(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3733721号

(P3733721)

(45)発行日　平成18年1月11日(2006.1.11)　(24)登録日　平成17年10月28日(2005.10.28)

(51)Int.Cl.		F I		
F02F 1/42	(2006.01)	F02F	1/42	A
F02B 23/08	(2006.01)	F02B	23/08	C
F02B 23/10	(2006.01)	F02B	23/10	Z

請求項の数 3　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平9-348765
(22)出願日　平成9年12月18日(1997.12.18)
(65)公開番号　特開平11-182329
(43)公開日　平成11年7月6日(1999.7.6)
審査請求日　平成15年6月12日(2003.6.12)

前置審査

(73)特許権者　000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地
(74)代理人　100078330
弁理士　笹島　富二雄
(72)発明者　神宮　宣久
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内
(72)発明者　宮窪　博史
神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地　日産自動車株式会社内

審査官　小林　正和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】直噴火花点火式内燃機関

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

１気筒につき少なくとも１つの吸気ポートが接続される直噴火花点火式内燃機関において、

シリンダヘッドの吸気ポートの上流側を直線状とし、この直線状区間の上流端から下流端にわたって、吸気流れに対して略直角な方向の断面積を小さくする絞り部を設け、

前記直線状区間の上流端から下流端に向けて絞り部の断面積を徐々に小さくして直線状区間内に最小断面積となる部分を設け、該最小断面積となる部分から直線状区間の下流端に向けて絞り部の断面積を徐々に大きくする一方、

機関の１気筒当たりの行程容積をＶ（ｃｍ^3）とし、１気筒当たりの前記吸気ポートの最小断面積をＡ（ｃｍ^2）としたときに、

Ｖ／Ａ＝４５～５５となるように構成したことを特徴とする直噴火花点火式内燃機関。

【請求項２】

前記吸気ポートのうちの少なくとも１つの吸気ポートに、吸気により生成されるシリンダ内スワールを強化するように動作するスワール制御手段を設けたことを特徴とする請求項１に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【請求項３】

シリンダヘッド下面に対して吸気ポートの略直線部分の中心軸が、３０°～５０°傾斜されて構成されたことを特徴とする請求項１または請求項２に記載の直噴火花点火式内燃機関。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、直噴火花点火式内燃機関に関し、特にその吸気ポートの改良技術に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、機関の燃焼室内に直接燃料を噴射するようにすると共に、通常は吸気行程中に燃料を噴射して均質混合気（燃焼内全体に均等に燃料が分散している状態）で燃焼（均質燃焼）を行わせ、所定運転状態（低回転・低負荷状態等）において、圧縮行程中に燃料を噴射し、燃焼室（シリンダとも言う）内に点火栓により着火可能な可燃混合比の混合気からなる層（１）と、ＥＧＲを含む空気層或いは点火栓による着火は困難であるが前記（１）層での燃焼火炎を受け燃焼可能な可燃混合比の混合気からなる層（２）と、からなる成層混合気を形成し、極希薄な空燃比（リーン限界近傍の空燃比）での燃焼（成層燃焼）を可能にし、ポンピングロスの低減効果等による燃費等の向上を図るようにした内燃機関（直噴火花点火式内燃機関）がある（特開昭６２－１９１６２２号公報や特開平２－１６９８３４号公報等参照）。
【０００３】
また、特開平７－１１９４７２号公報等に開示されるように、直噴火花点火式内燃機関において、シリンダ内に空気流動（スワールやタンブル等）を生成し、燃料と空気とのミキシングを良好にして燃焼改善を図るようにしたものが提案されている。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
ところで、かかる直噴火花点火式内燃機関において、吸気流速をアップさせて燃料気化を促進させ、前記吸気冷却効果を高めるようにすれば、同時に、シリンダ内の空気流動｛例えばタンブル（縦流れ）｝を強化でき、以って噴射された燃料の混合を促進することが可能である。
【０００６】
本発明は、このような従来の実情に鑑み、充填効率・吸気流速を向上させ出力向上や燃焼改善を図れるようにした直噴火花点火式内燃機関を提供することを目的とする。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
このため、請求項１に係る発明では、
１気筒につき少なくとも１つの吸気ポートが接続される直噴火花点火式内燃機関において、
シリンダヘッドの吸気ポートの上流側を直線状とし、この直線状区間の上流端から下流端にわたって、吸気流れに対して略直角な方向の断面積を小さくする絞り部を設け、
前記直線状区間の上流端から下流端に向けて絞り部の断面積を徐々に小さくして直線状区間内に最小断面積となる部分を設け、該最小断面積となる部分から直線状区間の下流端に向けて絞り部の断面積を徐々に大きくする一方、
機関の１気筒当たりの行程容積をＶ（ｃｍ^3）とし、１気筒当たりの前記吸気ポートの最小断面積をＡ（ｃｍ^2）としたときに、
Ｖ／Ａ＝４５～５５となるように構成した。
【０００８】
かかる構成とすれば、吸気流速アップによる燃料の気化促進延いては吸気冷却に伴う吸気充填効率の向上効果延いては機関出力の向上効果や、吸気流速アップによるシリンダ内の空気流動の強化による燃料の混合促進効果による燃焼改善効果を、最も良好に発揮できる。
【０００９】
請求項２に記載の発明では、前記吸気ポートのうちの少なくとも１つの吸気ポートに、吸気により生成されるシリンダ内スワールを強化するように動作するスワール制御手段を設

