

(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2018-96218

(P2018-96218A)

(43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2B 19/18 (2006.01)	FO2B 19/18 B	3G023
FO2B 19/12 (2006.01)	FO2B 19/12 B	
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2B 19/18 A	
	FO2M 21/02 S	
	FO2M 21/02 3O1R	
審査請求 未請求 請求項の数 13 OL (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2016-238753 (P2016-238753)	(71) 出願人	316015888 三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社 神奈川県相模原市中央区田名3000番地
(22) 出願日	平成28年12月8日 (2016.12.8)	(74) 代理人	110000785 誠真IP特許業務法人
		(72) 発明者	野村 一敏 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内
		(72) 発明者	佐々木 俊也 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内
		(72) 発明者	竹本 大育 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工株式会社内
		最終頁に続く	

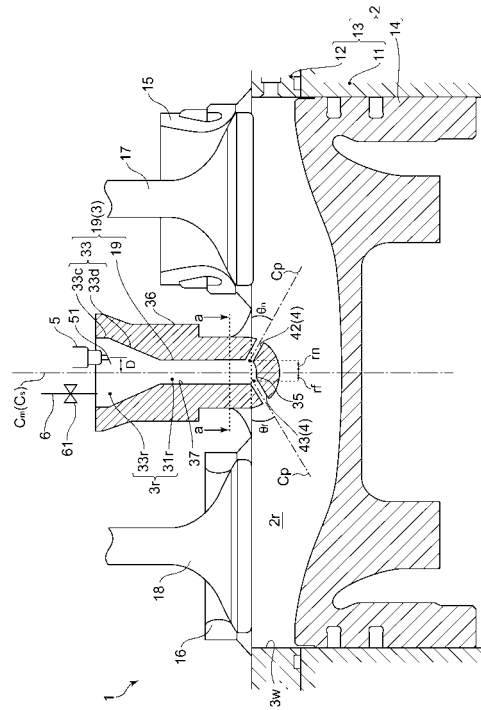
(54) 【発明の名称】 副室式ガスエンジン

(57) 【要約】

【課題】主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制可能な副室式ガスエンジンを提供する。

【解決手段】副室式ガスエンジンは、主燃焼室を形成する主室形成部と、主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、着火部が主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間されるように副室に設置された着火装置と、を備え、平面視において、副室は、副室の副室中心軸線と着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、副室中心軸線を通る境界線を境として定義される着火部が位置する側の着火近傍側領域、着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域を有しており、着火遠方側領域内の少なくとも1つの噴孔である遠方側特定噴孔における、副室に接続される副室側開口端部と副室中心軸線との距離は、着火近傍側領域内の少なくとも1つの噴孔である近傍側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離よりも短いか、長い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主燃焼室を形成する主室形成部と、
前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、
前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、

平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記副室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有しており、

前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔における、前記副室に接続される副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離よりも短いこと、あるいは、

前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔における、前記副室に接続される副室側開口端部と、前記副室中心軸線との距離は、前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離よりも短いこと、のいずれかであることを特徴とする副室式ガスエンジン。

【請求項 2】

前記近傍側特定噴孔は、平面視において、前記主燃焼室に接続される主室側開口端部が前記着火部に最も近接する前記着火近傍側領域内の前記噴孔となる最近接噴孔であり、

前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記主室側開口端部が前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の噴孔となる最遠方噴孔であることを特徴とする請求項 1 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 3】

前記遠方側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記複数の噴孔の各々の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離の平均よりも短いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 4】

前記近傍側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記複数の噴孔の各々の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離の平均よりも短いことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 5】

前記遠方側特定噴孔の俯角は、前記近傍側特定噴孔の俯角と同じであることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 6】

主燃焼室を形成する主室形成部と、
前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、
前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、

平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記副室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有し、

前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔の噴孔長は、前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔の噴孔長よりも短いことを特徴とする副室式ガスエンジン。

【請求項 7】

前記近傍側特定噴孔は、平面視において、前記着火部に最も近接する前記着火近傍側領

10

20

30

40

50

域内の前記噴孔となる最近接噴孔を含み、

前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の噴孔となる最遠方噴孔を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 8】

前記副室形成部において、前記遠方側特定噴孔の副室側開口端部と前記主室中心軸線との距離が、前記近傍側特定噴孔の副室側開口端部と前記主室中心軸線との距離よりも長くなるように、前記副室中心軸線と前記主室中心軸線とがずらされた状態で前記副室が形成されていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 9】

主燃焼室を形成する主室形成部と、

前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、

前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、

平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記主室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有し、

前記着火遠方側領域内の少なくとも 1 つの前記噴孔である遠方側特定噴孔は、前記副室との接続位置から離れるに従って径が小さくなるような形状を有する副室側開口端部を含むことを特徴とする副室式ガスエンジン。

【請求項 10】

前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の噴孔となる最遠方噴孔であることを特徴とする請求項 9 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 11】

前記主室中心軸線と前記副室中心軸線とは一致していることを特徴とする請求項 1 ~ 7、9 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 12】

