

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6565986号  
(P6565986)

(45) 発行日 令和1年8月28日(2019.8.28)

(24) 登録日 令和1年8月9日(2019.8.9)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2B 23/10 (2006.01)	FO2B 23/10	G
FO2M 61/14 (2006.01)	FO2B 23/10	A
FO2F 3/26 (2006.01)	FO2B 23/10	D
	FO2B 23/10	N
	FO2B 23/10	T
請求項の数 7 (全 27 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2017-162677 (P2017-162677)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成29年8月25日(2017.8.25)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2018-204599 (P2018-204599A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成30年12月27日(2018.12.27)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成30年2月28日(2018.2.28)		弁理士 小谷 悦司
(31) 優先権主張番号	特願2017-109661 (P2017-109661)	(74) 代理人	100115381
(32) 優先日	平成29年6月2日(2017.6.2)		弁理士 小谷 昌崇
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(74) 代理人	100176304
			弁理士 福成 勉
		(72) 発明者	今村 悟志
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	福馬 真生
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの燃焼室構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

火花点火式のエンジンの燃焼室構造であって、  
キャピティを備えるピストンの冠面と、シリンダヘッドに形成された燃焼室天井面とを含み、

前記燃焼室天井面には、燃料噴射弁及び点火プラグが配置され、  
前記キャピティは、気筒軸方向視で前記燃料噴射弁のノズルヘッドに対応する位置に形成された凸部と、気筒軸方向視で前記着火部に対応する位置に形成された第1キャピティと、当該第1キャピティよりも気筒軸方向の投影面積が大きい略C字形状の第2キャピティと、を有し、

前記第1キャピティは、気筒軸方向視で、前記第2キャピティの開放部分に挟まれた位置に設けられ、

前記第1キャピティおよび前記第2キャピティは、前記凸部を取り囲むように形成され、

前記第1キャピティと前記第2キャピティの開放部分とは稜線を介して接続され、  
前記燃料噴射弁は、前記冠面の中央部分に対向して配置され、前記ピストンが圧縮行程中にあるときに前記第1キャピティ及び前記第2キャピティに燃料噴射を開始するように構成され、

前記点火プラグは、前記着火部が、前記燃料噴射弁よりも燃焼室径方向外方の部分に位置するように前記燃焼室天井面に配設され、

前記冠面は、前記第1キャビティが、前記第2キャビティよりも相対的に前記燃焼室天井面に近くなるように形成されている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項2】

請求項1に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記燃焼室天井面には、吸気ポートと排気ポートとが配置され、前記燃焼室において前記吸気ポートが配置される側を吸気側、前記排気ポートが配置される側を排気側とするとき、

前記点火プラグの着火部は、前記吸気側に配置されている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項3】

請求項2に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記第1キャビティと前記第2キャビティとは曲面で繋がっている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項4】

請求項2又は3に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記エンジンは、燃焼室内に強制的にスワール流を生成するためのスワール流生成部を備えるものであって、

前記燃料噴射弁は、気筒軸方向視において前記排気側に向かって燃料を噴射することが可能に構成されている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項5】

請求項4に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記燃料噴射弁は、前記第2キャビティに噴射する量よりも少量の燃料を前記第1キャビティに噴射し、

前記第1キャビティは、前記燃料噴射弁から噴射された燃料の混合気を前記燃焼室天井面に向かって案内可能である、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項6】

請求項5に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記第2キャビティは、少なくとも前記スワール流が前記排気側から前記吸気側に向かう部分の深さが、前記排気側から前記吸気側に向かって漸減的に浅くなっている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【請求項7】

請求項1に記載のエンジンの燃焼室構造において、

前記キャビティは、気筒軸方向視したときに前記冠面において排気側に偏って形成されている、ことを特徴とするエンジンの燃焼室構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火花点火式のエンジンの燃焼室構造に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車などの車両用のガソリンエンジンでは、点火プラグを用いて燃焼室内の混合気に着火させる火花点火方式が広く採用されている。一般に前記燃焼室は、気筒の内壁面、シリンダヘッドの底面（燃焼室天井面）及びピストンの冠面によって区画され、前記点火プラグの着火部は前記燃焼室天井面に配置される。特許文献1には、前記着火部と対向する位置において、前記冠面にキャビティを配置してなる燃焼室構造が開示されている。

【0003】

上記のエンジンにおいてNO<sub>x</sub>やCOの排出量を低減するためには、前記燃焼室内での混合気の燃焼の際に、局所的に高温となる部分や酸素が不足する部分が生成されないようにすることが肝要であり、この場合、燃料分布が均質で燃料濃度の薄い混合気を、燃焼室空間を広く利用して燃焼させることが理想的である。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2016-94925号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、前記燃焼室天井面には、先の排気行程で掃気しきれなかった残留ガスが存在する場合が多い。この残留ガスが前記点火プラグの着火部の周囲に存在していると、着火部周辺の混合気濃度が薄くなって点火プラグの着火性が悪化する。そのため、燃料濃度の薄い混合気を燃焼させる場合には特に不利となる。

10

【0006】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであって、火花点火式のエンジンにおいて、点火プラグによる着火性を向上させることが可能なエンジンの燃焼室構造を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一局面に係るエンジンの燃焼室構造は、火花点火式のエンジンの燃焼室構造であって、キャビティを備えるピストンの冠面と、シリンダヘッドに形成された燃焼室天井面とを含み、前記燃焼室天井面には、燃料噴射弁及び点火プラグが配置され、前記キャビティは、気筒軸方向視で前記燃料噴射弁のノズルヘッドに対応する位置に形成された凸部と、気筒軸方向視で前記着火部に対応する位置に形成された第1キャビティと、当該第1キャビティよりも気筒軸方向の投影面積が大きい略C字形状の第2キャビティと、を有し、前記第1キャビティは、気筒軸方向視で、前記第2キャビティの開放部分に挟まれた位置に設けられ、前記第1キャビティおよび前記第2キャビティは、前記凸部を取り囲むように形成され、前記第1キャビティと前記第2キャビティの開放部分とは稜線を介して接続され、前記燃料噴射弁は、前記冠面の中央部分に対向して配置され、前記ピストンが圧縮行程中にあるときに前記第1キャビティ及び前記第2キャビティに燃料噴射を開始するように構成され、前記点火プラグは、前記着火部が、前記燃料噴射弁よりも燃焼室径方向外方の部分に位置するように前記燃焼室天井面に配設され、前記冠面は、前記第1キャビティが、前記第2キャビティよりも相対的に前記燃焼室天井面に近くなるように形成されているものである。なお、上記「冠面の中央部分」とは、冠面の中心およびその近傍を含む意味である。

20

30

【0008】

この燃焼室構造によれば、燃料噴射弁がピストンの冠面の中央部分に対向して配置されている、すなわち燃焼室天井面の中央部分に配置されているので、燃焼室全体に斑なく燃料を噴射して均質な混合気を形成することができる。

【0009】

また、ピストンが圧縮上死点に近づくに伴い、ピストンの冠面の第1キャビティ以外の領域にあるガス（空気、混合気）を第1キャビティに寄せることが可能となるので、点火プラグ周辺の残留ガスを掃気しつつ、混合気を点火プラグに寄せて着火性を確保することができる。例えば、前記燃焼室内に生成される気流のスワール成分（単にスワール流という）を、前記第1キャビティへ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流とすることができる。このため、第1キャビティに配置されている点火プラグに存在する残留ガスを、斜めスワール流によって除去することが可能となる。従って、点火プラグに新鮮な混合気を与えて、点火プラグによる着火性を向上させることが可能となる。

40

また、第1キャビティで発生した火炎（火種）が第2キャビティ内へ火炎伝播することによって、急速に第2キャビティ内の混合気が燃焼する。従って、燃焼室全体に火炎を高速で拡大させ、燃焼室空間の全体を利用した均質燃焼を実現させることができる。

【0010】

50

上記の燃焼室構造において、前記燃焼室天井面には、吸気ポートと排気ポートとが配置され、前記燃焼室において前記吸気ポートが配置される側を吸気側、前記排気ポートが配置される側を排気側とすると、前記点火プラグの着火部は、前記吸気側に配置されているのが好適である。

【0011】

この燃焼室構造によれば、点火プラグの着火部が吸気側に配置されているので、排気側に着火部が配置される場合に比べて着火部周りに残留ガスが存在し難くなる。そのため、点火プラグによる着火性を向上させるうえで有利となる。

【0012】

上記の燃焼室構造において、前記第1キャビティと前記第2キャビティとは曲面で繋がっているのが好適である。

10

【0013】

この燃焼室構造によれば、例えば燃焼室内に生成される前記スワール流が、第2キャビティから第1キャビティへ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流となる。この場合、第1キャビティと第2キャビティとが曲面で繋がっているため、斜めスワール流の形成が段差によって妨げられることが抑制され、良好な斜めスワール流を形成することが可能となる。

【0014】

上記の燃焼室構造において、前記エンジンは、燃焼室内に強制的にスワール流を生成するためのスワール流生成部を備えるものであって、前記燃料噴射弁は、気筒軸方向視において前記排気側に向かって燃料を噴射することが可能に構成されているのが好適である。

20

【0015】

この燃焼室構造によれば、比較的温度の高い排気側（排気ポート側）に向かって燃料が噴射されるので、燃料の霧化が促進される。そして、スワール流生成部により生成される強力な斜めスワール流により、前記霧化した燃料が点火プラグの着火部に円滑に運ばれる。そのため、着火部周辺に効果的に新鮮な混合気を与えて着火燃焼性を向上させ、良好な火炎伝播を起こさせて未燃燃料の発生を抑制することが可能となる。

【0016】

上記の燃焼室構造において、前記燃料噴射弁は、前記第2キャビティに噴射する量よりも少量の燃料を前記第1キャビティに噴射し、前記第1キャビティは、前記燃料噴射弁から噴射された燃料の混合気を前記燃焼室天井面に向かって案内可能であるのが好適である。

30

【0017】

この燃焼室構造によれば、第1キャビティに噴射された比較的少量の燃料を利用して点火プラグにより良好に火種を形成することができ、この火種に対して、排気側で霧化された燃料が斜めスワール流によって運ばれる。そのため、点火プラグによる着火性及びその後の燃焼性を向上させることが可能となる。

【0020】

上記の燃焼室構造において、前記第2キャビティは、少なくとも前記スワール流が前記排気側から前記吸気側に向かう部分の深さが、前記排気側から前記吸気側に向かって漸減的に浅くなっているのが好適である。

40

【0021】

この構成によれば、前記斜めスワール流をより良好に形成し、排気側で霧化された燃料を当該斜めスワール流によって円滑に点火プラグの着火部周辺に運ぶことができる。そのため、燃焼性を向上させるうえで更に有利となる。

【0024】

この場合、前記キャビティは、気筒軸方向視したときに前記冠面において排気側に偏って形成されているものであるのが好適である。

【0025】

この構成によれば、排気側で霧化される燃料を安定的に点火プラグの着火部周辺に運ぶ

50

ことが可能となる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、火花点火式のエンジンにおいて、点火プラグによる着火性を向上させることが可能なエンジンの燃焼室構造を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態に係るエンジンの燃焼室構造が適用されるエンジンを示す概略断面図である。

【図2】図2は、図1に示されたシリンダヘッド要部の断面図である。

10

【図3】図3は、ピストンに対する点火プラグ及びインジェクタの配置を示す斜視図である。

【図4】図4は、前記ピストンの冠面の平面図である。

【図5】図5は、図4のV-V線断面図である。

【図6】図6は、図4のVI-VI線断面図である。

【図7】図7は、図4のVII-VII線断面の展開図である。

【図8】図8は、燃焼室天井面の平面図である。

【図9】図9は、燃料噴射期間及び点火タイミングとクランク角との関係を示すタイムチャートである。

【図10】図10は、燃焼室で発生するスワール流を説明するための平面図である。

20

【図11】図11は、燃焼室で発生するスワール流を説明するための断面図である。

【図12】図12は、燃料噴射直後の燃焼室における混合気のフローを説明するための斜視図である。

【図13】図13は、燃料噴射直後の燃焼室における混合気のフローを説明するための断面図である。

【図14】図14は、本発明の第2実施形態に係るエンジンの燃焼室構造が適用されるエンジンのシリンダヘッド要部の断面図である。

【図15】図15は、燃焼室天井面の平面図である。

【図16】図16は、ピストンに対する点火プラグ及びインジェクタの配置を示す斜視図である。

30

【図17】図17は、ピストンに対する点火プラグ及びインジェクタの配置を示す平面図である。

【図18】図18は、前記ピストンの冠面の平面図である。

【図19】図19は、前記ピストンの正面図（吸気側から見た図）である。

【図20】図20は、前記ピストンの背面図（排気側から見た図）である。

【図21】図21は、前記ピストンの側面図である。

【図22】図22は、図18のXXII-XXII線断面図である。

【図23】図23は、図18のXXIII-XXIII線断面図である。

【図24】図24は、前記ピストンの斜視図（排気側から見た斜視図）である。

【図25】図25は、前記ピストンの斜視図（吸気側から見た斜視図）である。

40

【図26】図26は、ピストンが上死点にあるときの燃焼室を示す断面図である。

【図27】図27は、圧縮行程の燃焼室を示す断面図である。

【図28】図28は、吸気の流れとインジェクタ（ノズルヘッド）との関係を説明するための断面図である。

【図29】図29（a）及び図29（b）は、変形例に係るピストン冠面を備えたピストンの模式的な断面図である。

【図30】図30は、変形例に係る大キャピティの断面図（図7に対応する断面の展開図）である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

