してもよい（所謂マルチホールタイプ）。図 16 の噴孔群 34 は、図 4 のスリット状の噴孔 8a と同様の機能を奏し、図 17 の噴孔群 17 は、図 15 のスリット状の噴孔 33 と同様の機能を奏するが、これらのスリット状の噴孔 8a, 33 に比較して各噴孔 34a, 35a の径が縮小されるため、燃料噴霧 F を微粒化して吸気との混合を一層促進できる。

10

20

30

40

50

【0044】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1, 2の発明の内燃機関の燃料噴射装置によれば、ピストン頂面への燃料付着及びS/V比の増加に起因する熱効率の低下やエミッションの増大を未然に防止した上で、内燃機関の運転状態に関わらず適切なタイミングで燃料噴霧を点火プラグに移送し、もって、確実な成層燃焼を実現することができる。

【0045】

請求項3の発明の内燃機関の燃料噴射装置によれば、請求項1に加えて、点火プラグへの燃料噴霧の衝突を防止して、更なる熱効率の改善とエミッションの低減を達成することができる。

10

請求項4の発明の内燃機関の燃料噴射装置によれば、請求項1に加えて、良好な制御性で縦渦流の強さを調整でき、一層確実な成層燃焼を実現することができる。

【0046】

請求項5の発明の内燃機関の燃料噴射装置によれば、請求項1に加えて、ピストン頂面のキャビティの案内で円滑に縦渦流を生起でき、一層確実な成層燃焼を実現することができる。

請求項6の発明の内燃機関の燃料噴射装置によれば、請求項1に加えて、噴射方向と直交する方向への燃料噴霧の拡散を抑制して、一層確実な成層燃焼を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のエンジンのヘッド部分の構成を示す断面図である。