前記副室は、

所定の内径を有する小径筒室であって、前記複数の噴孔が接続される小径筒室を形成する小径筒形成部と、

前記小径筒室よりも大きい内径を有した大径筒室であって、前記着火装置の着火部が位置する大径筒室を形成する大径筒形成部と、で構成されており、

前記主室中心軸線と前記小径筒室の副室中心軸線とは一致していることを特徴とする請求項 11 に記載の副室式ガスエンジン。

【請求項 13】

前記所定距離は、前記副室の内径の最大値の 10 % よりも大きいことを特徴とする請求項 1 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の副室式ガスエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、副燃焼室（副室）で生成された燃焼火炎を複数の噴孔を介して主燃焼室（主室）に噴出せしめることで、主燃焼室の混合気を燃焼させる副室式ガスエンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、希薄予混合気を効率良く燃焼させることが可能なエンジンとして副室式ガスエンジンが知られている（例えば、特許文献 1 ~ 2）。副室式ガスエンジンは、ピストンとシリンダヘッドとの間に画定される主燃焼室（主室）と、シリンダ上部などの主燃焼室

10

20

30

40

50

に近接して設けられた副室とを有しており、複数の噴孔を介して、主燃焼室と副室とが連通される。そして、点火プラグなどの着火装置により副室の混合気を着火することにより、この着火によって生じた燃焼火炎が副室の下部に設けられた複数の噴孔の各々から噴出し、主燃焼室の希薄予混合気を燃焼させる。より詳細には、エンジンの吸気行程でシリンダ内に導入された希薄予混合気の一部が、圧縮工程において複数の噴孔の各々を介して副室に流入し、副室に供給されている副室燃料と混合されて、副室には着火に適した濃度を有する混合気が生成される。この状態の混合気が着火装置により着火され、その燃焼火炎が副室噴孔からシリンダへ噴出し、これを火種（トーチ）として主燃焼室の希薄予混合気が着火、燃焼する。これによって、主燃焼室における希薄燃料の燃焼が可能となり、低燃費を実現している。また、主燃焼室での希薄混合ガスの燃焼は、比較的低温の燃焼であるため、 NO_x 等の発生量を低減し、低公害を実現可能としている。

【0003】

このような副室式ガスエンジンでは、圧縮工程において主燃焼室から噴孔を介して副室に流入する混合気の流れが不安定化すると、着火装置の着火部（例えば点火プラグの電極）廻りに着火し易い濃度の混合気が形成され難くなり、副室における燃焼が不安定になるおそれがある。このような課題に対して、特許文献1では、副室導入時の混合気の流れの安定性に噴孔の形状が影響するとの知見に基づいて、副室のスロート（後述する小径筒室）の形状や、噴孔のスロート側の開口端部の周縁に沿った丸面取り部の形状を規定し、燃焼変動の抑制を図っている。

【0004】

また、上述したように、主燃焼室の混合気は、燃焼行程において複数の噴孔の各々を介して副室から主燃焼室に噴出する燃焼火炎（トーチジェット）により着火されるところ、主燃焼室において混合気の燃焼火炎の火炎伝播にばらつきがあると、ノッキング等の異常燃焼の一因となる。このような課題に対して、特許文献2では、上記の主燃焼室における火炎伝播速度のばらつきの要因は、給気ポートが存在する側の給気側領域におけるシリンダ壁面の温度が、排気ポートが存在する側の排気側領域におけるシリンダ壁面の温度よりも低いことにあるとの知見に基づいて、給気側領域に配置された給気側噴孔の噴孔面積の合計が、排気側領域に配置された排気側噴孔の噴孔面積の合計よりも大きくすることが開示されている。これによって、給気側噴孔からのトーチジェットにより着火された給気側混合気の火炎がシリンダ壁面まで到達する時間を短くし、ノッキング発生の抑制を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2016-3608号公報

【特許文献2】特開2014-62484号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

副室の着火装置（点火部）は、副室の構造上の理由などから、シリンダの中心軸線上に配置することが困難な場合があり、シリンダの中心軸線上からずれた位置に配置される場合がある（後述する図1参照）。このような場合、副室では、着火装置が配置されている側の燃焼火炎の火炎伝播が、その反対側となる着火装置が配置されていない側の火炎伝播よりも相対的に早くなることを、本発明の発明者らは見出した。通常、副室の複数の噴孔は、平面視において等間隔に形成されており、燃焼火炎が相対的に遅く到達した噴孔を介して副室から主燃焼室に未燃ガスが多く流出しやすくなる。このため、複数の噴孔間でトーチジェットの噴出開始時期や噴出強度のばらつきが生じると共に、これに伴って、複数の噴孔の各々からのトーチジェットによりそれぞれ着火される主燃焼室の希薄予混合気の着火時期や燃焼火炎の火炎伝播（火炎伝播速度など）にもばらつきが生じる。主燃焼室における火炎伝播のばらつきは、燃焼火炎の火炎伝播が遅れる領域に未燃ガスを残すことに

なるため、ノッキングの発生原因となり、ガスエンジンの熱効率や出力向上を阻む一要因となる。

【0007】

上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制可能な副室式ガスエンジン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】

【0008】

(1) 本発明の少なくとも一実施形態に係る副室式ガスエンジンは、
主燃焼室を形成する主室形成部と、
前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、
前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、
平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記副室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有しており、

10

前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔における、前記副室に接続される副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離よりも短いこと、あるいは、

20

前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔における、前記副室に接続される副室側開口端部と、前記副室中心軸線との距離は、前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離よりも短いこと、のいずれかである。