50

(第1の実施形態)

[エンジンの全体構成]

以下、図面に基づいて、本発明の第1実施形態に係る火花点火式のエンジンの燃焼室構造を詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るエンジンの燃焼室構造が適用されるエンジンを示す概略断面図、図2は、図1に示されたシリンダヘッドの要部の断面図である。図1、図2及びこれら以降の図においては、XYZの方向表示を付している。Z方向は気筒軸方向、Y方向はクランク軸の延伸方向、X方向はZ方向及びY方向の双方と直交する方向である。

【0029】

本実施形態に係るエンジンは、気筒(シリンダ)及びピストンを含み、自動車等の車両の走行駆動用の動力源として前記車両に搭載される多気筒エンジンである。エンジンは、エンジン本体1と、これに組付けられた図外の吸排気マニホールド及び各種ポンプ等の補機とを含む。エンジン本体1に供給される燃料は、ガソリンを主成分とするものである。

10

【0030】

本実施形態のエンジン本体1は、点火プラグにて燃焼室内の混合気に強制点火する通常のSI(Spark Ignition)燃焼と、SI燃焼において燃料噴射のタイミングを圧縮上死点(TDC)付近とするリタードSI燃焼と、SI燃焼とCI(Compression Ignition)燃焼とを組み合わせたSICI燃焼と、を実行することが可能とされている。SI燃焼では、吸気行程の中期に燃料が噴射され、圧縮行程のTDC付近で混合気に強制点火されるが、リタードSI燃焼では、圧縮行程のTDC前後で燃料が噴射され、その後の膨張行程初期に混合気に強制点火される。SICI燃焼では、燃焼室の混合気に強制点火して火炎伝播により燃焼させると共に、燃焼室内の未燃混合気を自己着火により燃焼させる。なお、SICI燃焼において、自己着火を発生させず、火炎伝播により燃焼を完了させる場合もある。これらの燃焼態様は、運転領域に応じて選択される。例えば、SI燃焼は、エンジンの高回転・高負荷領域で、リタードSI燃焼は低回転・高負荷領域で、SICI燃焼は回転数に依らず低負荷領域で、各々選択される。

20

【0031】

エンジン本体1は、シリンダブロック3、シリンダヘッド4及びピストン5を備える。シリンダブロック3は、図1の紙面に垂直な方向に並ぶ複数の気筒2(図中ではそのうちの1つのみを示す)を有している。シリンダヘッド4は、シリンダブロック3の上面に取り付けられ、気筒2の上部開口を塞いでいる。ピストン5は、各気筒2に往復摺動可能に収容されており、コネクティングロッド8を介してクランク軸7と連結されている。ピストン5の往復運動に応じて、クランク軸7はその中心軸回りに回転する。ピストン5の構造については、図3～図7に基づき後記で詳述する。

30

【0032】

ピストン5の上方には燃焼室6が形成されている。シリンダヘッド4には、燃焼室6と連通する吸気ポート9及び排気ポート10が形成されている。シリンダヘッド4の底面4aは燃焼室天井面6Uであり、この燃焼室天井面6Uは、上向きに僅かに凸のペントルーフ型の形状を有している。燃焼室天井面6Uには、吸気ポート9の下流端である吸気側開口部41と、排気ポート10の上流端である排気側開口部42とが形成されている。シリンダヘッド4には、吸気側開口部41を開閉する吸気バルブ11と、排気側開口部42を開閉する排気バルブ12とが組み付けられている。燃焼室天井面6Uの平面図である図8を参照して、本実施形態のエンジン本体1は、ダブルオーバーヘッドカムシャフト式(DOHC)エンジンであり、吸気側開口部41と排気側開口部42とは、各気筒2につき2つつ設けられると共に、吸気バルブ11および排気バルブ12も2つつ設けられている。

40

【0033】

図2に示されるように、吸気バルブ11及び排気バルブ12は、いわゆるポペットバルブである。吸気バルブ11は、吸気側開口部41を開閉する傘状の弁体11aと、この弁体11aから垂直に延びるステム11bとを含む。同様に、排気バルブ12は、排気側開

50

口部 4 2 を開閉する傘状の弁体 1 2 a と、この弁体 1 2 a から垂直に延びるステム 1 2 b とを含む。吸気バルブ 1 1 の弁体 1 1 a は、燃焼室 6 に臨むバルブ面 1 1 c を有する。排気バルブ 1 2 の弁体 1 2 a は、燃焼室 6 に臨むバルブ面 1 2 c を有する。

【 0 0 3 4 】

本実施形態において、燃焼室 6 を区画する燃焼室壁面は、気筒 2 の内壁面、ピストン 5 の上面 (+ Z 側の面) である冠面 5 0、シリンダヘッド 4 の底面 4 a、吸気バルブ 1 1 のバルブ面 1 1 c 及び排気バルブ 1 2 のバルブ面 1 2 c からなる。すなわち、シリンダブロック 3、シリンダヘッド 4、ピストン 5 及びバルブ 1 1、1 2 は、燃焼室 6 を構成する燃焼室構成部材と言える。

【 0 0 3 5 】

シリンダヘッド 4 には、吸気バルブ 1 1、排気バルブ 1 2 を各々駆動する吸気側動弁機構 1 3、排気側動弁機構 1 4 が配設されている。これら動弁機構 1 3、1 4 によりクランク軸 7 の回転に連動して、吸気バルブ 1 1 および排気バルブ 1 2 が駆動される。これら吸気バルブ 1 1 および排気バルブ 1 2 の駆動により、吸気バルブ 1 1 の弁体 1 1 a が吸気側開口部 4 1 を開閉し、排気バルブ 1 2 の弁体 1 2 a が排気側開口部 4 2 を開閉する。

【 0 0 3 6 】

吸気側動弁機構 1 3 には、吸気側可変バルブタイミング機構 (吸気側 V V T) 1 5 が組み込まれており、同様に、排気側動弁機構 1 4 には、排気側可変バルブタイミング機構 (排気側 V V T) 1 6 が組み込まれている。

【 0 0 3 7 】

シリンダヘッド 4 には、燃焼室 6 内の混合気に点火エネルギーを供給する点火プラグ 1 7 が、各気筒 2 につき 1 つずつ取り付けられている。点火プラグ 1 7 は、その先端に着火部 1 7 A を備え、この着火部 1 7 A が燃焼室 6 内に臨む姿勢でシリンダヘッド 4 に取り付けられている。点火プラグ 1 7 は、図外の点火回路からの給電に応じてその先端から火花を放電して、燃焼室 6 内の混合気に点火する。点火プラグ 1 7 の配置、着火部 1 7 A の構造などについては、後記で詳述する。

【 0 0 3 8 】

シリンダヘッド 4 (燃焼室天井面 6 U) には、先端部から燃焼室 6 内にガソリンを主成分とする燃料を噴射するインジェクタ 1 8 (燃料噴射弁) が、各気筒 2 につき 1 つずつ取り付けられている。インジェクタ 1 8 には燃料供給管 1 9 が接続されている。インジェクタ 1 8 は、燃料供給管 1 9 を通して供給された燃料を燃焼室 6 に噴射する。燃料供給管 1 9 の上流側には、クランク軸 7 と連動連結されたプランジャー式のポンプ等からなる高圧燃料ポンプ (図示せず) が接続されている。この高圧燃料ポンプと燃料供給管 1 9 との間には、全気筒 2 に共通の蓄圧用のコモンレール (図示せず) が設けられている。このコモンレール内で蓄圧された燃料が各気筒 2 のインジェクタ 1 8 に供給されることにより、各インジェクタ 1 8 からは、高い圧力の燃料が燃焼室 6 内に噴射される。

【 0 0 3 9 】

なお、図 1 において、符号 9 1 は、スワールコントロールバルブ (S C V / 本発明のスワール流生成部に相当する) であり、2 つの吸気側開口部 4 1 に連通する吸気ポート 9 のうちの一つに設けられている。前記エンジン本体 1 では、運転状態 (モード) に応じて、この S C V 9 1 により一方の吸気ポート 9 (吸気側開口部 4 1) を閉止又はそれに近い状態とすることにより、燃焼室 6 内に気筒軸周りの渦流であるスワール流を発生させ、着火性及び燃焼性を向上させている。当例では、前記 S I 燃焼や S I C I 燃焼が実行される際に、図外の制御回路の制御により S C V 9 1 が駆動され、前記一方の吸気ポート 9 (吸気側開口部 4 1) が閉止又はそれに近い状態とされる。

【 0 0 4 0 】

[ ピストンの詳細構造 ]

図 3 ~ 図 7 を参照して、ピストン 5 の構造、とりわけ冠面 5 0 の構造について詳細に説明する。図 3 は、ピストン 5 に対する点火プラグ 1 7 及びインジェクタ 1 8 の配置関係を示す斜視図、図 4 は、冠面 5 0 の平面図である。また、図 5、図 6 は、それぞれ図 4 の V

10

20

30

40

50

- V線、VI-VI線断面図であり、図7は、図4のVII-VII線断面の展開図である。

【0041】

ピストン5は、ピストンヘッド5Aと、ピストンヘッド5Aの下方(-Z側)に連設されたスカート部5Sとを含む。ピストンヘッド5Aは円柱体からなり、上記の通り燃焼室6の壁面の一部(底面)を形成する冠面50を上面に備えると共に、気筒2の内壁面と摺接する側周面とを備える。前記側周面には、ピストンリングが嵌め込まれるリング溝が複数備えられている。スカート部5Sは、ピストンヘッド5Aの+X側及び-X側に配置され、ピストン5の往復運動の際の首振り揺動を抑制する。ピストンヘッド5Aの下方には、Y方向に延びるピン孔を区画するピストンボス5Bが設けられている。ピストンボス5Bの前記ピン孔には、ピストンピン81が挿通される(図5)。ピストンピン81は、コネクティングロッド8の小端部8Sと、ピストン5とを連結するピンである。

10

【0042】

冠面50は、燃焼室天井面6UとZ方向に対向する面である。冠面50は、その径方向(X方向及びY方向)の概ね中央部分に配置されたキャビティ5Cを含む。キャビティ5Cは、冠面50が下方(-Z側)に凹没された部分であり、例えば上述のリタードSI燃焼を行うモードにおいて、インジェクタ18から燃料の噴射を受ける部分である。冠面50においてキャビティ5Cの外周には、吸気側平面部55、排気側平面部56及び一对の側方上面57が配置されている。吸気側平面部55は、キャビティ5Cの-X側に隣接する平面、排気側平面部56は、キャビティ5Cの+X側に隣接する平面、一对の側方上面57はキャビティ5Cの+Y側及び-Y側に各々隣接する、概ね平坦な面である。

20

【0043】

キャビティ5Cは、小キャビティ51(本発明のプラグ対応領域/第1キャビティに相当する)、大キャビティ52(本発明の下段部/第2キャビティに相当する)及び山型の形状を有する凸部53を含む。小キャビティ51は、図3に示すように、点火プラグ17の着火部17Aに対応する位置、つまり着火部17Aの直下の位置を含む領域に凹設されている。大キャビティ52は、小キャビティ51に隣接する位置に凹設され、気筒軸方向の上面視(図4)において、小キャビティ51よりも大きい投影面積を有している。本実施形態では、大キャビティ52の気筒軸方向の投影面積が、小キャビティ51よりも8倍程度大きい態様を例示している。凸部53は、冠面50のXY方向の中央付近に配置されている。凸部53は、インジェクタ18のノズルヘッド18Nの直下の位置に凸設されている。すなわち、インジェクタ18(ノズルヘッド18N)は、冠面50のXY方向の中央部分に対向して配置されている。

30

【0044】

後記で詳述するが、小キャビティ51は、着火部17A周辺の比較的狭い領域に混合気を集約し、着火部17Aによる強制点火によって火種となる燃焼領域を作る役目を果たす。従って、小キャビティ51の気筒軸方向の投影面積は、着火部17Aの周囲を取り囲む程度の小面積で足りる。小キャビティ51のキャビティ形状は、インジェクタ18から当該小キャビティ51に噴射される燃料を燃焼室天井面6Uに向かって案内できる形状、すなわち燃料を点火プラグ17の着火部17Aに向かって案内できる形状とされている(図13参照)。小キャビティ51のキャビティ形状は特に限定されものではないが、例えば着火部17Aの鉛直下方を中心とするパラボラ形状は、好ましい形状の一つである。