けるようにした。
【００１０】
かかる構成とすれば、Ｖ／Ａ＝４５～５５に設定したことによる吸気流速のアップと、スワール制御手段によるスワール流の強化と、が相まって、スワール（スワール強さ、スワール比）を一層強化でき、シリンダ内に噴射された燃料を点火栓近傍により一層良好に輸送することができ、以って例えば成層燃焼時の燃焼特性等を一層改善できることとなる。
【００１３】
請求項３に記載の発明では、シリンダヘッド下面に対して吸気ポートの略直線部分の中心軸が、３０°～５０°傾斜されて構成されるようにした。
かかる構成とすれば、シリンダ内空気流動の生成に効果的であり、また噴射された燃料と吸気流とを良好に衝突させることが可能となるから、吸気流速アップによる上記各種作用効果を一層効果的に発揮させることが可能となる。即ち、均質燃焼時において、吸気流速アップによる燃料の気化促進延いては吸気冷却に伴う吸気充填効率の向上効果延いては機関出力の向上効果や、吸気流速アップによるシリンダ内の空気流動の強化による燃料の混合・均質化促進効果による燃焼改善効果を一層効果的に発揮でき、かつ、成層燃焼時に噴射された燃料を点火栓近傍に一層良好に輸送することができ、以って成層燃焼時の燃焼特性を一層効果的に改善することができる。
【００１４】
【発明の効果】
請求項１に係る発明によれば、出力向上、燃費向上などの性能を大幅にアップできる。
請求項２に記載の発明によれば、Ｖ／Ａ＝４５～５５に設定したことによる吸気流速のアップと、スワール制御手段によるスワール流の強化と、が相まって、スワールを一層強化でき、シリンダ内に噴射された燃料を点火栓近傍により一層良好に輸送することができ、以って例えば成層燃焼時の燃焼特性等を一層改善できる。
【００１５】
請求項３に記載の発明によれば、吸気流速アップを図りながら、吸気ポートの通気抵抗を最小に抑えることができる。即ち、一層吸気充填効率を高めながら吸気流速をアップさせることが可能となる。
請求項４に記載の発明によれば、請求項３に記載の発明による作用効果を奏することができるうえに、空気流の剥離や整流性の悪化等をも最小に抑制できるので、吸気流速アップによる上記各種作用効果を最大限効果的に発揮させることができる。
【００１６】
請求項５に記載の発明によれば、シリンダ内空気流動の生成に効果的であると共に、噴射された燃料と吸気流とを良好に衝突させることができるから、吸気流速アップによる上記各種作用効果を一層効果的に発揮させることができる。
【００１７】
【発明の実施の形態】
以下に、本発明の一実施の形態を、添付の図面に基づいて説明する。
図１は、本発明の一実施形態に係るシリンダヘッド及び吸気管の縦断面図であり、同時に吸気ポート及び吸気管の各部の断面形状を示している。また、図２は、吸気ポート、シリンダ、燃料噴射弁、点火栓等の配置を説明するための斜視図である。
【００１８】
シリンダヘッド１には、その下面中央部の凹部（燃焼室）２が形成されている。この凹部（燃焼室）２は、図２に示すように、下方においてシリンダに連通されている。なお、凹部２部分と、シリンダと、を合わせて燃焼室或いはシリンダ（燃焼が行なわれる容積部分）と言う場合がある。
また、シリンダヘッド１には、燃焼室２（シリンダ）に連ねて、２つずつ吸気ポート３及び排気ポート４が形成され、それぞれの燃焼室開口部に吸気弁及び排気弁が装着されるようになっている。尚、５は吸気弁取付部、６は排気弁取付部である。
【００１９】