【0009】

上記(1)の構成によれば、着火装置の着火部(点火プラグの電極など)が主燃焼室の中心軸(主室中心軸線)から所定距離だけ離間された副室式ガスエンジンにおける副室の平面視において、着火部に相対的に遠い側の領域内(着火遠方側領域)の遠方側特定噴孔と副室中心軸線との距離は、着火部に相対的に近い側の領域内(着火近傍側領域)に配置された近傍側特定噴孔と副室中心軸線との距離よりも短い。あるいは、近傍側特定噴孔と副室中心軸線との距離との距離は、遠方側特定噴孔と副室中心軸線との距離よりも短い。ここで、本発明者らは、着火装置による着火により生じた燃焼火炎は、近傍側特定噴孔の副室側開口端部、副室中心軸線の通過する部分(副室の底部中央)、遠方側特定噴孔の副室側開口端部の順に到達することを見出した。さらに、本発明者らは、遠方側特定噴孔の副室側開口端部を副室の底部中央側に形成することで、遠方側特定噴孔の副室側開口端部に着火装置による着火により生じた燃焼火炎が到達する時期が早めることが可能であることに思い至った。あるいは、近傍側特定噴孔の副室側開口端部を副室の底部中央側に形成することで、近傍側特定噴孔の副室側開口端部に燃焼火炎が到達する時期を遅くすることが可能であることに思い至った。

30

【0010】

よって、近傍側特定噴孔あるいは遠方側特定噴孔の副室側開口端部を副室の底部中央に近づけることにより、近傍側特定噴孔および遠方側特定噴孔の各々の副室側開口端部に着火装置による着火により副室で生じた燃焼火炎がそれぞれ到達する時期の時間差を短縮することができるので、近傍側特定噴孔および遠方側特定噴孔の各々の主室側開口端部からそれぞれ噴出する燃焼火炎(トーチジェット)の噴出開始時期や噴出強度が同等となるように調整することができ、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができ、エンジンの高効率化を行うことができる。

40

【0011】

50

(2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、

前記近傍側特定噴孔は、平面視において、前記主燃焼室に接続される主室側開口端部が前記着火部に最も近接する前記着火近傍側領域内の前記噴孔となる最近接噴孔であり、

前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記主室側開口端部が前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の噴孔となる最遠方噴孔である。

上記(2)の構成によれば、副室の平面視において、その主室側開口端部が着火部から最も離れた噴孔(最遠方噴孔)の副室側開口端部と副室中心軸線との距離が、その主室側開口端部が着火部に最も近接する噴孔(最近接噴孔)の副室側開口端部と副室中心軸線との距離よりも短い。これによって、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が最遠方噴孔に到達する時期をより早く調整することができ、副室において、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔と最遠方噴孔との各々における噴出開始時期を近づけることができる。したがって、複数の噴孔の各々から主燃焼室に火炎が噴出する際の噴出開始時期のばらつきを抑制を通して、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを効率的に行うことができる。

10

【0012】

(3) 幾つかの実施形態では、上記(1)~(2)の構成において、

前記遠方側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記複数の噴孔の各々の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離の平均よりも短い。

上記(3)の構成によれば、遠方側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離を平均よりも短くすることで、遠方側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離を、近傍側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離よりも短くすることができる。

20

【0013】

(4) 幾つかの実施形態では、上記(1)~(2)の構成において、

前記近傍側特定噴孔の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離は、前記複数の噴孔の各々の前記副室側開口端部と前記副室中心軸線との距離の平均よりも短い。

上記(4)の構成によれば、近傍側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離を平均よりも短くすることで、近傍側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離を、遠方側特定噴孔の副室側開口端部と副室中心軸線との距離よりも短くすることができる。

30

【0014】

(5) 幾つかの実施形態では、上記(1)~(4)の構成において、

前記遠方側特定噴孔の俯角は、前記近傍側特定噴孔の俯角と同じである。

上記(5)の構成によれば、遠方側特定噴孔の俯角と近傍側特定噴孔の俯角とが同じであるため、各々の噴孔から噴出した燃焼火炎(トーチジェット)がそれぞれシリンダ壁面まで火炎伝播するまでの所要時間に与える影響を抑制しつつ、近傍側特定噴孔および遠方側特定噴孔の各々の副室側開口端部に着火装置による着火により生じた燃焼火炎がそれぞれ到達する時期の時間差を短縮することができる。

【0015】

(6) 本発明の少なくとも一実施形態に係る副室式ガスエンジンは、

40

主燃焼室を形成する主室形成部と、

前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、

前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、

平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記副室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有し、

前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔の噴孔長は、前記着火近傍側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である近傍側特定噴孔の噴孔長よりも

50

短い。

【0016】

上記(6)の構成によれば、着火装置の着火部(点火プラグの電極など)が主燃焼室の中心軸(主室中心軸線)から所定距離だけ離間された副室式ガスエンジンにおける副室の平面視において、副室の平面視における着火部に相対的に遠い側の領域内(着火遠方側領域)の遠方側特定噴孔の噴孔長は、着火部に相対的に近い側の領域内(着火近傍側領域)に配置された近傍側特定噴孔の噴孔長よりも短い。ここで、噴孔長が長いほど、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が噴孔を通過するのに時間を要する。したがって、副室において、この燃焼火炎がより遅く到達する遠方側特定噴孔の噴孔長を、燃焼火炎がより早く到達する近傍側特定噴孔の噴孔長よりも短くすることにより、遠方側特定噴孔および近傍側特定噴孔の各々の主室側開口端部を介して主燃焼室に噴出される燃焼火炎(トーチジェット)の噴出開始時期や噴出強度が同等となるように調整することができ、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができ、エンジンの高効率化を行うことができる。