40

【0045】

一方、大キャビティ52は、同様に混合気を集約する役目を果たすが、小キャビティ51で発生した火炎を火種として、燃焼室6の全体に速やかにその火炎を拡張させることが企図されたキャビティである。このため、大キャビティ52の投影面積はなるべく大きいことが望ましく、小キャビティ51の投影面積に対して5~15倍程度の投影面積を具備していることが望ましい。また、火炎を燃焼室6の全体に均等に拡張させるためには、図4に例示しているように、上面視において冠面50と大略的に同心円となる外形形状を備えていることが望ましい。

50

## 【 0 0 4 6 】

小キャビティ 5 1 は、当該小キャビティ 5 1 を区画する外周縁である第 1 周縁 5 1 1 を含む。大キャビティ 5 2 は、当該大キャビティ 5 2 を区画する外周縁である第 2 周縁 5 2 1 を含む。第 1 周縁 5 1 1 は、上面視で略扇型の形状であり、凸部 5 3、吸気側平面部 5 5 及び大キャビティ 5 2 との境界線となる。第 2 周縁 5 2 1 は、上面視で略 C 字型の形状を有している。つまり、大キャビティ 5 2 は、冠面 5 0 の気筒軸方向視において略 C 字形状を有している。第 2 周縁 5 2 1 は、凸部 5 3、吸気側平面部 5 5、排気側平面部 5 6、側方上面 5 7 及び小キャビティ 5 1 との境界線となる。

## 【 0 0 4 7 】

第 1 周縁 5 1 1 の一部は、第 2 周縁 5 2 1 の一部を兼ねる共通周縁部である。具体的には、第 1 周縁 5 1 1 における、凸部 5 3 及び吸気側平面部 5 5 と各々境界をなす円弧状部分を除いた部分は、第 2 周縁 5 2 1 の一部と共通である。この第 2 周縁 5 2 1 の一部は、前記 C 字形状の開放部分（開放端縁）に相当する。前記共通周縁部は、図 3、図 6 に示されているように、上方へ突出した稜線 5 4 である。すなわち、本実施形態では、稜線 5 4 だけを間に介して小キャビティ 5 1 と大キャビティ 5 2 とが隣り合っている。

10

## 【 0 0 4 8 】

図 4 を参照して、大キャビティ 5 2 は、略円形の凸部 5 3 を取り囲む C 字形状を有している。小キャビティ 5 1 は、このような大キャビティ 5 2 の、C 字形状の開放部分に挟まれる位置に形成されている。これにより、稜線 5 4 で区切られてはいるが、小、大キャビティ 5 1、5 2 によって、凸部 5 3 と略同心の環状凹部が冠面 5 0 に形成されている。

20

## 【 0 0 4 9 】

凸部 5 3 はインジェクタ 1 8（ノズルヘッド 1 8 N）の直下に位置しているので、小キャビティ 5 1 及び大キャビティ 5 2 はノズルヘッド 1 8 N を取り囲む形状を有しているとも言える。ノズルヘッド 1 8 N は、放射状に燃料を噴射可能なマルチホールタイプのヘッドであり、ノズルヘッド 1 8 N からピストン 5 の T D C 又はその近傍付近で燃料が噴射される場合には、当該燃料は小、大キャビティ 5 1、5 2（上記の環状凹部）に向かうことになる。つまり、ノズルヘッド 1 8 N は、小、大キャビティ 5 1、5 2 の双方へ燃料噴射が可能である。

## 【 0 0 5 0 】

吸気側平面部 5 5 は、小キャビティ 5 1 の - X 側に隣接する平面であり、平面視で概ね扇型の形状を有している。排気側平面部 5 6 は、大キャビティ 5 2 の + X 側に隣接する平面であり、吸気側平面部 5 5 よりも小さいが、同様に平面視で概ね扇型の形状を有している。吸気側平面部 5 5 及び排気側平面部 5 6 は同じ高さ位置にある平面であり、冠面 5 0 において最も高い位置にある。一对の側方上面 5 7 は、大キャビティ 5 2 の + Y 側及び - Y 側に各々隣接し、大キャビティ 5 2 の外側において吸気側平面部 5 5 と排気側平面部 5 6 とを繋ぐ面である。側方上面 5 7 は、吸気側及び排気側平面部 5 5、5 6 よりもやや高さ位置が低い部分であり、燃焼室天井面 6 U の緩いペントルーフ形状に応じた緩い凸形状を有している。側方上面 5 7 は、吸気、排気バルブ 1 1、1 2 と冠面 5 0 との干渉を回避するバルブリセスでもある。

30

## 【 0 0 5 1 】

図 5 を参照して、キャビティ 5 C の深さに関し、小キャビティ 5 1 の底面 5 1 2 は、大キャビティ 5 2 の底面 5 2 2 よりも気筒軸方向（Z 方向）において高い位置に形成されている。つまり、小キャビティ 5 1 は大キャビティ 5 2 よりも気筒軸方向において高い位置に形成されている。換言すれば、小キャビティ 5 1 は大キャビティ 5 2 よりも気筒軸方向において相対的に燃焼室天井面 6 U に近くなるように形成されている。底面 5 1 2、5 2 2 は、それぞれ小、大キャビティ 5 1、5 2 において、吸気側及び排気側平面部 5 5、5 6 に対する窪み深さが最も深い部分である。凸部 5 3 は、底面 5 1 2、5 2 2 よりも高い位置にあるが、吸気側及び排気側平面部 5 5、5 6 に対しては窪んだ位置にある。

40

## 【 0 0 5 2 】

小キャビティの底面 5 1 2 の Z 方向における高さ位置を  $h_1$ 、大キャビティ 5 2 の底面

50

5 2 2 の Z 方向における高さ位置を  $h_2$  とするとき、 $h_1$  は  $h_2$  よりも高い位置 (+ Z 側) にあり、両者間には所定の高低差  $d$  が与えられている。これによりキャビティ 5 C の小、大キャビティ 5 1、5 2 からなる環状凹部は、その底面が - X 側が + X 側よりも高くなるように傾斜する傾向を有している。

【 0 0 5 3 】

[ 燃焼室構造の詳細 ]

続いて、冠面 5 0 を含む燃焼室 6 の各部の構造について説明する。図 8 は、燃焼室天井面 6 U の平面図である。燃焼室天井面 6 U は、シリンダヘッド 4 の底面 4 a と、吸気ポート 9 の 2 つの吸気側開口部 4 1 を開閉する 2 つの吸気バルブ 1 1 のバルブ面 1 1 c と、排気ポート 1 0 の 2 つの排気側開口部 4 2 を開閉する 2 つの排気バルブ 1 2 のバルブ面 1 2 c とによって構成されている。2 つの吸気側開口部 4 1 (吸気ポート 9) は、- X 側において Y 方向に 2 つが並ぶように配置されている。排気側開口部 4 2 (排気ポート 1 0) は、+ X 側において Y 方向に 2 つが並ぶように配置されている。以下、燃焼室 6 において、吸気ポート 9 が配置される側を吸気側、排気ポート 1 0 が配置される側を排気側という。

10

【 0 0 5 4 】

燃焼室天井面 6 U の吸気側には吸気側天面 4 3 が、排気側には排気側天面 4 4 が備えられている。吸気側天面 4 3 は、2 つの吸気側開口部 4 1 の間の - X 側領域において延びる平坦な面である。排気側天面 4 4 は、2 つの排気側開口部 4 2 の間の + X 側領域において延びる平坦な面である。吸気側天面 4 3 は、冠面 5 0 の吸気側平面部 5 5 と対向する面、排気側天面 4 4 は、排気側平面部 5 6 と対向する面である。バルブ面 1 1 c、1 2 c は、概ね半分が側方上面 5 7 と対向し、残りの半分が大キャビティ 5 2 と対向する。

20

【 0 0 5 5 】

2 つの吸気側開口部 4 1 の中間にはプラグ凹部 4 5 が凹設されている。プラグ凹部 4 5 は、点火プラグ 1 7 の着火部 1 7 A を燃焼室 6 内に露出させるための円柱型の凹部である。インジェクタ 1 8 のノズルヘッド 1 8 N は、燃焼室天井面 6 U において、X 方向及び Y 方向の略中心位置に配置されている。着火部 1 7 A は、このノズルヘッド 1 8 N よりも吸気側寄りに配置されている。

【 0 0 5 6 】

小、大キャビティ 5 1、5 2 の燃焼室 6 内の配置に関し、大略的には、小キャビティ 5 1 は吸気側、大キャビティ 5 2 は排気側に配置されている。図 4 を参照して、ノズルヘッド 1 8 N と対向する位置にある凸部 5 3 よりも - X 側が吸気側、+ X 側が排気側となる。着火部 1 7 A と対向する小キャビティ 5 1 は、全体が吸気側に位置している。一方、大キャビティ 5 2 は、大部分 (少なくとも一部) が排気側に位置している。

30

【 0 0 5 7 】

大キャビティ 5 2 は、凸部 5 3 よりも + X 側の排気側領域 5 2 A と、凸部 5 3 の + Y 側及び - Y 側に位置する側方領域 5 2 B と、小キャビティ 5 1 の + Y 側及び - Y 側に隣接する隣接領域 5 2 C とを含む。排気側領域 5 2 A は、投影面積及び容積が最も大きい領域であって、排気側 (燃料噴射弁よりも排気側寄り) に位置している。側方領域 5 2 B は、吸気側と排気側とのボーダー上に位置している。一方、隣接領域 5 2 C は吸気側に位置している。隣接領域 5 2 C 及び側方領域 5 2 B は、排気側領域 5 2 A に比べて投影面積が小さい領域であり、排気側領域 5 2 A と小キャビティ 5 1 とを繋ぐ領域である。

40

【 0 0 5 8 】

図 6 及び図 7 に示すように、大キャビティ 5 2 の底面 5 2 2 の高さ位置は、排気側領域 5 2 A から隣接領域 5 2 C にかけて略同じ高さ位置であり、大キャビティ 5 2 は、その底面 5 2 2 から前記第 2 周縁 5 2 1 に向かって曲面状に立ち上がっている。つまり、大キャビティ 5 2 は、曲面で小キャビティ 5 1 に繋がっている。

【 0 0 5 9 】

次に、図 2 を主に参照して、点火プラグ 1 7 の着火部 1 7 A の構造を説明する。着火部 1 7 A は、中心電極 1 7 1 と、L 字型に折曲された角棒からなる接地電極 1 7 2 とを含む。接地電極 1 7 2 は、放電空間となるギャップ G を隔てて中心電極 1 7 1 と対向する対向

50

部 173 と、対向部 173 に連なる基部 174 とを含む。基部 174 は、点火プラグ 17 の軸心方向に延びている。対向部 173 は、基部 174 と直交する方向に延びている。

【0060】

点火プラグ 17 は、接地電極 172 の先端、すなわち対向部 173 の反基部側の末端が、気筒軸方向視において燃焼室 6 の径方向外側を向くように燃焼室天井面 6U (プラグ凹部 45) に配置されている。つまり、中心電極 171 と対向部 173 との間に形成されているギャップ G とノズルヘッド 18N との間に、基部 174 (接地電極 172) が介在するように、点火プラグ 17 がシリンダヘッド 4 に対して組み付けられている。この組付けにより、インジェクタ 18 の後記噴射孔 181 から噴き出される噴射燃料 18E (図 2 参照) は、接地電極 172 にブロックされて放電空間であるギャップ G に直接入り込むことができない。つまり、噴射燃料 18E が、十分に霧化しない状態でギャップ G に入り込まないように工夫されている。

10

【0061】

既述の通り、ノズルヘッド 18N はマルチホールタイプのヘッドであり、その中心軸周りの複数の位置に噴射孔 181 が形成された構造を有する。当例では、図 12 に示すように、第 1 ~ 第 10 の合計 10 個の噴射孔 181a ~ 181j が中心軸周りに等間隔で形成されている。この構成により、インジェクタ 18 (ノズルヘッド 18N) を中心として、噴射孔 181a ~ 181j から燃焼室 6 内に放射状に燃料が噴射される。各噴射孔 181 からは先広がりの円錐状 (コーン状) に燃料が噴射されるが、図 12 では、噴射孔 181a ~ 181j からの噴射燃料を、各噴射孔 181a ~ 181i の指向軸 (破線矢印) 181Ea ~ 181Ej で示している。

20

【0062】

各噴射孔 181a ~ 181j は、ピストン 5 の TDC 又はその近傍付近で燃料が噴射された場合に、キャビティ 5C (小キャビティ 51 及び大キャビティ 52) に燃料が向かうように指向軸 181Ea ~ 181Ej の向きが設定されている。詳しくは、第 1 ~ 第 10 の噴射孔 181a ~ 181j のうち、互いに隣接する第 1、第 2 の噴射孔 181a、181b は、燃料が小キャビティ 51 に向かうように指向軸 181Ea、181Eb の向きが設定され、それ以外の噴射孔 181c ~ 181j は、燃料が大キャビティ 52 に向かうように指向軸 181Ec ~ 181Ej の向きが設定されている。よって、大キャビティ 52 への燃料の噴射量よりも小キャビティ 51 への燃料の噴射量は少ない。

30

【0063】

[燃料噴射および点火のタイミング]