また、シリンダヘッド１には、燃焼室２の略中心部に位置させて、点火栓取付孔７が形成され、ここに点火栓が装着されるようになっている。
また、シリンダヘッド１には、吸気ポート３，３の近傍に、詳しくは、２つの吸気ポート３，３間で、吸気ポート３，３より燃焼室２周縁部側に、燃料噴射弁取付孔８が形成され、ここに燃料噴射弁が装着されるようになっている。燃料噴射弁は、この燃料噴射弁取付孔８に取付られて、シリンダ内に直接、斜め下向きに燃料を噴射するようになっている（図１に示した噴射燃料を参照）。噴射時期は、均質燃焼の場合は吸気行程、成層燃焼の場合は圧縮行程に設定される。

【００２０】

また、一方の吸気ポート３に連なる吸気管９の途中部分に、スワール制御手段として機能するスワール制御弁１０が設けてある。スワール制御弁１０は、例えば成層燃焼時に閉弁され、シリンダ内に旋回ガス流動（所謂スワール流）を生成する｛図２（Ａ）参照｝。一方、例えば均質燃焼時に開弁され、シリンダ内に縦流れガス流動（所謂タンブル流）を生成することができるようになっている｛図２（Ｂ）参照｝。

【００２１】

ところで、本実施形態においては、均質燃焼時（吸気行程中に燃料を噴射する場合）におけるシリンダ内での燃料気化による吸気冷却効果延いては吸気充填効率の向上効果を最大限発揮させるために、速やかに燃料を気化させることができるように、空気のシリンダ内への流入速度（吸気流速）ｖをアップさせるようになっている。

【００２２】

なお、この吸気流速ｖは、Ｖ／Ａ｛Ｖ；行程容積ｃｍ^3，Ａ；吸気ポート最小断面積ｃｍ^2（断面積は、１気筒当たりの吸気ポートの吸気流れに直角な方向の断面積を言う。以下、同様）｝で代表することができる。従って、Ｖが一定の場合（例えば同一機種などの場合）には、吸気流速ｖをアップさせるためには、吸気ポート３の最小断面積Ａを小さくする必要がある。

【００２３】

しかし、吸気流速ｖをアップさせるべく吸気ポート３の最小断面積Ａを小さくすると、吸気ポート３の通気抵抗が増加することになるから、吸気流速アップによる吸気冷却効果に伴う吸気充填効率の向上代と、通気抵抗が増加することによる吸気充填効率の低下代と、を考慮して、吸気ポート３の最小断面積Ａ延いてはＶ／Ａを設定する必要がある。