20

【図2】同じくヘッド部分の構成を示す図1のA矢視から見た側断面図である。

【図3】燃料噴射弁のノズル構造を示す図1の上段に対応する平断面図である。

【図4】同じくノズル構造を示す図3のB矢視図である。

【図5】図3のB矢視から見た燃料噴霧の断面形状を示す図である。

【図6】噴射中の燃料噴霧を示す図である。

【図7】噴射後の燃料噴霧を示す図である。

【図8】点火直前の燃料噴霧を示す図である。

【図9】図6のC矢視から見た側断面図である。

【図10】図7のD矢視から見た側断面図である。

【図11】図8のE矢視から見た側断面図である。

30

【図12】タンブル制御弁の開度を設定するためのマップを示す図である。

【図13】噴孔を逆U字状に形成した別例を示す図である。

【図14】噴孔を略ハ字状に形成した別例を示す図である。

【図15】逆V字状の噴孔を併設した別例を示す図である。

【図16】噴孔を噴孔群として形成した別例を示す図である。

【図17】噴孔を噴孔群として形成した別例を示す図である。

【符号の説明】

2 ピストン

4 燃焼室

5 点火プラグ

40

6 吸気ポート

6 a 吸気弁

8 燃料噴射弁

9 a 吸気側の通路

9 b 排気側の通路

10 キャビティ

15 仕切壁（縦渦流調整機構）

17 タンブル制御弁（開閉手段、縦渦流調整機構）

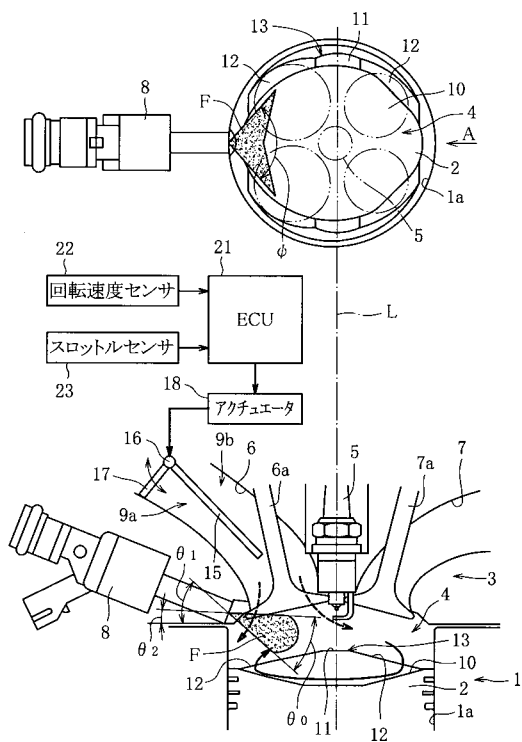
21 ECU（制御手段）

F 燃料噴霧

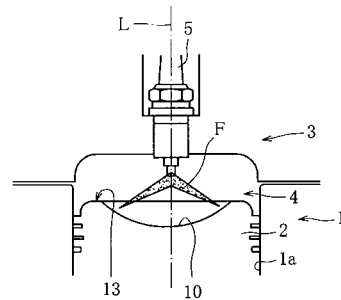
50

8 a, 31 ~ 33, 34 a, 35 a 噴孔

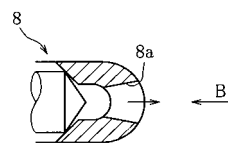
【図 1】



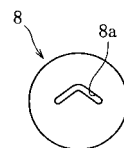
【図 2】



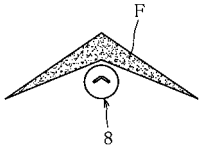
【図 3】



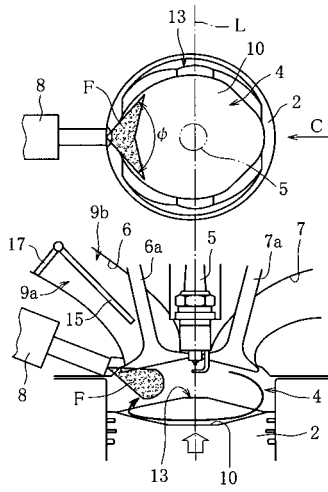
【図 4】



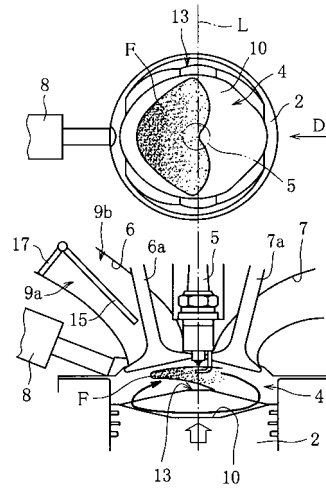
【図 5】



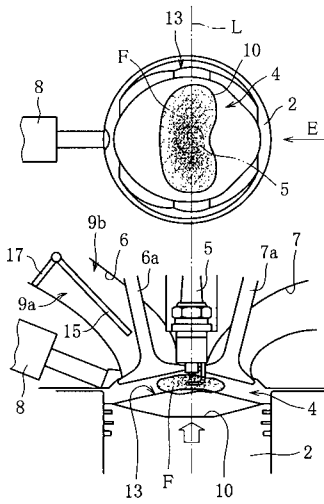
【図 6】



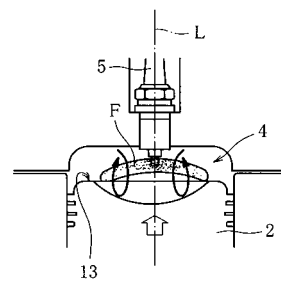
【図 7】



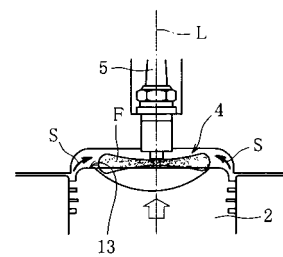
【図 8】



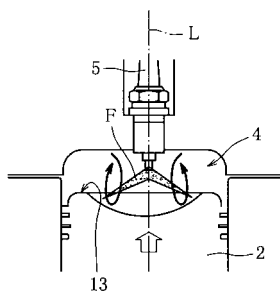
【図 10】



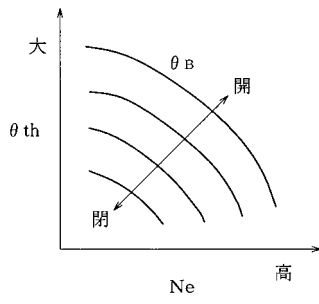
【図 11】



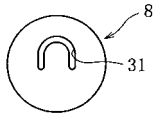
【図 9】



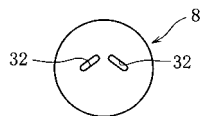
【図 1 2】



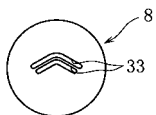
【図 1 3】



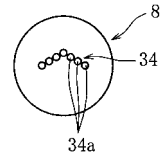
【図 1 4】



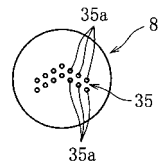
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
F 0 2 M 61/18	F 0 2 F 3/26 A	
	F 0 2 M 61/14 3 1 0 A	
	F 0 2 M 61/18 3 2 0 Z	
	F 0 2 M 61/18 3 3 0 Z	
	F 0 2 M 61/18 3 6 0 J	
 (72)発明者 田中 大 東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内		
(72)発明者 片岡 徹夫 東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内		
(72)発明者 宮本 彰仁 東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内		
(72)発明者 浅倉 啓介 東京都港区芝五丁目 3 3 番 8 号 三菱自動車工業株式会社内		
(72)発明者 佐藤 隆弘 神奈川県川崎市幸区堀川町 5 8 0 番地 1 6 三菱自動車エンジニアリング株式会社内		
F ターム(参考) 3G023 AA04 AA07 AB03 AC05 AD02 AD05 AD07 AD09 AG01		
3G066 AA02 AA03 AA05 AB02 AD12 BA02 BA17 BA26 CC06U CC14		
CC21 CC26 CC48 CD26 CD29 CE22 DC04 DC09		