10

【0017】

(7)幾つかの実施形態では、上記(6)の構成において、

前記近傍側特定噴孔は、平面視において、前記着火部に最も近接する前記着火近傍側領域内の前記噴孔となる最近接噴孔を含み、

前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の前記噴孔となる最遠方噴孔を含む。

20

上記(7)の構成によれば、副室の平面視において、着火部から最も離れた噴孔(最遠方噴孔)の噴孔長が、着火部に最も近接する噴孔(最近接噴孔)の噴孔長よりも短い。これによって、副室において、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔および燃焼火炎が最も遅く到達する最遠方噴孔の各々から噴出する燃焼火炎(トーチジェット)の噴出開始時期や噴出強度が同等になるように調整することができ、主燃焼室におけるトーチジェットの火炎伝播のばらつきの抑制を効率的に行うことができる。

【0018】

(8)幾つかの実施形態では、上記(6)~(7)の構成において、

前記副室形成部において、前記遠方側特定噴孔の副室側開口端部と前記主室中心軸線との距離が、前記近傍側特定噴孔の副室側開口端部と前記主室中心軸線との距離よりも長くなるように、前記副室中心軸線と前記主室中心軸線とがずらされた状態で前記副室が形成されている。

30

上記(8)の構成によれば、例えば、副室形成部において主室中心軸線と副室中心軸線とがずれるように遠方側特定噴孔側に副室を偏らせて形成することで、副室形成部によって形成される副室の壁の厚さが、遠方側特定噴孔の方が近傍側特定噴孔よりも薄くなる。これによって、遠方側特定噴孔の噴孔長を近傍側特定噴孔の噴孔長よりも短く形成することができる。

【0019】

40

(9)本発明の少なくとも一実施形態に係る副室式ガスエンジンは、

主燃焼室を形成する主室形成部と、

前記主燃焼室と複数の噴孔を介して連通される副室を形成する副室形成部と、

前記副室内部の上部に設けられた着火装置であって、前記着火装置の着火部が前記主燃焼室の主室中心軸線から所定距離だけ離間された位置にある着火装置と、を備え、

平面視において、前記副室は、前記副室の副室中心軸線と前記着火部とを通る直線に対して、直交で、かつ、前記主室中心軸線を通る境界線を境として定義される、前記着火部が位置する側の着火近傍側領域、および前記着火近傍側領域と反対側の着火遠方側領域とを有し、

前記着火遠方側領域内の少なくとも1つの前記噴孔である遠方側特定噴孔は、前記副室

50

との接続位置から離れるに従って径が小さくなるような形状を有する副室側開口端部を含む。

【0020】

上記(9)の構成によれば、着火装置の着火部(点火プラグの電極など)が主燃焼室の中心軸(主室中心軸線)から所定距離だけ離間された副室式ガスエンジンにおける副室の平面視において、副室の平面視における着火部に相対的に遠い側の領域内(着火遠方側領域)の遠方側特定噴孔における副室側開口端部は、副室との接続位置から離れるに従って径が小さくなるような形状(ベルマウス形状)を有する。つまり、遠方側特定噴孔の副室側開口端部を、着火装置による着火により生じた燃焼火炎に対する入口圧損を低減可能な形状にすることによって、遠方側特定噴孔の副室側開口端部に流入する際の燃焼火炎の減速の抑制を図っている。

10

【0021】

これによって、遠方側特定噴孔から主燃焼室に噴出する際の燃焼火炎(トーチジェット)の流速をより増大させることができるので、遠方側特定噴孔からのトーチジェットの流速を、近傍側特定噴孔から主燃焼室に噴出するトーチジェットの流速と同等になるように調整することができ、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができ、エンジンの高効率化を行うことができる。

20

【0022】

(10)幾つかの実施形態では、上記(9)の構成において、前記遠方側特定噴孔は、平面視において、前記着火部から最も離れた前記着火遠方側領域内の前記噴孔となる最遠方噴孔である。

上記(10)の構成によれば、副室の平面視において、着火部から最も離れた噴孔(最遠方噴孔)における副室側開口端部がベルマウス形状を有する。これによって、副室において、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔および燃焼火炎が最も遅く到達する最遠方噴孔の各々から噴出する燃焼火炎(トーチジェット)の噴出開始時期や噴出強度が同等になるように調整することができ、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を効率的に行うことができる。

30

【0023】

(11)幾つかの実施形態では、上記(1)~(7)、(9)~(10)の構成において、

前記主室中心軸線と前記副室中心軸線とは一致している。

上記(11)の構成によれば、主燃焼室の主室中心軸線と副室の副室中心軸線とが一致するように副室が設けられていると共に、着火装置の着火部が主燃焼室の中心軸(主室中心軸線)から所定距離だけ離間された副室式ガスエンジンにおいて、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。

【0024】

(12)幾つかの実施形態では、上記(11)の構成において、

前記副室は、

所定の内径を有する小径筒室であって、前記複数の噴孔が接続される小径筒室を形成する小径筒形成部と、

前記小径筒室よりも大きい内径を有した大径筒室であって、前記着火装置の着火部が位置する大径筒室を形成する大径筒形成部と、で構成されており、

前記主室中心軸線と前記小径筒室の副室中心軸線とは一致している。

上記(12)の構成によれば、主燃焼室の主室中心軸線と副室を構成する小径筒室の副室中心軸線とが一致するように副室が設けられていると共に、着火装置の着火部が主燃焼室の中心軸(主室中心軸線)から所定距離だけ離間された副室式ガスエンジンにおいて、主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。