【００２４】

そこで、本願発明者等は、種々実験等を繰り返し、その結果、以下のようなＶ／Ａの最適値を見出した。
即ち、図３に示すように、均質燃焼時（吸気行程噴射時）においては、Ｖ／Ａ＞５５では、吸気流速ｖはアップできるものの吸気ポート３の通気抵抗（吸気管を外しシリンダヘッド１に吸気弁を組み付けた状態での測定結果である）が大きくなり過ぎて、吸気充填効率が低下し機関軸トルクの低下が大きくなる。一方、Ｖ／Ａ＜４５では、吸気ポート３の通気抵抗は小さくできるが、吸気流速ｖを十分にアップさせることができず、吸気冷却効果が低下し延いては吸気充填効率が低下し、更にはシリンダ内の空気流動（例えば縦流れ）を十分に強化できず、燃料の混合延いては均質化を十分に促進できないため、機関軸トルクの低下が大きくなる。

【００２５】

つまり、均質燃焼時（吸気行程噴射時）において、吸気流速アップによる燃料の気化促進延いては吸気冷却に伴う吸気充填効率の向上効果延いては機関出力の向上効果や、吸気流速アップによるシリンダ内の空気流動（例えば縦流れ）の強化による燃料の混合・均質化促進効果による燃焼改善効果は、Ｖ／Ａ＝４５～５５の範囲にあるときに良好に発揮されることが確認された。

【００２６】

次に、成層燃焼時（圧縮行程噴射時）に、スワール制御弁１０を閉弁して、シリンダ内のスワール流を強化した場合における実験結果を、図４に示す。

即ち、図４に示されるように、Ｖ／Ａ＝４５～５５に設定すれば、成層燃焼時においても、吸気流速がアップされ、これとスワール制御弁１０によるスワール流の強化とが相まって、従来のように吸気流速アップを考慮しない場合（Ｖ／Ａ＜４５）に比べて、スワール（スワール強さ、スワール比）が一層強化され、噴射された燃料を点火栓近傍に一層良好に輸送することができ、以って成層燃焼時の燃焼特性（燃費など）を一層改善できることが確認された。

【００２７】

つまり、本実施形態のように、Ｖ／Ａ＝４５～５５に設定すれば、均質燃焼時（吸気行程噴射時）の要求性能（出力向上、燃費向上など）を大幅にアップできると共に、成層燃焼時（圧縮行程噴射時）の要求性能（燃費向上、リーン限界向上、燃焼安定性向上など）をも高いレベルで達成させることが可能となる。

なお、図１中斜線部で示すように、各吸気ポート３に、断面積を徐々に小さくする絞り部３Ａを設けるようにしてもよい。

【００２８】

このようにすると、吸気ポート３全長に亘って断面積を最小断面積Ａとして、Ｖ／Ａ＝４５～５５に設定する場合に比べ、前記絞り部３Ａのみの断面積を最小断面積Ａとするだけで（他の部分を比較的大きな断面積としておいても）Ｖ／Ａ＝４５～５５を達成することができるので、吸気ポート３の通気抵抗をより小さく維持することができる。従って、一層吸気充填効率を高めながら吸気流速をアップ（Ｖ／Ａ＝４５～５５を達成）させることが可能となり、均質燃焼時（吸気行程噴射時）の要求性能と、成層燃焼時（圧縮行程噴射時）の要求性能と、を一層高いレベルで達成することができる。

【００２９】

ところで、図５に示すように、絞り部３Ａの最小断面積部分を、シリンダヘッド１の吸気ポート３の略中央部分（図１において点ｂの位置）に配設することが、上流側（点ａの位置）や下流側（点ｃの位置）に配設する場合に比べて、通気抵抗を小さく維持しながら、空気流の剥離や整流性の悪化等をも抑制できるので、吸気流速アップによる各種効果を最も効果的に発揮させることができる点で好ましい。