図 9 は、燃料噴射期間及び点火タイミングとクランク角との関係を示すタイムチャートである。本実施形態のエンジン本体 1 は、図 9 に示す、少なくともモード I 及びモード II の燃料噴射期間及び点火タイミングで、運転を成立させる。

【0064】

モード I は、上述のリタード S I 燃焼の実行の際に採用されるもので、燃料噴射期間 PF1 は圧縮行程の TDC 前後、点火タイミングは膨張行程初期である。すなわち、TDC よりも前の圧縮行程終盤のクランク角 - CA11 のタイミング T11 からインジェクタ 18 による燃料噴射が開始され、TDC 後の膨張行程開始期のクランク角 + CA12 のタイミング T12 まで燃料噴射が実行される。このタイミング T11 ~ T12 が燃料噴射期間 PF1 である。その後、膨張行程初期の所定のクランク角 + CA13 のタイミング T13 において、点火プラグ 17 によって混合気に点火される。一例を挙げると、- CA11 は圧縮 TDC 前 10°、+ CA12 は圧縮 TDC 後 2°、+ CA13 は圧縮 TDC 後 9° である。

40

【0065】

モード II は、上述の S I 燃焼及び S I C I 燃焼の際に採用されるもので、燃料噴射期間 PF2 は吸気行程の中期、点火タイミングは圧縮 TDC 付近である。すなわち、排気 TDC からピストン 5 が半分程度下降するクランク角 CA2 を挟んだタイミング T21 ~ T22 が、燃料噴射期間 PF2 とされる。点火タイミングは、圧縮 TDC に至るタイミング

50

T 2 3である。一例を挙げると、C A 2は排気T D C後70°である。なお、圧縮T D C前のクランク角C A 3で、C A 2に加えて追加的に燃料噴射を行わせても良い。

【0066】

[ 燃焼動作 ]

既述の通り、S I燃焼やS I C I燃焼が実行される際には、S C V 9 1が駆動され、2つの吸気側開口部41のうち的一方が閉止又はそれに近い状態とされる。これにより、吸気行程には、図10に示すように、他方の吸気側開口部41から気筒2の略接線方向に沿って燃焼室6に吸気が導入され、白抜き矢印で示すように、燃焼室6内に気筒軸周りの渦流であるスワール流F Sが形成される。

【0067】

吸気行程後、圧縮行程が進行し、ピストン5がT D Cに近づくに連れて、スワール流F Sは、燃焼室6内において徐々に気筒軸方向に圧縮されていく。

【0068】

図11は、図9のタイミングT 1 1の直前の状態を示している。つまり、モードI(リタードS I燃焼の実行)の圧縮行程後期において、インジェクタ18による燃料噴射が開始される直前の状態を示している。既述した通り、小キャビティ51の底面512は、大キャビティ52の底面522よりも気筒軸方向において高い位置に形成されている。すなわち、小キャビティ51は大キャビティ52よりも気筒軸方向において高い位置に形成されている。このため、ピストン5がT D C付近にあるときの燃焼室6内のスワール流F Sは、同図に示すように、大キャビティ52から小キャビティ51へ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流F Sとなる。この斜めスワール流F Sは、小キャビティ51の上方領域において燃焼室天井面6Uに到達し、小キャビティ51に対応する位置に配置された着火部17Aを通過することとなる。

【0069】

着火部17Aは、燃焼室天井面6Uのプラグ凹部45に收容されている。プラグ凹部45の近傍には、着火時に発生するガス(残留ガス)が滞留しがちとなるが、斜めスワール流F Sがプラグ凹部45を通過することにより、着火部17Aに存在する残量ガスが、斜めスワール流F Sによって除去されることとなる。すなわち、放電空間となる前記ギャップGやその周辺に存在する残留ガスが除去される。

【0070】

図12、図13は、図9のタイミングT 1 1の直後の状態を示している。つまり、モードIの圧縮行程後期において、燃料噴射が開始された直後の状態を示している。燃料は、インジェクタ18のノズルヘッド18Nによって、小キャビティ51及び大キャビティ52に噴射される。ここで、大キャビティ52の大部分(排気側領域52A)は、排気側に配置されている。排気側は、燃焼後の高温ガスを排出する排気ポート10を有するので、吸気側よりも高温化している。従って、大キャビティ52に向けて噴射された燃料は、排気側の熱によって比較的早く霧化し易くなり、短時間で十分に吸気と混合された混合気F Aとなる。このように十分に混合された混合気F Aは、前記斜めスワール流F Sによって着火部17Aに運ばれる(図12)。一方、小キャビティ51に噴射された燃料は、その底面512に沿ってインジェクタ18の着火部17Aに向かって案内される(図13)。

【0071】

その後、図9のタイミングT 1 3で着火部17Aによる着火が行われる。この強制点火によって、小キャビティ51内において火炎が高速で拡がる。つまり、小キャビティ51に集約された混合気が一気に燃焼する。これは、斜めスワール流F Sによって着火部17Aに存在する残量ガスが除去されるとともに、高温の排気側で霧化が促進された燃料と吸気との混合気F Aが斜めスワール流F Sにより着火部17A及び小キャビティ51に運ばれることで、小キャビティ51内の混合気の着火性が良好となっていることによる。

【0072】

前記強制着火により着火部17Aの周囲に形成された燃焼領域は、燃焼室6内の残りの混合気を燃焼させるための火種となる。すなわち、小キャビティ51で発生した火炎が、

10

20

30

40

50

大キャビティ 5 2 に集約された混合気へ火炎伝播して、大キャビティ 5 2 内に燃焼領域を作り、これを拡張させてゆく。このとき、吸気側平面部 5 5 上では、ピストン 5 の下降に伴う負圧力の作用（逆スキッシュ流の形成）も相俟って火炎伝播し、燃焼領域を拡大させてゆく。

【 0 0 7 3 】

そして、この燃焼領域の拡大による燃焼室 6 内の高温高圧化によって、大キャビティ 5 2 及びその他の残部領域において自己着火による燃焼も発生する。これら火炎伝播及び自己着火によって、大キャビティ 5 2 内の混合気及びその他の残部領域において燃焼が急速に広がる。従って、燃焼室 6 全体に火炎を高速で拡大させ、燃焼室 6 の空間全体を利用した均質燃焼を実現させることができる。なお、自己着火による燃焼が発生せず、火炎伝播のみで燃焼が完遂される場合もある。

10

【 0 0 7 4 】

以上、主にモード I（リタード S I 燃焼）の燃焼状態について説明したが、モード I I についても S I C I 燃焼が実行される際には、2つの吸気側開口部 4 1 のうちの一方が閉止又はそれに近い状態とされることで燃焼室 6 内にスワール流 F S が形成される。そして、ピストン 5 の上昇に伴い斜めスワール流 F S となり、このスワール流 F S により着火部 1 7 A に存在する残量ガスが除去される。また、排気側で霧化が促進された燃料と吸気の混合気が斜めスワール流 F S によって着火部 1 7 A 及び小キャビティ 5 1 に運ばれる。そのため、図 9 のタイミング T 2 3 で着火が行われると、小キャビティ 5 1 内において火炎が高速で広がり、さらに燃焼室 6 全体に火炎を高速で拡大させ、燃焼室 6 の空間全体を利用した均質燃焼が実現される。

20

【 0 0 7 5 】

[ 作用効果 ]

以上説明した本実施形態に係る火花点火式のエンジンの燃焼室構造によれば、次のような作用効果を奏する。

【 0 0 7 6 】

本実施形態のエンジン本体 1 において、燃焼室 6 の底面を区画するピストン 5 の冠面 5 0 は、点火プラグ 1 7 の着火部 1 7 A に対応する領域に凹設された小キャビティ 5 1 と、小キャビティ 5 1 に隣接する位置に凹設された大キャビティ 5 2 とを有し、この小キャビティ 5 1 の底面 5 1 2 は大キャビティ 5 2 の底面 5 2 2 よりも気筒軸方向において高い位置に形成されている（図 4）。すなわち、小キャビティ 5 1 は大キャビティ 5 2 よりも気筒軸方向の高い位置にある。

30

【 0 0 7 7 】

そのため、ピストン 5 が上死点付近にあるときに、燃焼室 6 内に生成されるスワール流 F S を小キャビティ 5 1 へ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流 F S とすることができる（図 1 0、図 1 1）。つまり、小キャビティ 5 1 に対応する位置に配置されている着火部 1 7 A に存在する残留ガスを、斜めスワール流 F S によって除去することが可能となる。従って、点火プラグ 1 7 の着火部 1 7 A に新鮮な混合気を与え、点火プラグ 1 7 による着火性を向上させることができる。そして、小キャビティ 5 1 で発生した火炎（火種）を、小キャビティ 5 1 よりも気筒軸方向の投影面積が大きい第 2 キャビティ 5 2 内へ火炎伝播させることにより、急速に大キャビティ 5 2 内の混合気を燃焼させることができる。従って、燃焼室全体に火炎を高速で拡大させ、燃焼室空間の全体を利用した均質燃焼を実現させることができる。

40

【 0 0 7 8 】

特に、点火プラグ 1 7 の着火部 1 7 A が、燃焼室 6 のうち、排気ポート 1 0 が設けられる側とは反対側の吸気側に配置されていることで、着火部 1 7 A の周りに残留ガスが比較的存在し難くなり、仮に溜まっていたとしても少量となる。そのため、残留ガスを斜めスワール流 F S によって難なく除去することができる。

【 0 0 7 9 】

また、小キャビティ 5 1 と大キャビティ 5 2 とは曲面で繋がっている（図 6、図 7

50

)、斜めスワール流 F S の形成が段差によって妨げられることが抑制される。そのため、より良好に斜めスワール流 F S を形成すること、ひいては点火プラグ 17 による着火性をより一層向上させることができる。

【0080】

本実施形態では、エンジン本体 1 は、燃焼室 6 内に強制的にスワール流 F S を生成するための S C V 9 1 (スワール流生成部) を備えており (図 1)、気筒軸方向視において排気側に向かって燃焼を噴射するように燃焼室天井面 6 U にインジェクタ 18 が配置されている (図 12)。つまり、比較的温度の高い排気側 (排気ポート 10 側) に向かって燃料を噴射させることで、燃料の霧化を促進させるとともに、この霧化した燃料を、強力な斜めスワール流 F S により吸気と十分に混合させながら点火プラグ 17 の着火部 17 A に運ぶことができる。そのため、この点でも点火プラグ 17 による着火性を向上させることができる。

10

【0081】

なお、モード I (リタード S I 燃焼) のように、ピストン 5 が上死点位置又はその近傍にあるときに燃料を噴射し、その直後に点火プラグ 17 により着火を行う場合、排気側で霧化した燃料が斜めスワール流 F S によって点火プラグ 17 に運ばれるまでにタイムラグが生じて着火に支障が生じることが考えられる。この点、本実施形態では、インジェクタ 18 により小キャビティ 5 1 及び大キャビティ 5 2 の双方へ燃料を噴射し、当該噴射時には、大キャビティ 5 2 の方向に噴射する量よりも少量の燃料を小キャビティ 5 1 の方向に噴射するようにしている。また、小キャビティ 5 1 は、インジェクタ 18 から噴射された燃料の混合気を燃焼室天井面 6 U に向かって案内可能に形成されている。これにより、小キャビティ 5 1 に噴射された比較的少量の燃料を利用して点火プラグ 17 より火種を形成し、この火種に対して、排気側で霧化された燃料を斜めスワール流 F S によって与えることができる。そのため、上記のようなタイムラグによる不都合が生じることが抑制され、点火プラグ 17 による着火性及びその後の燃焼性を向上させることが可能となる。

20

【0082】

また、点火プラグ 17 の着火部 17 A は、L 字型の接地電極 17 2 の先端が、燃焼室 6 の径方向外側、すなわちインジェクタ 18 の配置位置から離間する方向を指向するように燃焼室天井面 6 U (プラグ凹部 4 5) に配置されている。これにより、着火部 17 A の放電空間となるギャップ G に、ノズルヘッド 18 N から噴射された燃料が、十分に霧化しない状態で入り込まないようにされている。つまり、図 2 に示すように、接地電極 17 2 自身で噴射された燃料がブロックされるので、ギャップ G を挟んだ中心電極 17 1 及び対向部 17 3 に霧化不足の燃料が直接付着して炭化する、いわゆるプラグ被りを防止できる。

30

【0083】

(第 2 の実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態に係る火花点火式のエンジンの燃焼室構造を詳細に説明する。なお、第 2 実施形態の基本的な構造は第 1 実施形態と共通するため、以下の説明では、第 1 実施形態と共通する構成要素については同一符号を付して説明を省略又は簡略化し、主に第 1 実施形態に係る燃焼室構造との相違点について詳細に説明する。

【0084】

図 14 は、第 2 実施形態に係るエンジンの燃焼室構造が適用されるエンジンのシリンダヘッドの要部の断面図であり、図 15 は、燃焼室天井面の平面図である。

40

【0085】

燃焼室天井面 6 U は、第 1 実施形態と同様にペントルーフ型の形状である。第 1 実施形態の燃焼室天井面 6 U が、図 2 に示すような浅型の (勾配の小さい) ペントルーフ型であるのに対して、第 2 実施形態の燃焼室天井面 6 U は、深型の (勾配が大きい) ペントルーフ型である。つまり、第 2 実施形態の燃焼室 6 は、第 1 実施形態よりも燃焼室 6 の容積を大きくして圧縮比を下げた構造となっている。