40

【0025】

50

(1 3) 幾つかの実施形態では、上記 (1) ~ (1 2) の構成において、
前記所定距離は、前記副室の内径の最大値の 1 0 % よりも大きい。

上記 (1 3) の構成によれば、上記で規定される所定距離だけ、着火装置の着火部が主燃焼室の中心軸 (主室中心軸線) から離間された副室式ガスエンジンの主燃焼室における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 6 】

本発明の少なくとも一実施形態によれば、主燃焼室における火炎伝播のばらつきを抑制可能な副室式ガスエンジンが提供される。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 2 7 】

【図 1】本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジンを概略的に示す断面図であり、副室中心軸線と遠方側特定噴孔との距離が近傍側特定噴孔のものよりも短い。

【図 2】図 1 の副室形成部の断面を概略的に示す図であり、図 1 に示す a a 線で副室式ガスエンジンを切断した断面図である。

【図 3】本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジンを概略的に示す断面図であり、副室中心軸線と近傍側特定噴孔との距離が遠方側特定噴孔のものよりも短い。

【図 4】図 3 の副室形成部の断面を概略的に示す図であり、図 3 に示す a a 線で副室式ガスエンジンを切断した断面図である。

【図 5】本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジンを概略的に示す断面図であり、遠方側特定噴孔の噴孔長は近傍側特定噴孔の噴孔長よりも短い。

20

【図 6】本発明の一実施形態にかかる副室形成部の断面を概略的に示す図であり、図 5 に示す a a 線で副室式ガスエンジンを切断した断面図である。

【図 7】本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジンを概略的に示す断面図であり、図 5 の副室の形状の変形例である。

【図 8】本発明の一実施形態にかかる副室形成部の断面を概略的に示す図であり、図 7 に示す a a 線で副室式ガスエンジンを切断した断面図である。

【図 9】本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジンを概略的に示す断面図であり、遠方側特定噴孔の副室側開口端部はベルマウス形状を有する。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 2 8 】

以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

40

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【 0 0 2 9 】

図 1 は、本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジン 1 を概略的に示す断面図であり、副室中心軸線 C s と遠方側特定噴孔 4 3 との距離 r f が近傍側特定噴孔 4 2 のものよりも短い。図 2 は、図 1 の副室形成部 3 の断面を概略的に示す図であり、図 1 に示す a a

50

線で副室式ガスエンジンを切断した断面図である。図3は、本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジン1を概略的に示す断面図であり、副室中心軸線Csと近傍側特定噴孔42との距離rnが遠方側特定噴孔43のものよりも短い。図4は、図3の副室形成部3の断面を概略的に示す図であり、図3に示すaa線で副室式ガスエンジン1を切断した断面図である。図5は、本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジン1を概略的に示す断面図であり、遠方側特定噴孔43の噴孔長Lfは近傍側特定噴孔42の噴孔長Lnよりも短い。図6は、本発明の一実施形態にかかる副室形成部3の断面を概略的に示す図であり、図5に示すaa線で副室式ガスエンジン1を切断した断面図である。図7は、本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジン1を概略的に示す断面図であり、図5の副室3rの形状の変形例である。図8は、本発明の一実施形態にかかる副室形成部3の断面を概略的に示す図であり、図7に示すaa線で副室式ガスエンジン1を切断した断面図である。また、図9は、本発明の一実施形態にかかる副室式ガスエンジン1を概略的に示す断面図であり、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sはベルマウス形状を有する。

10

【0030】

図1～図9に示されるように、副室式ガスエンジン1は、主燃焼室2rを形成する主室形成部2と、副室3rを形成する副室形成部3と、副室3rの内部に設けられた着火装置5と、を備える。

詳述すると、図1～図9に示される実施形態では、図1、図3、図5、図7に示されるように、副室式ガスエンジン1は、円筒状の筒構造を内部に有するシリンダライナ11およびこの筒構造の上部に蓋をすることが可能な窪み構造を内部に有するシリンダヘッド12とで構成されるシリンダ13と、シリンダ13内に収納され往復運動するピストン14と、シリンダヘッド12の周囲に接続された吸気ポート15及び排気ポート16と、吸気ポート15を開閉する吸気弁17と、排気ポート16を開閉する排気弁18と、副室口金19と、を備えている。そして、主燃焼室2r（主室）は、シリンダ13とピストン14との間に画定される主燃焼室2r（主室）が設けられている。また、副室3rは、主燃焼室2rの上部（ピストン14の反対側）に位置するようにシリンダヘッド12に設置された副室口金19によって形成されている。すなわち、図1～図9に示される実施形態では、シリンダ13とピストン14とで主室形成部2が構成され、副室口金19によって副室形成部3が形成されている。また、副室式ガスエンジン1は、さらに、主燃焼室2rを介さず副室3rに副室用燃料ガスを供給する副室ガス供給装置6を備えており、副室燃料ガス供給弁61によって副室3rへの副室用燃料ガスの供給が制御されている（図1、図3、図5、図7参照）。

20

30

【0031】

また、着火装置5は、混合気を着火（点火）することが可能な着火部51を有しており、この着火部51が主燃焼室2rの中心軸線（以下、主室中心軸線Cm）から所定距離Dだけ離間されるようにエンジンに設置される。例えば、着火装置5は火花点火式の点火プラグであっても良く、この場合の着火部51は火花を出す電極を含む部分となる。また、上記の所定距離Dは、主燃焼室2rの内径の最大値の10%よりも大きくても良い。後述するように、副室3rが小径筒室31rおよび大径筒室33rを有している場合には、着火部51は大径筒室33r（定径筒部33c）に設置されても良く、上記の所定距離Dは大径筒室33rの内径の最大値となる。