【００３０】

また、図６に示すように、吸気ポート３の略直線部分の中心軸と、ヘッド下面と、の交角（ヘッド下面に対する吸気ポート３の略直線部分の中心軸の傾斜角）θを３０°～５０°（４０°±１０°）とすれば、シリンダ内空気流動の生成に効果的であると共に、燃料噴射弁から噴射された燃料と吸気流とを良好に衝突させることができるので、均質燃焼時（吸気行程噴射時）において、吸気流速アップによる燃料の気化促進延いては吸気冷却に伴う吸気充填効率の向上効果延いては機関出力の向上効果や、吸気流速アップによるシリンダ内の空気流動（例えば縦流れ）の強化による燃料の混合・均質化促進効果による燃焼改善効果を効果的に発揮でき、かつ、成層燃焼時（圧縮行程噴射時）に噴射された燃料を点火栓近傍に一層良好に輸送することができ、以って成層燃焼時の燃焼特性（燃費など）を一層改善できる点で好ましいものである。

【００３１】

なお、上記では、燃料噴射弁を、１気筒当たり２つ設けられる吸気ポート間で、その下方に配設する構成を代表として説明してが、本発明はかかる構成に限定されるものではなく、他の配列の場合にも適用可能である。

また、スワール制御弁１０を備える構成として説明したが、本発明によれば、均質燃焼時の燃焼特性の改善や出力向上を図れるという利点があるので、備えない場合にも適用可能なものである。

【００３２】

そして、スワール制御手段を備える場合には、前記スワール制御弁１０に限定されるものではなく、スワールを制御することができるものであれば、他の公知の構造・方式のもの（例えば特開平７－１１９４７２号公報に開示されるようなもの）を採用することができるものである。

なお、前記絞り部３Ａは、例えば１気筒につき２つ設けられた吸気ポート３の何れか一方に設ける構成とすることも可能である。

【００３３】

また、複数ポートの場合、各吸気ポートについて、最小断面積を同一値に設定せず、Ｖ／Ａ＝４５～５５の範囲内で、各吸気ポートの最小断面積をふることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の一実施の形態にかかるシリンダヘッド及び吸気管の縦断面図である。

【図２】　同上実施形態にかかる吸気ポート、シリンダ、燃料噴射弁、点火栓等の配置を説明するための斜視図である。

【図３】　同上実施形態にかかる均質燃焼時のＶ／Ａに対する通気抵抗、軸トルクの変化を示す特性図である。

【図４】　同上実施形態にかかる成層燃焼時のＶ／Ａに対するスワール強さ、燃料消費率の変化を示す特性図である。

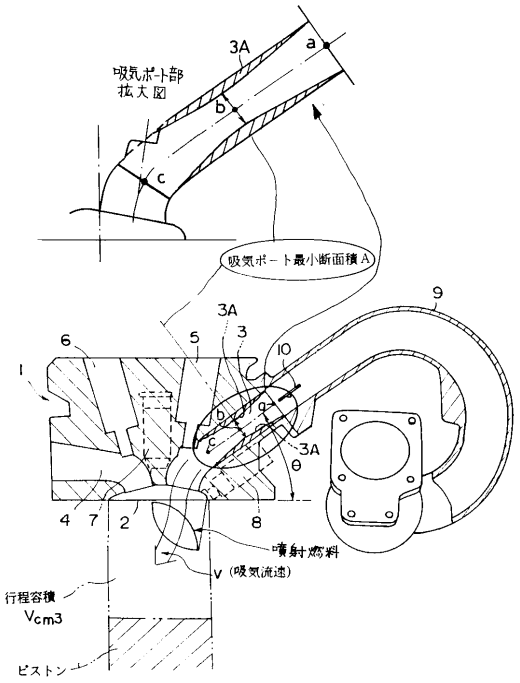
【図５】　同上実施形態にかかる絞り部最小断面積位置に対する充填効率又は軸トルクの変化を示す特性図である。