【0086】

このような深型のペントルーフ型の燃焼室天井面 6 U において、2 つの吸気側開口部 4

50

1 の間にインジェクタ 1 8 を配置しながら、必要とされる各吸気側開口部 4 1 の開口面積を確保するには、X 方向において、2 つの吸気側開口部 4 1 をより気筒 2 の中心寄りに配置する必要がある。そのため、第 2 実施形態では、図 1 5 に示すように、2 つの吸気側開口部 4 1 は、それら一部分が気筒 2 の中心 2 a よりも排気側に位置するように配置されている。

【 0 0 8 7 】

これに伴い、インジェクタ 1 8 ( ノズルヘッド 1 8 N ) も気筒 2 の中心 2 a から排気側にオフセットされた配置となっている。インジェクタ 1 8 のオフセット量は、主にモード I I における燃料噴射時、すなわち吸気行程の中期にノズルヘッド 1 8 N から噴射される燃料が、吸気側開口部 4 1 から燃焼室 6 に導入される吸気の主流に乗って拡散し易い位置に設定されており、当例では、インジェクタ 1 8 は、気筒 2 の中心 2 a から約 2 m m だけ排気側にオフセットされている。

10

【 0 0 8 8 】

図 2 8 は、吸気行程の中期の吸気の流れとインジェクタ 1 8 との関係を説明するための断面図である。同図に示すように、吸気ポート 9 を通じて燃焼室 6 に導入される吸気の主流 M s は、吸気ポート 9 の上側壁面に沿って燃焼室 6 に導入されつつタンブル流を形成する。このような状態において、気筒 2 の中心 2 a にインジェクタ 1 8 の中心が位置する場合には、燃料の一部は吸気的主流 M s よりも下方でノズルヘッド 1 8 N から噴射されることとなり、吸気的主流 M s に乗り難くなる。これに対して、インジェクタ 1 8 が気筒 2 の中心 2 a から排気側にオフセットされた構成によれば、吸気的主流 M s よりも上方又はその近傍位置でノズルヘッド 1 8 N から噴射されるため、燃料が吸気的主流 M s に乗って拡散し易くなる。

20

【 0 0 8 9 】

なお、この実施形態では、気筒 2 の中心 2 a からインジェクタ 1 8 ( ノズルヘッド 1 8 N ) の中心が約 2 m m だけ排気側にオフセットされているが、この場合のオフセット量は、インジェクタ 1 8 から噴射される燃料が吸気的主流 M s に乗って良好に拡散されるように設定されていればよく、例えば、気筒 2 の中心 2 a から、当該気筒 2 の直径 ( ポア径 ) の 2 ~ 5 % の範囲内で排気側にオフセットされているのが好適である。

【 0 0 9 0 】

第 2 実施形態のピストン 5 の冠面 5 0 もキャビティ 5 C、吸気側平面部 5 5、排気側平面部 5 6 及び一対の側方上面 5 7 を含む点で第 1 実施形態と構成が共通している。しかし、以下の点で第 1 実施形態と具体的な構造が相違している。

30

【 0 0 9 1 】

図 1 6 は、ピストン 5 に対する点火プラグ 1 7 及びインジェクタ 1 8 の配置関係を示す斜視図、図 1 7 は、同配置関係を示す平面図である。図 1 8 は、ピストン 5 の冠面 5 0 の平面図であり、図 1 9 ~ 図 2 1 は、それぞれピストン 5 の正面図 ( 吸気側から見た図 )、背面図 ( 排気側から見た図 )、側面図であり、図 2 2、図 2 3 は、それぞれ図 1 8 の X X I I - X X I I 線、X X I I I - X X I I I 線断面図である。また、図 2 4 は、排気側から見たピストン 5 の斜視図であり、図 2 5 は、吸気側から見たピストン 5 の斜視図である。

40

【 0 0 9 2 】

第 2 実施形態のキャビティ 5 C は、小キャビティ 5 1 ( プラグ対応部 ) と大キャビティ 5 2 ( 下段部 ) とが稜線 5 4 により区切られることなく ( 換言すれば、稜線 5 4 を介することなく ) 滑らかに連続した形状を有している。つまり、キャビティ 5 C は、図 1 8 に示すように、凸部 5 3 とこれを取り囲むように滑らかに連続する一つの環状のキャビティ ( 以下、環状キャビティ 5 8 と称す ) とを含む。環状キャビティ 5 8 は、稜線 5 4 により区切られていないが、環状キャビティ 5 8 のうち、主に吸気側の底面 ( 第 1 実施形態の小キャビティ 5 1 の底面 5 1 2 に対応する部分 ) はそれ以外の部分の底面 ( 第 1 実施形態の大キャビティ 5 2 の底面 5 2 2 に対応する部分 ) よりも気筒軸方向において高い位置に形成されている。すなわち、環状キャビティ 5 8 のうち、主に吸気側はそれ以外の部分よりも

50

気筒軸方向において相対的に燃焼室天井面 6 U に近くなるように形成されている。

【 0 0 9 3 】

図 1 8 ~ 図 2 1 に示すように、冠面 5 0 のうち、吸気側平面部 5 5 と環状キャビティ 5 8 との間であってかつ一对の側方上面 5 7 の間には、吸気側斜面部 6 1 が設けられ、排気側平面部 5 6 と環状キャビティ 5 8 との間であってかつ一对の側方上面 5 7 の間には排気側斜面部 6 2 が設けられている。

【 0 0 9 4 】

吸気側斜面部 6 1 は、吸気側平面部 5 5 の末端部分から排気側に向かって先上がりに傾斜する平坦な斜面であり、排気側斜面部 6 2 は、排気側平面部 5 6 の末端部分から吸気側に向かって先上がりに傾斜する平坦な斜面である。図 2 6 に示すように、各斜面部 6 1、  
6 2 は、ピストン 5 が上死点位置にあるときに、燃焼室天井面 6 U のペントルフ部分に近接して対向し、当該ペントルフ部分と略平行に延びる面である。

10

【 0 0 9 5 】

環状キャビティ 5 8 は、冠面 5 0 において排気側に偏って形成されている。凸部 5 3 は、図 1 8 に示すように、気筒軸方向視において X 方向の寸法 5 3 X が Y 方向の寸法 5 3 Y よりも大きい、つまり X 方向に細長いオーバル形状（長円形）を有している。凸部 5 3 の中心 5 3 a は、インジェクタ 1 8 に対応して冠面 5 0 の中心 5 a（気筒 2 の中心 2 a）から排気側にオフセットされており、これにより、凸部 5 3 の中心はインジェクタ 1 8（ノズルヘッド 1 8 N）の直下に位置している。

【 0 0 9 6 】

環状キャビティ 5 8 は、当該環状キャビティ 5 8 を区画する周縁である内周縁 5 8 1 と外周縁 5 8 2 とを含む。内周縁 5 8 1 は、凸部 5 3 との境界線となり、外周縁 5 8 2 は、吸気側斜面部 6 1、排気側斜面部 6 2 及び側方上面 5 7 との境界線となる。

20

【 0 0 9 7 】

外周縁 5 8 2 のうち、冠面 5 0 の中心 5 a（図 1 8 中の X X I I I - X X I I I 線）よりも排気側の部分（排気側外周縁 5 8 2 b）であって側方上面 5 7 との境界線となる部分は、当該中心 5 a を中心とする略真円に沿った円弧状であり、他方、冠面 5 0 の中心 5 a よりも吸気側の部分（吸気側外周縁 5 8 2 a）であって側方上面 5 7 との境界線となる部分は、当該中心 5 a を中心とする楕円又は Y 方向に細長い長円に沿った円弧状である。このように、環状キャビティ 5 8 及び凸部 5 3 が形成される結果、当該環状キャビティ 5 8  
は冠面 5 0 において排気側に偏っている。

30

【 0 0 9 8 】

第 2 実施形態では、図 1 4 及び図 1 6 に示すように、点火プラグ 1 7 は第 1 実施形態とは反対の向きで燃焼室天井面 6 U（プラグ凹部 4 5）に配置されている。具体的には、点火プラグ 1 7 は、接地電極 1 7 2 の先端、すなわち対向部 1 7 3 の反基部側の末端が、気筒軸方向視において燃焼室 6 の径方向内側を向くように配置されている。燃焼室天井面 6 U が深型のペントルフ型とされ、冠面 5 0 に吸気側斜面部 6 1 が設けられている第 2 実施形態では、このように点火プラグ 1 7 が配置されることで、圧縮行程時に着火部 1 7 A の周りの掃気効果を高めるようにされている。つまり、ピストン 5 の冠面 5 0 に、燃焼室天井面 6 U のペントルフ部分に対応する吸気側斜面部 6 1 が設けられる第 2 実施形態では、圧縮行程時に、燃焼室天井面 6 U の吸気側天面 4 3 とピストン 5 の吸気側平面部 5 5 との間で吸気又は混合気が圧縮されるに伴い、図 2 7 中に矢印で示すように、吸気側斜面部 6 1 に沿って燃焼室天井面 6 U に向かうスキッシュ流が生成される。この際、接地電極 1 7 2 の先端が燃焼室 6 の径方向内側を向くように点火プラグ 1 7 が配置されていることで、当該スキッシュ流によりプラグ凹部 4 5 内の残留ガスを押し出し易くなる。つまり、着火部 1 7 A の周りの掃気効果が高められる。

40

【 0 0 9 9 】

環状キャビティ 5 8 のキャビティ形状は、モード I において、ピストン 5 が圧縮上死点位置又はその近傍にあるときにインジェクタ 1 8 から噴射される燃料を燃焼室天井面 6 U に沿って円滑に巻き上げることが可能な形状とされている。詳しくは、環状キャビティ 5

50

8は、図26に示すように、当該環状キャビティ58の内周側に位置し、ピストン5が圧縮上死点位置又はその近傍にあるときにインジェクタ18から噴射された燃料を凸部53に沿って外向きに案内する助走部59aと、この助走部59aの外周に位置し、当該助走部59aに沿って案内される燃料を燃焼室天井面6Uに向かって巻き上げる巻き上げ部59bとを含む。助走部59aは凸部53に滑らかに連続する断面円弧状であり、巻き上げ部59bは助走部59aよりも曲率半径が小さい断面円弧状である。吸気側斜面部61及び排気側斜面部62に対応する部分では、これら斜面部61、62が設けられている分、巻き上げ部59bがより上方まで延在している。これにより、図26中に破線矢印で示すように、ノズルヘッド18Nから噴射される燃料が燃焼室天井面6Uのペントルフ部分に沿って効果的に巻き上げられ、燃料の霧化促進が図られるようになっている。

10

## 【0100】

なお、環状キャビティ58の吸気側外周縁582aのうち、一对の側方上面57の末端に対応する部分(図17の破線丸枠の部分)は、気筒軸方向視で点火プラグ17の着火部17Aに湾曲して指向している。すなわち、一对の側方上面57の末端に対応する部分から吸気側外周縁582aを延長したとすると、吸気側外周縁582aが着火部17Aを通るように、当該吸気側外周縁582aのうち一对の側方上面57の末端に対応する部分が形成されている。これにより、図17中の矢印で示すように、環状キャビティ58に沿って排気側から吸気側に流れる混合気が着火部17Aに向かって案内されるようになっている。

## 【0101】

20

第2実施形態のピストン5においては、図19~図21に示すように、当該ピストン5のピストンヘッド5Aの上端部外周に段差部63が形成されている。この段差部63は、膨張行程において、当該ピストンヘッド5Aの上端部外周面と気筒2の内周面との間に未燃焼ガスを逃がすための隙間を形成するためのものであり、これによりノック音の発生が抑制されるようになっている。

## 【0102】

以上が第2実施形態の燃焼室構造である。第2実施形態の燃焼室構造は、燃焼室6の容積を大きくして圧縮比を下げるために、燃焼室天井面6Uが深型のペントルフ型とされたものであるが、基本的な構造は第1実施形態と共通する。そのため、第2実施形態の燃焼室構造についても第1実施形態の燃焼室構造とほぼ同等の作用効果を楽しむことができる。すなわち、ピストン5が上死点付近にあるときに、燃焼室6内に生成されるスワール流FSを環状キャビティ58に沿って排気側から吸気側へ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流FSとし、着火部17Aに存在する残留ガスを、斜めスワール流FSによって除去することが可能となる。従って、点火プラグ17の着火部17Aに新鮮な混合気を与え、点火プラグ17による着火性を向上させることができる。