40

【0032】

他方、副室形成部3は、その内部に形成された副室3rと外部とを連通する複数の噴孔4を有しており、これらの複数の噴孔4を介して主燃焼室2rと副室3rとが連通される。より詳細には、複数の噴孔4の各々は、その一端側の主室側開口端部41mが主燃焼室2rに接続され、その他端側の副室側開口端部41sが副室3rに接続される。この副室側開口端部41sは、着火部51が設置されている上部から最も離れた部分を含む底部35の上部側において副室3rに接続されても良い（図1、図3、図5、図7参照）。また、複数の噴孔4の各々は、図2に示されるように、平面視において、複数の噴孔4の各々は、副室3rの中心軸線（以下、副室中心軸線Cs）の周囲に等間隔で配置されると共に

50

、副室中心軸線 C_s の径方向に沿って副室形成部 3 を直線状に貫通して形成される。例えば、副室形成部 3 (副室口金 19) の副室中心軸線 C_s を法線とする断面の形状 (平面視の形状) は円形であり、副室形成部 3 が例えば 6 つの直線状の噴孔 4 を有している場合には、副室中心軸線 C_s の周囲に径方向に沿って 60° 間隔で配置される (図 2 参照)。また、複数の噴孔の各々は、それぞれ所定の俯角 (後述) で直線状に延在する (図 1、図 3、図 5、図 7 参照)。なお、噴孔 4 の俯角とは、主室中心軸線 C_m と直交する線と噴孔 4 の中心線 C_p とがなす角度であるものとする。

【0033】

図 1 ~ 図 9 に示される実施形態では、副室 3 r は、所定の内径を有する筒状の小径筒室 3 1 r であって、複数の噴孔 4 が接続される小径筒室 3 1 r を形成する小径筒形成部 3 1 と、小径筒室 3 1 r よりも大きい内径を有する筒状の大径筒室 3 3 r であって、着火装置 5 の着火部 5 1 が位置する大径筒室 3 3 r を形成する大径筒形成部 3 3 と、で構成されている。換言すれば、副室形成部 3 (副室口金 19) は、小径筒形成部 3 1 と大径筒形成部 3 3 を有している。また、大径筒形成部 3 3 は、小径筒室 3 1 r に接続されると共に、小径筒室 3 1 r から離れるに従って内径が増大する筒状の拡径筒部 3 3 d と、拡径筒部 3 3 d に接続された、拡径筒部 3 3 d の最大径を内径とする筒状の定径筒部 3 3 c を有している。そして、上述した副室中心軸線 C_s は、小径筒室 3 1 r の中心軸線となっている。

10

【0034】

ただし、本発明は本実施形態には限定されず、他の幾つかの実施形態では、副室 3 r は、一定の内径を有した筒状の形状をしているなど、他の形状を有していても良い。

20

また、幾つかの実施形態では、図 1 ~ 図 4 に示されるように、主室中心軸線 C_m と副室中心軸線 C_s とが一致していても良いし、他の幾つかの実施形態では、主室中心軸線 C_m に対して副室中心軸線 C_s が傾いている場合も含めて、図 5 ~ 図 8 に示されるように、主室中心軸線 C_m と副室中心軸線 C_s とは一致していなくても良い。また、小径筒室 3 1 r の中心軸線と大径筒室 3 3 r の中心軸線とが、一致していなくても良い。

【0035】

そして、上述したような構成を有する副室式ガスエンジン 1 は、例えば、吸気行程において、ピストン 1 4 が下降する際には、吸気弁 1 7 が開き、排気弁 1 8 が閉じる。吸気弁 1 7 が開くと、吸気弁 1 7 に繋がる吸気ポート 1 5 から燃料ガスと空気を混合させた希薄予混合気がシリンダ 1 3 内に導入され、また、副室燃料ガス供給弁 6 1 が開くことにより、副室燃料ガスが副室 3 r に導入される。他方、圧縮行程において、ピストン 1 4 が上昇する際には副室燃料ガス供給弁 6 1 が閉じる。そして、吸気ポート 1 5 を介してシリンダ 1 3 内に導入された希薄予混合気はピストン 1 4 の上昇に伴って圧縮されるに伴って、その一部が、副室 3 r の複数の噴孔 4 の各々を通して副室 3 r に導入される。主燃焼室 2 r から副室 3 r に導入された希薄予混合気は、副室燃料ガスと混合して、副室 3 r に着火に適した濃度の混合気が生成される。そして、ピストン 1 4 が圧縮上死点近傍に位置する際の所定のタイミングで着火装置 5 により副室 3 r の混合気を着火すると、副室 3 r の混合気が燃焼し、この燃焼によって生じた燃焼火炎が複数の噴孔の各々からシリンダ 1 3 へ噴出し、シリンダ 1 3 内の希薄予混合気を着火することで、主燃焼室 2 r の希薄予混合気の燃焼に至る。