【図６】　同上実施形態にかかる交角に対する充填効率又は軸トルクの変化を示す特性図である。

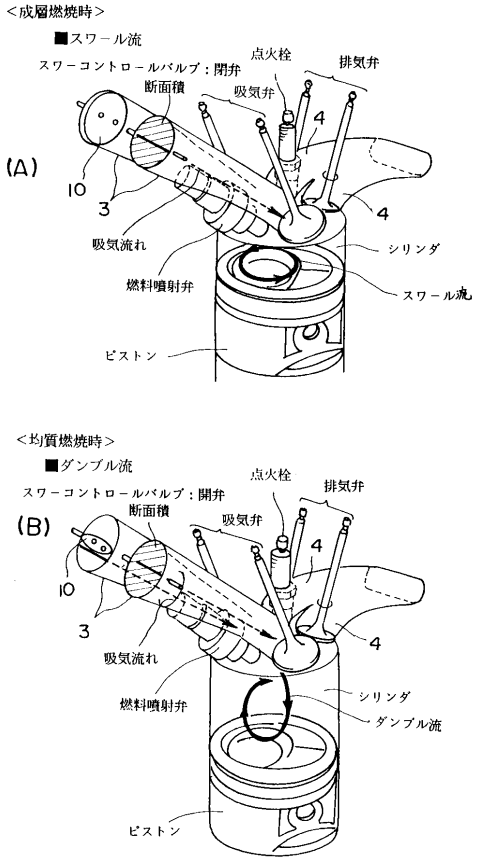
【符号の説明】

１　シリンダヘッド
２　凹部（燃焼室）
３　吸気ポート
４　排気ポート
５　吸気弁取付部
６　排気弁取付部
７　点火栓取付孔
８　燃料噴射弁取付孔
９　吸気管
10　スワール制御弁（スワール制御手段）

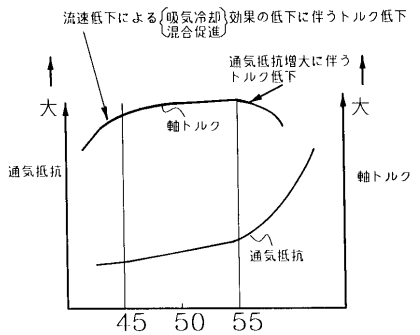
【図１】



【図２】

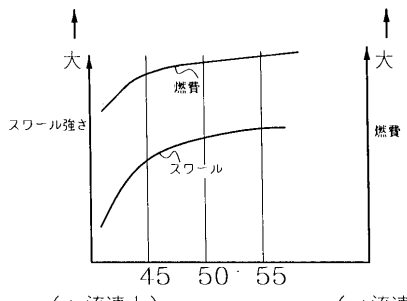


【図３】



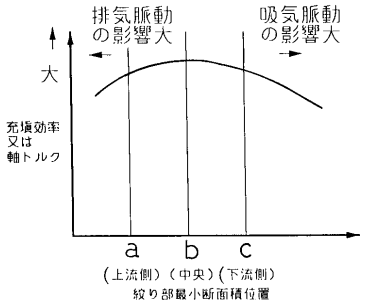
均質燃焼時特性図

【図４】

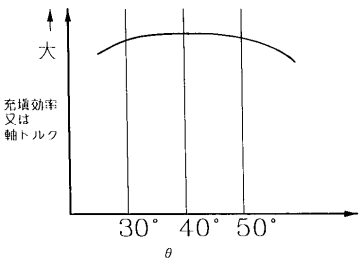


成層燃焼時特性図

【図５】



【図６】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０９－２８００５４（ＪＰ，Ａ）
実開平０４－１３７２２４（ＪＰ，Ｕ）
特開平０８－１７０５３７（ＪＰ，Ａ）
実開平０９－３０３１９９（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F02F 1/00-11/00
F02B 1/00-23/10