30

## 【0103】

## [変形例]

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、次のような変形例に係る実施形態を取り得る。

## 【0104】

40

(1)上記第1実施形態では、斜めスワール流FSを形成するために、ピストン5の冠面50に、互いに高さの異なる小キャビティ51と大キャビティ52とを形成した例について示した。しかし、ピストン5は、例えばより単純に、冠面50の半分の領域が、それ以外の領域よりも高く(又は低く)形成された構成であってもよい。図29(a)、(b)は、その例示(模式図)である。図29(a)は、冠面50のうち、点火プラグ17の着火部17Aの下方位置を含む吸気側の領域50aが、残りの領域(排気側の領域50b)よりも気筒軸方向に高い位置に形成された例である。各領域50a、50bの上面はほぼ平坦である。この構成によれば、燃焼室6内に生成されるスワール流FSを、排気側の領域50bから吸気側の領域50aへ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流FSとすることができる。

50

## 【0105】

なお、図29(b)に示すように、図29(a)とは逆の構成を採用することもできる。すなわち、燃焼室6の吸気側に着火部17Aが位置するように点火プラグ17を燃焼室天井面6Uに配置され、冠面50のうち、点火プラグ17の着火部17Aの下方位置を含む排気側の領域50bが、残りの領域(吸気側の領域50a)よりも気筒軸方向に高い位置に形成されている。この構成によれば、図29(a)とは異なり、吸気側の領域50aから排気側の領域50bへ向けて斜め上方へせり上がる斜めスワール流FSが形成される。しかし、着火部17Aが排気側に位置しているため、上記実施形態と同様に、着火部17Aに存在する残留ガスを、斜めスワール流FSによって除去することが可能となる。

## 【0106】

なお、図29(a)、(b)の例についても、良好な斜めスワール流FSを形成するうえで、両領域50a、50bが曲面で繋がっているのが望ましい。

## 【0107】

(2)上記第1実施形態では、図7に示したように、大キャビティ52の底面522は略一定の高さに形成されている。しかし、大キャビティ52は、例えば図30に示すように、排気側領域52Aの底面522が最も深く、この排気側領域52Aから隣接領域52Cに向かって漸減的に浅くなるように形成されていてもよい。つまり、大キャビティ52のうち、少なくとも排気側から吸気側に向かってスワール流FSが流れる部分はその深さが漸減的に浅くなっている。この構成によれば、斜めスワール流FSの良好な形成に寄与する。そのため、排気側で霧化された燃料をより円滑に点火プラグ17の着火部17Aに運ぶことができ、燃焼性をより一層向上させることができる。

## 【0108】

なお、図示を省略するが、第2実施形態の環状キャビティ58についても同様である。この場合には、環状キャビティ58のうち、主に吸気側(第1実施形態の小キャビティ51に対応する部分)以外の部分の底面(第1実施形態の大キャビティ52の底面522に対応する部分)が上述するように、排気側から吸気側に向かって漸減的に浅くなるようにすればよい。

## 【0109】

(3)上記第1、第2実施形態では、スワール流FSを形成するために、2つの吸気側開口部41に連通する吸気ポート9のうちの一つにSCV91が設けられている。しかし、スワール流FSを生成するための構成(すなわち、本発明のスワール流生成部の構成)は、これに限らない。例えば、SCV91を設ける代わりに、気筒軸方向視において、2つの吸気ポート9がそれぞれ吸気側開口部41に対してX方向よりも+Y方向側(又は-Y方向側)から斜めに連通するように形成してもよい。すなわち、吸気ポート9自身がスワール流生成部としての機能を兼ねた構成でもよい。この構成によれば、2つの吸気側開口部41からの吸気が気筒2の内周面に沿って流れ易くなり、上記実施形態と同様に、燃焼室6内にスワール流FSを形成することが可能となる。

## 【0110】

(4)スワール流FSを強制的に生成するための構成(上記スワール流生成部)は省略されてもよい。吸気バルブ11は傘状の弁体11aを備えており、吸気側開口部41から気筒2内に導入される吸気は、この傘状の弁体11aに沿って気筒内に流入することでスワール成分(スワール流)を含む流れとなる。そのため、スワール流FSを強制的に生成するための構成を備えていない場合であっても、ある程度は上記実施形態で説明したような作用効果を楽しむことが可能となる。

## 【0111】

(5)上記第1、第2実施形態では、インジェクタ18のノズルヘッド18Nが燃焼室6内に配置され、直噴方式で燃料が燃焼室6に供給される例を示した。これに代えて、吸気ポート9にインジェクタ18を配置するポート噴射方式を採用しても良い。

## 【符号の説明】

## 【0112】

10

20

30

40

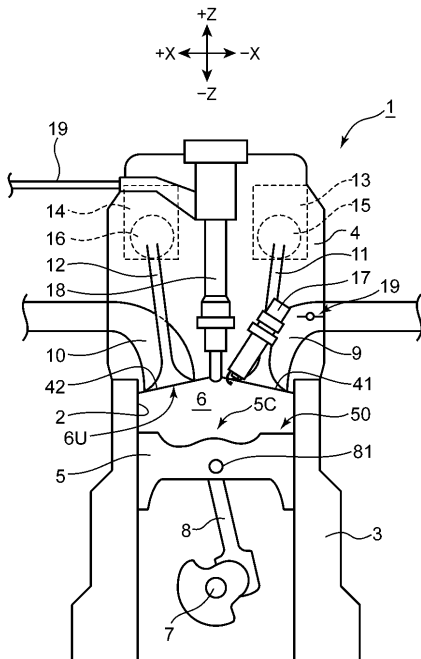
50

- 1 エンジン本体
- 2 気筒
- 3 シリンダブロック
- 4 シリンダヘッド
- 5 ピストン
- 5 C キャビティ
- 5 0 冠面
- 5 1 小キャビティ (プラグ対応領域 / 第 1 キャビティ)
- 5 1 1 第 1 周縁
- 5 1 2 底面
- 5 2 大キャビティ (下段部 / 第 2 キャビティ)
- 5 2 1 第 2 周縁
- 5 2 2 底面
- 6 燃焼室
- 6 U 燃焼室天井面
- 9 吸気ポート
- 9 1 スワールコントロールバルブ ( S C V )
- 1 0 排気ポート
- 1 1 吸気バルブ
- 1 2 排気バルブ
- 1 7 点火プラグ
- 1 7 A 着火部
- 1 8 インジェクタ (燃料噴射弁)
- F S スワール流