30

40

【0036】

この際、本発明の副室式ガスエンジン 1 では着火装置 5 の着火部 5 1 が主室中心軸線 C_m から所定距離 D だけ離れているため、着火部 5 1 による副室の混合気の着火によって生じた燃焼火炎が複数の噴孔 4 の各々に到達する時期がそれぞれ異なるとの知見を、本発明者らは数値解析等を通して得た。また、複数の噴孔 4 の各々において、着火装置による着火により生じた燃焼火炎が到達する時期が異なると、例えば複数の噴孔 4 の形状が同一である場合などでは、複数の噴孔 4 の各々から主燃焼室 2 r に噴出される燃焼火炎 (以下、適宜、トーチジェットという) が主室側開口端部 4 1 m から噴出し始める噴出開始時期やその噴出強度が異なることに気づいた。複数の噴孔 4 の各々からのトーチジェットの噴出開始時期や噴出強度のばらつきが生じると、主燃焼室 2 r における火炎伝播にもばらつき

50

が生じる。そして、主燃焼室に 2 r おける火炎伝播のばらつきは、火炎伝播が遅れる領域に未燃ガスを残すことになるため、ノッキングの発生原因となり、副室式ガスエンジン 1 の熱効率や出力向上を阻む一要因となる。

【0037】

そこで、本発明の発明者らは、複数の噴孔 4 の各々から主燃焼室 2 r に噴出されるトーチジェットの出射開始時期や出射強度のばらつきを抑制するように、複数の噴孔 4 のうちの少なくとも 1 つの噴孔 4 の形状を変えることで、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきを抑制することに思い至った。

以下、本発明の幾つかの実施形態における複数の噴孔 4 の形状について、説明する。

【0038】

ここで、本発明においては、図 2 に示されるような平面視において、副室 3 r は、副室 3 r の副室中心軸線 C s と着火部 5 1 とを通る直線（基準線 B a）に対して、直交で、かつ、副室中心軸線 C s を通る境界線 B r を境として定義される、着火部 5 1 が位置する側の着火近傍側領域 R n、および着火近傍側領域 R n と反対側の着火遠方側領域 R f とを有する。換言すれば、平面視において、副室 3 r を、上記の境界線 B r によって、着火部 5 1 に相対的に近い着火近傍側領域 R n と、相対的に遠い着火遠方側領域 R f との大きさの等しい 2 つの領域に分ける。

【0039】

最初に、噴孔 4 の副室側開口端部 4 1 s の副室 3 r との接続位置に関する実施形態について、図 1 ~ 図 4 を用いて説明する。

幾つかの実施形態では、図 1 ~ 図 2 に示されるように、着火遠方側領域 R f 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である遠方側特定噴孔 4 3 における、副室 3 r に接続される副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f は、着火近傍側領域 R n 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n よりも短い ($r_f < r_n$)。

他の幾つかの実施形態では、図 3 ~ 図 4 に示されるように、着火近傍側領域 R n 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である近傍側特定噴孔 4 2 における、副室 3 r に接続される副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n は、着火遠方側領域 R f 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f よりも短い ($r_f > r_n$)。

図 1 ~ 図 9 に示される実施形態では、複数の噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s、あるいは、近傍側特定噴孔 4 2 または遠方側特定噴孔 4 3 以外の噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s は、それぞれ、副室形成部 3（副室 3 r）の底部 3 5 よりも上部側において副室 3 r に接続されている（図 1、図 3、図 5、図 7、図 9 参照）。

【0040】

ここで、本発明者らは、着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎は、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s、副室中心軸線 C s の通過する部分（副室 3 r の底部 3 5 の中央）、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s の順に到達することを見出した。さらに、本発明者らは、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s を副室 3 r の底部中央側に形成することで、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s に、着火装置 5 による着火により副室 3 r で生じた燃焼火炎が到達する時期が早めることが可能であることに思い至った。あるいは、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s を副室 3 r の底部中央側に形成することで、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s に着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎が到達する時期を遅くすることが可能であることに思い至った。

【0041】

よって、近傍側特定噴孔 4 2 あるいは遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s を副室 3 r の底部中央に近づけることにより、近傍側特定噴孔 4 2 および遠方側特定噴孔 4 3 の各々の副室側開口端部 4 1 s に、着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎がそれぞれ到達する時期の時間差を短縮することができるので、近傍側特定噴孔 4 2 および遠方側

10

20

30

40

50

特定噴孔 4 3 の各々の主室側開口端部 4 1 m からそれぞれ噴出するトーチジェットの噴出開始時期や噴出強度が同等となるように調整することができ、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができ、エンジンの高効率化を行うことができる。

【 0 0 4 2 】

より詳細には、幾つかの実施形態では、図 2 に示されるように、近傍側特定噴孔 4 2 は、平面視において、着火部 5 1 に最も近接する着火近傍側領域 R n 内の噴孔 4 となる最近接噴孔 4 2 s であり、遠方側特定噴孔 4 3 は、平面視において、着火部 5 1 から最も離れた着火遠方側領域 R f 内の噴孔 4 となる最遠方噴孔 4 3 s であっても良い。図 1 ~ 3 に示され実施形態では、着火近傍側領域 R n には 3 つの噴孔 4 (4 a ~ 4 c) が存在しており、近傍側特定噴孔 4 2 は、着火近傍側領域 R n において上述した基準線 B a に沿って延在する 1 つの噴孔 4 b (最近接噴孔 4 2 s) となっている。他方、着火遠方側領域 R f にも 3 つの噴孔 4 (4 d ~ 4 f) が存在しており、遠方側特定噴孔 4 3 は、着火遠方側領域 R f において上述した基準線 B a に沿って延在する 1 つの噴孔 4 e (最遠方噴孔 4 3 s) となっている。