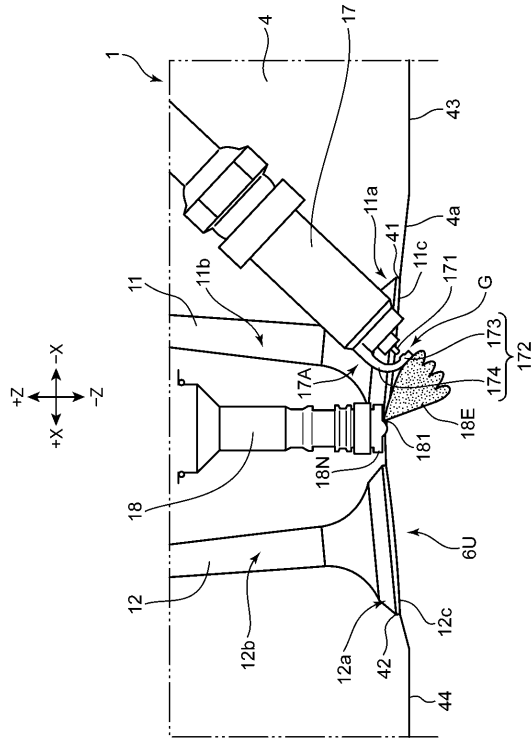
10

20

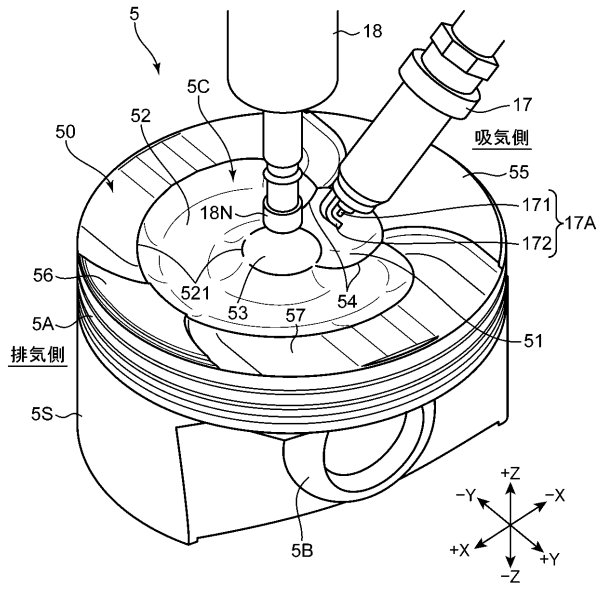
【図 1】



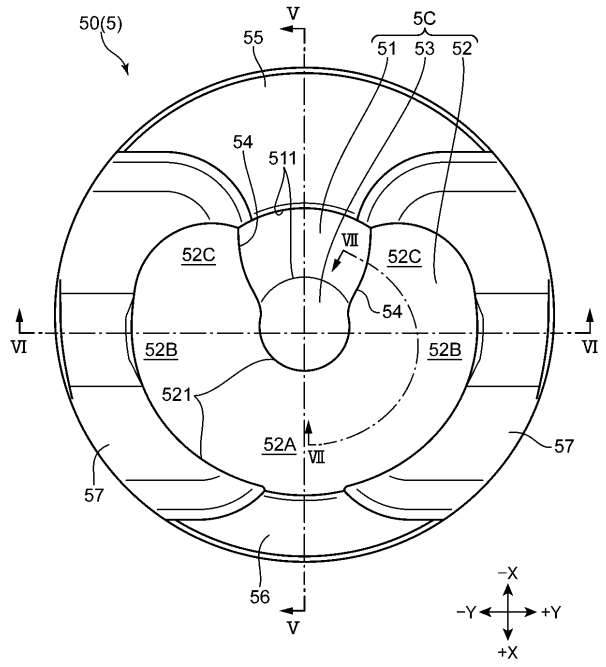
【図 2】



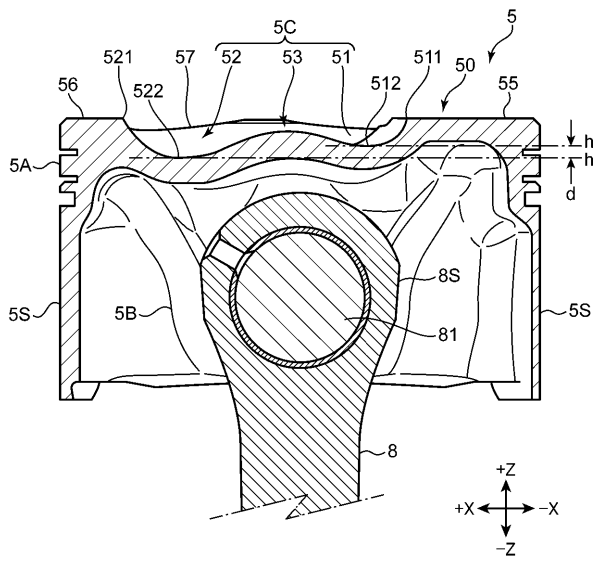
【図3】



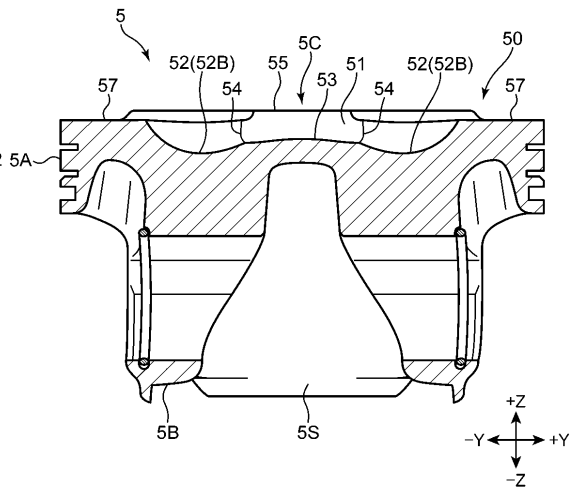
【図4】



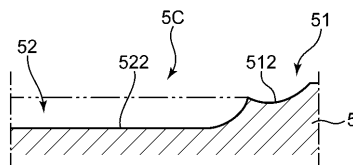
【図5】



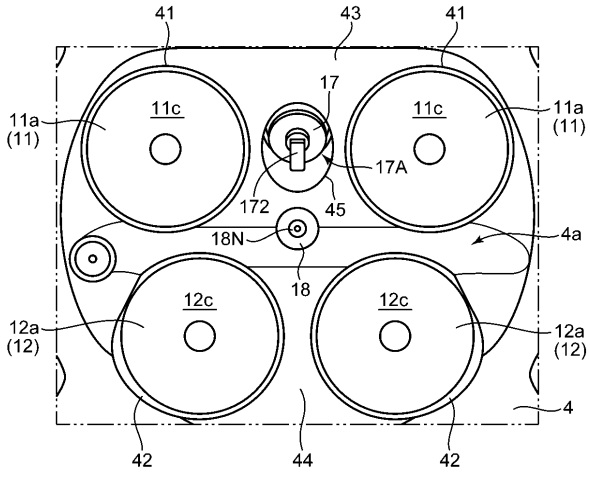
【図6】



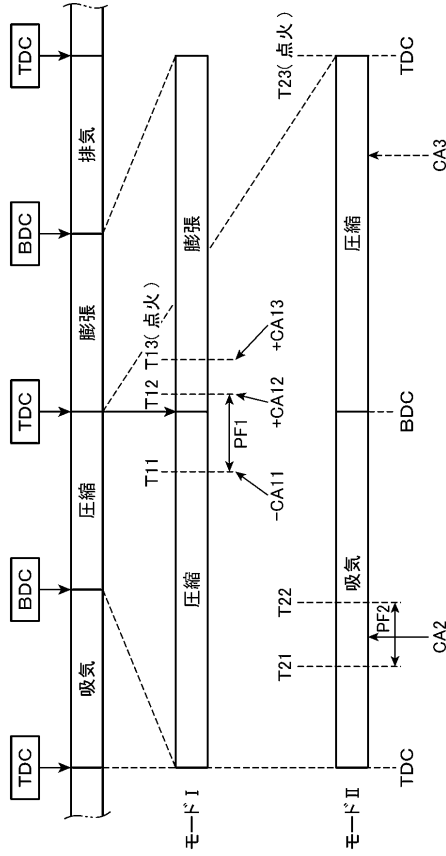
【図7】



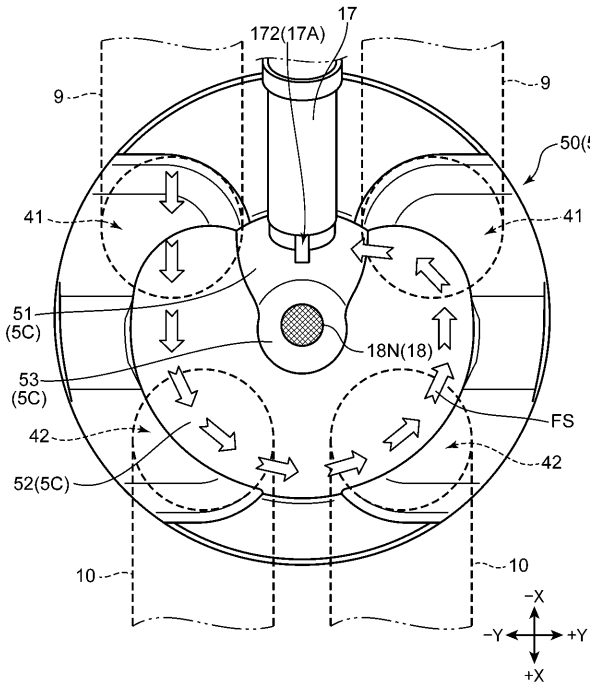
【図8】



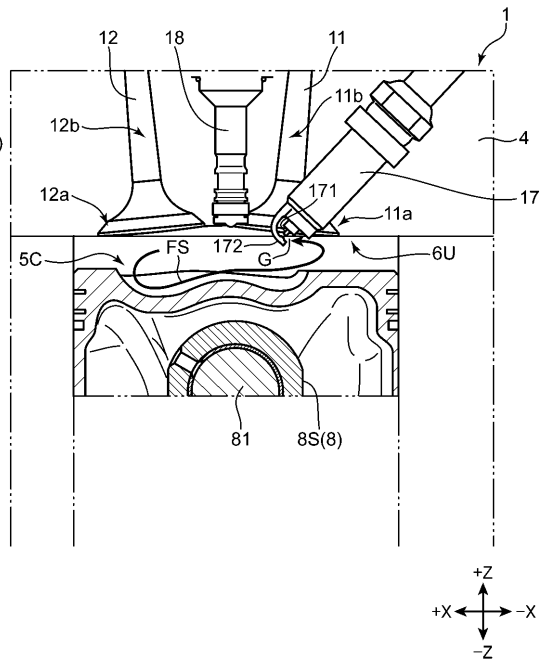
【図9】



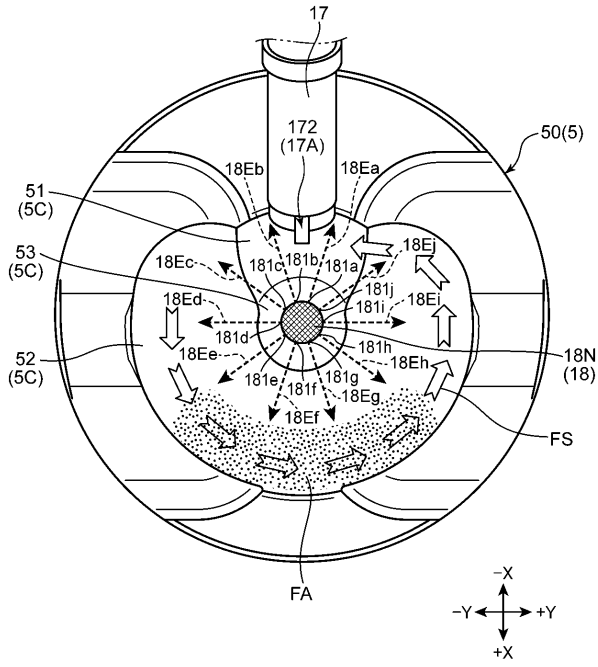
【図10】



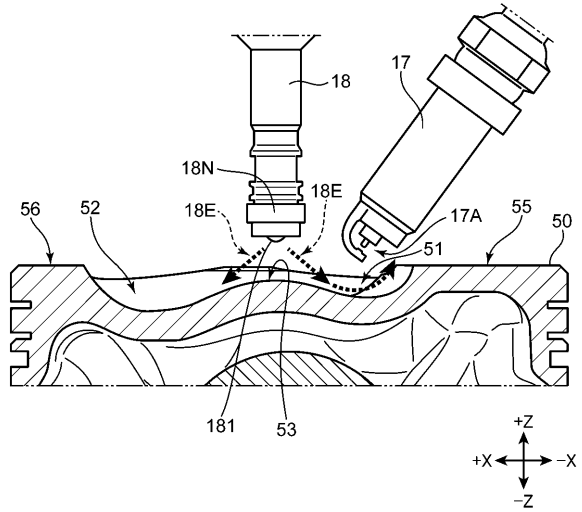
【図11】



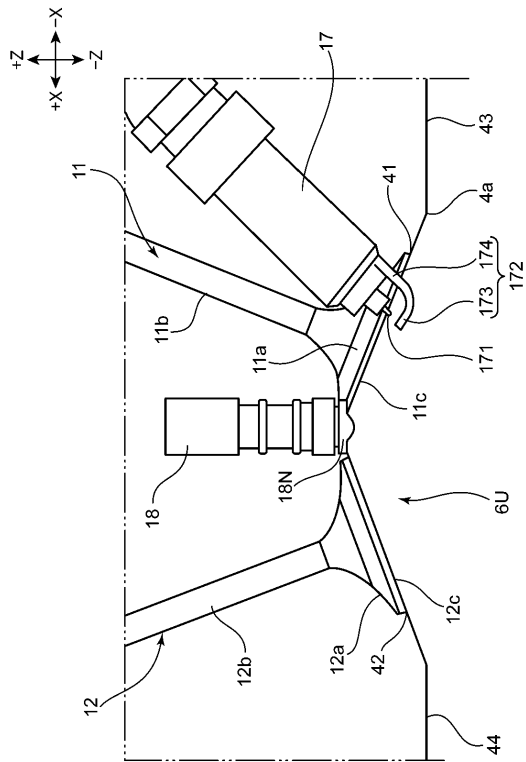
【図12】



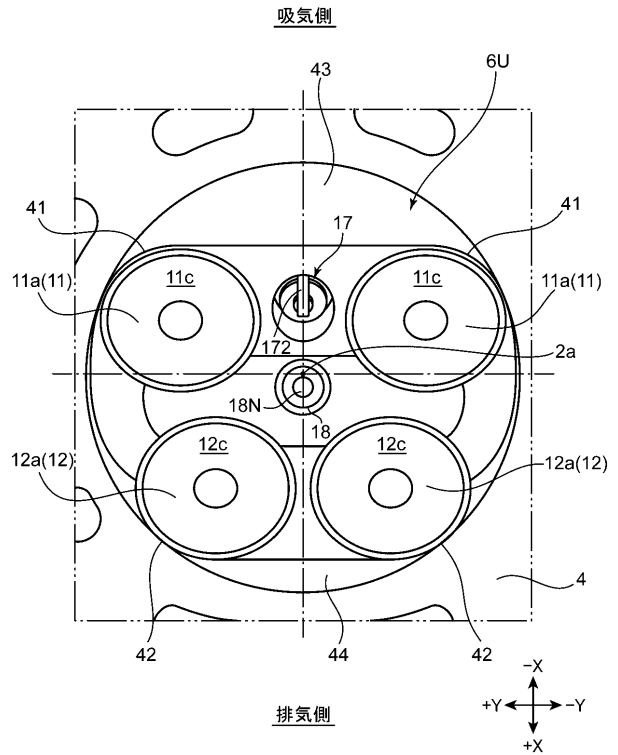
【図13】



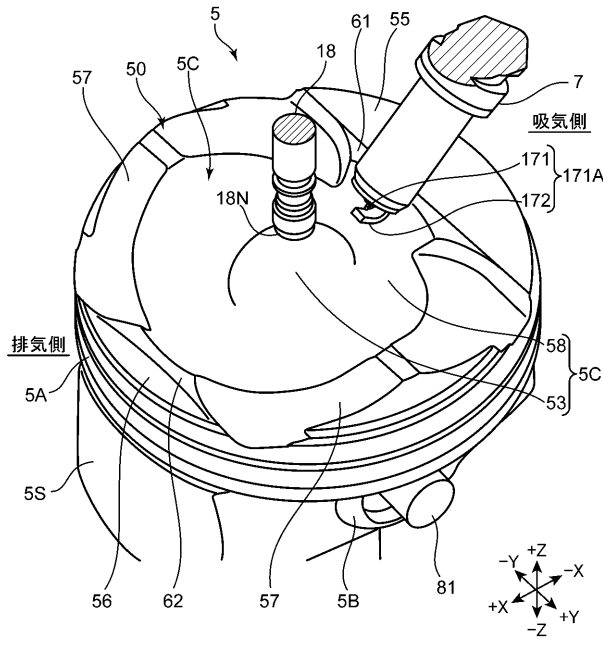
【図14】



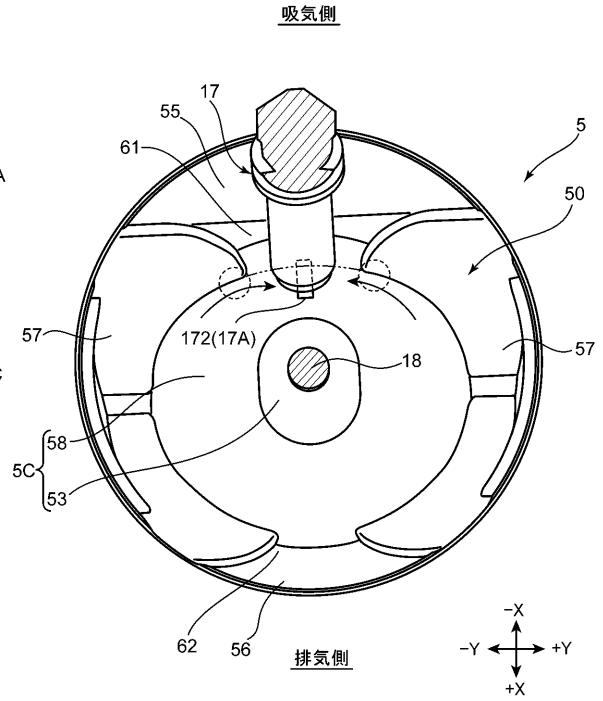
【図15】



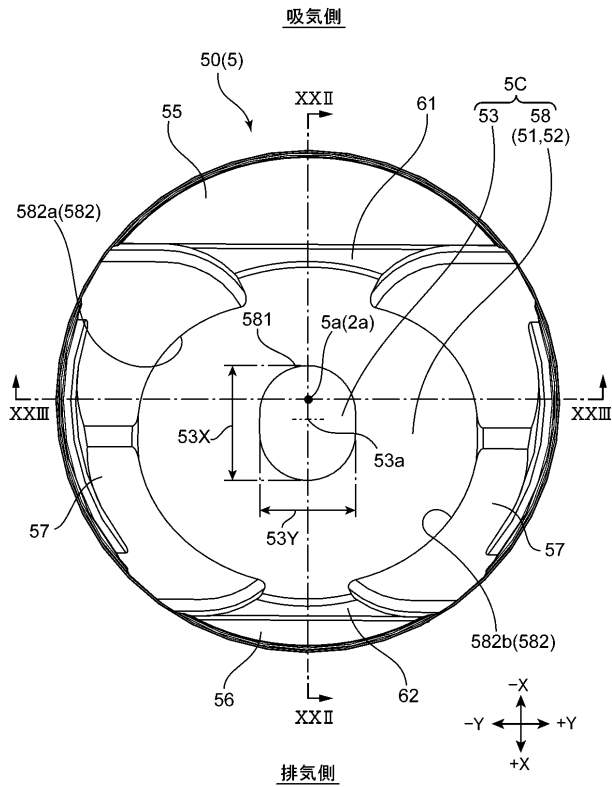
【図16】



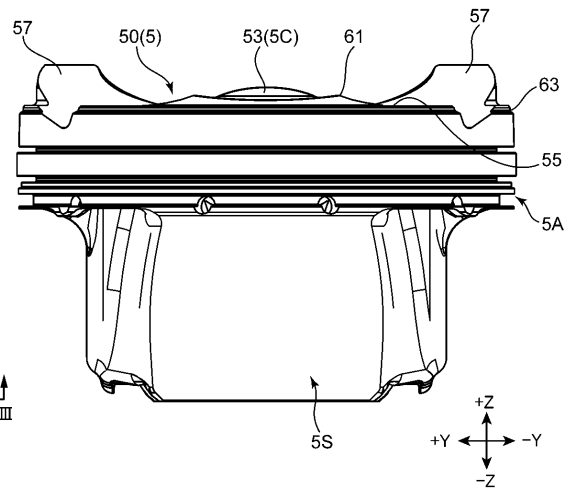
【図17】



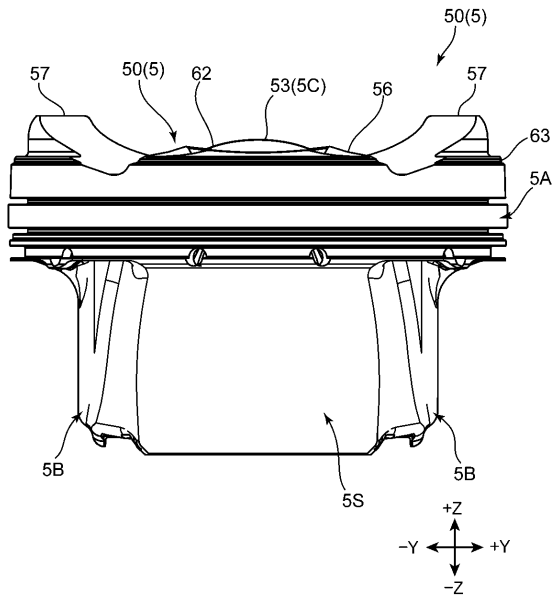
【図18】



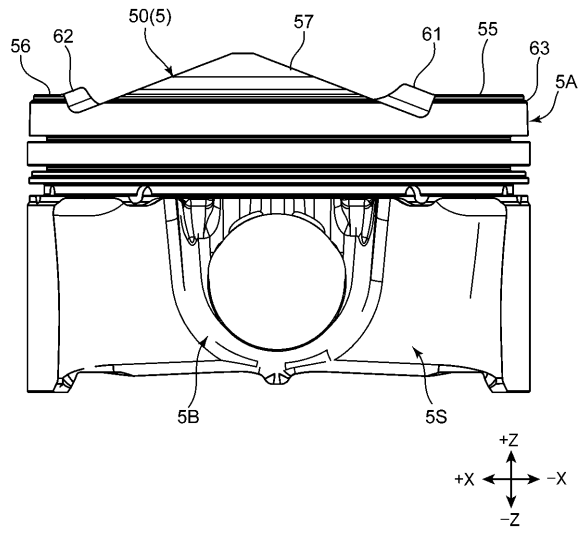
【図19】



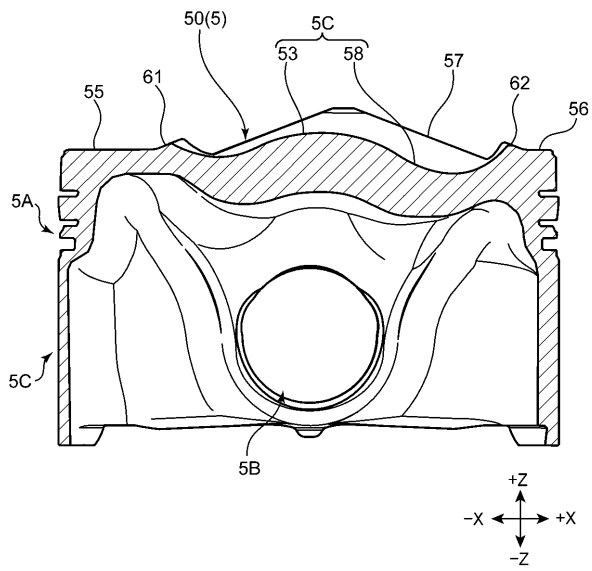
【図 20】



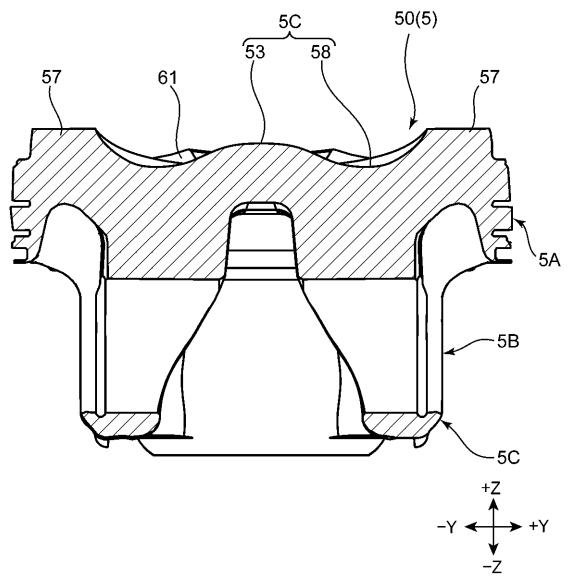
【図 21】



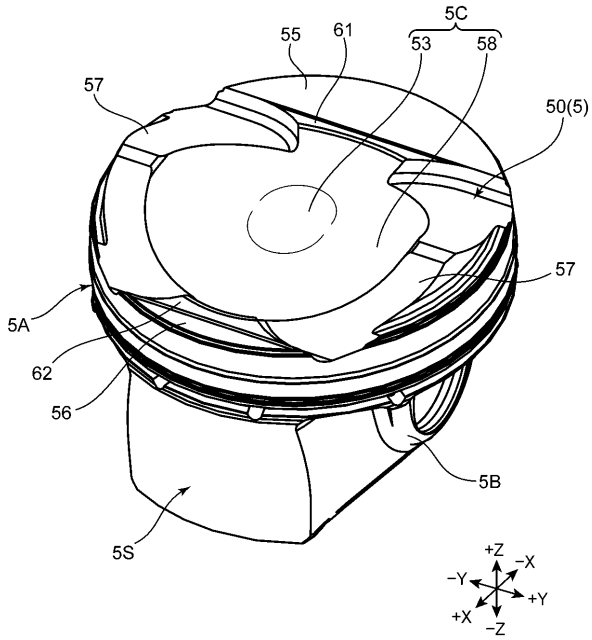
【図 22】



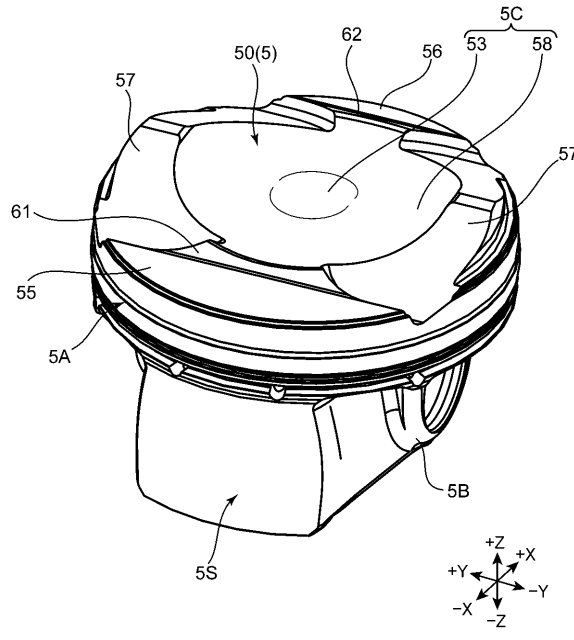
【図 23】



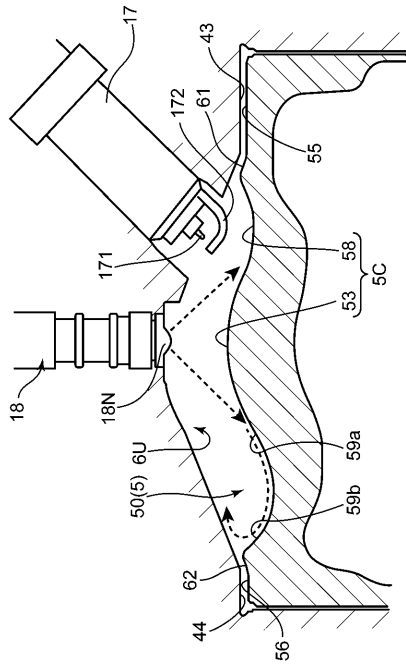
【 2 4 】



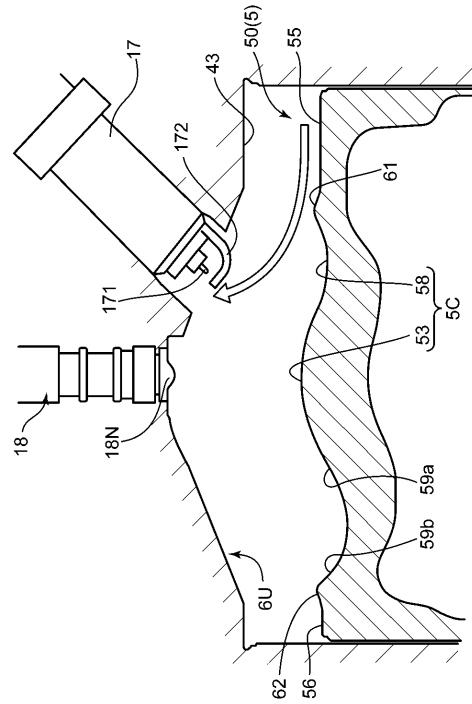
【 2 5 】



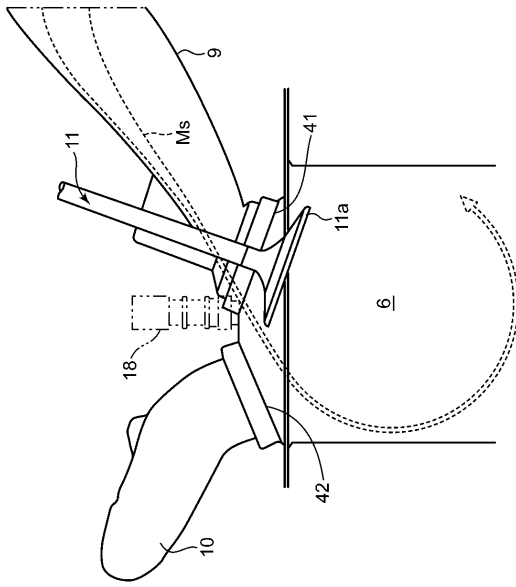
【 2 6 】



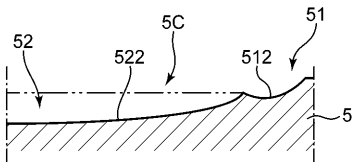
【 2 7 】



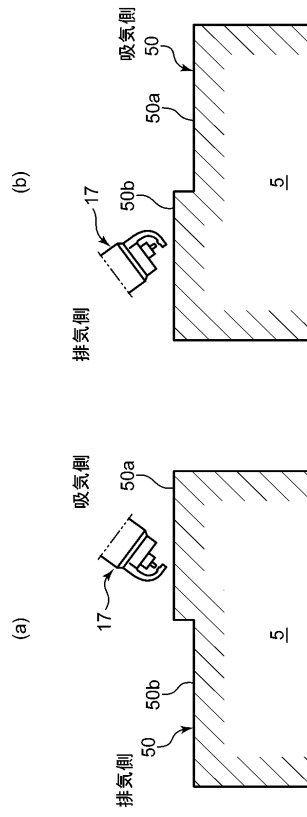
【図 28】



【図 30】



【図 29】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	F 0 2 B	23/10	M
	F 0 2 B	23/10	3 1 0 E
	F 0 2 M	61/14	3 1 0 D
	F 0 2 M	61/14	3 1 0 S
	F 0 2 F	3/26	B
	F 0 2 F	3/26	C

- (72)発明者 中原 康志  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 井上 淳  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 松本 浩太  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 植木 義治  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 河野 通治  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 本田 雄哉  
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 大西 謙斗  
 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 櫻田 正紀

- (56)参考文献 特開平09-280055(JP,A)  
 特開2005-171879(JP,A)  
 特開平10-131757(JP,A)  
 特開平10-131756(JP,A)  
 特開平11-107759(JP,A)  
 特開昭63-306225(JP,A)  
 実開平02-026728(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 B	2 3 / 1 0
F 0 2 F	3 / 2 6
F 0 2 M	6 1 / 1 4