10

【 0 0 4 3 】

そして、図 1 ~ 図 2 に示される実施形態では、図示されるように、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r f は、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r n よりも短い ($r f < r n$)。また、図 3 ~ 図 4 に示される実施形態では、図示されるように、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r n は、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r f よりも短い ($r f > r n$)。なお、距離 r n は、副室側開口端部 4 1 s における噴孔 4 の中心線 C p と副室中心軸線 C s との距離であっても良い。

20

【 0 0 4 4 】

ただし、本発明は本実施形態に限定されず、近傍側特定噴孔 4 2 は 1 以上の複数の噴孔 4 であっても良いし、同様に、遠方側特定噴孔 4 3 は 1 以上の複数の噴孔 4 であっても良い。遠方側特定噴孔 4 3 が複数の噴孔 4 からなる場合には、副室 3 r で生じた燃焼火炎の到達時期に応じて、到達時期が遅い噴孔 4 ほど副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離が短くなるようにしても良い。あるいは、近傍側特定噴孔 4 2 が複数の噴孔 4 からなる場合には、副室 3 r で生じた燃焼火炎の到達時期に応じて、到達時期が早い噴孔 4 ほど副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離が短くなるようにしても良い。また、最近接噴孔 4 2 s は近傍側特定噴孔 4 2 となっていなくても良いし、同様に、最遠方噴孔 4 3 s は遠方側特定噴孔 4 3 となっていなくても良い。

30

【 0 0 4 5 】

上記の構成によれば、副室 3 r の平面視において、その主室側開口端部 4 1 m が着火部 5 1 から最も離れた噴孔 (最遠方噴孔 4 3 s) の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r f が、その主室側開口端部 4 1 m が着火部 5 1 に最も近接する噴孔 (最近接噴孔 4 2 s) の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r n よりも短い。これによって、着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎が最遠方噴孔 4 3 s に到達する時期をより早く調整することができるので、副室 3 r において、燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔 4 2 s と最遠方噴孔 4 3 s との各々における噴出開始時期を近づけることができる。したがって、複数の噴孔 4 の各々から主燃焼室 2 r に火炎が噴出する際の噴出開始時期のばらつきの抑制を通して、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきの抑制を効率的に行うことができる。

40

【 0 0 4 6 】

また、幾つかの実施形態では、図 2 に示されるように、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r f は、複数の噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離の平均よりも短い。図 2 に示される実施形態では、遠

50

方側特定噴孔 4 3 は最遠方噴孔 4 3 s であり、他の残りの 5 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離は全てで同一の r_n となっている。そして、遠方側特定噴孔 4 3 (最遠方噴孔 4 3 s) の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f は、他の残りの 5 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 (図 2 では距離 r_n) よりも小さく、6 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離の平均よりも短くなっている。

【0047】

上記の構成によれば、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f を平均よりも短くすることで、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f を、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n よりも短くすることができる。

10

【0048】

他の幾つかの実施形態では、図 4 に示されるように、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n は、複数の噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離の平均よりも短い。図 4 に示される実施形態では、近傍側特定噴孔 4 2 は最近接噴孔 4 2 s であり、他の残りの 5 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離は全てで同一の r_f となっている。そして、近傍側特定噴孔 4 2 (最近接噴孔 4 2 s) の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n は、他の残りの 5 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 (図 4 では距離 r_f) よりも小さく、6 つの噴孔 4 の各々の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離の平均よりも短くなっている。

20

【0049】

上記の構成によれば、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n を平均よりも短くすることで、近傍側特定噴孔 4 2 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_n を、遠方側特定噴孔 4 3 の副室側開口端部 4 1 s と副室中心軸線 C s との距離 r_f よりも短くすることができる ($r_n < r_f$)。

【0050】

また、図 1 ~ 図 4 に示されるような実施形態において、幾つかの実施形態では、遠方側特定噴孔 4 3 の俯角 f は、近傍側特定噴孔 4 2 の俯角 n と同じである。よって、遠方側特定噴孔 4 3 の俯角 f と近傍側特定噴孔 4 2 の俯角 n とが同じであるため、各々の噴孔 4 から噴出したトーチジェットがそれぞれシリンダ壁面 1 3 w まで火炎伝播するまでの所要時間に与える影響を抑制しつつ、近傍側特定噴孔 4 2 および遠方側特定噴孔 4 3 の各々の副室側開口端部 4 1 s に着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎がそれぞれ到達する時期の時間差を短縮することができる。

30

【0051】

次に、副室形成部 3 (副室口金 1 9) の内部に形成される副室 3 r の形状に関する実施形態について、図 5 ~ 図 8 を用いて説明する。

幾つかの実施形態では、図 5 ~ 図 8 に示されるように、着火遠方側領域 R_f 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である遠方側特定噴孔 4 3 の噴孔長 L_f は、着火近傍側領域 R_n 内の少なくとも 1 つの噴孔 4 である近傍側特定噴孔 4 2 の噴孔長 L_n よりも短い。ここで、噴孔長 L が長いほど、燃焼火炎が噴孔 4 を通過するのに時間を要する。したがって、副室 3 r において、着火装置 5 による着火により生じた燃焼火炎がより遅く到達する遠方側特定噴孔 4 3 の噴孔長 L_f を、燃焼火炎がより早く到達する近傍側特定噴孔 4 2 の噴孔長 L_n よりも短くすることにより、遠方側特定噴孔 4 3 および近傍側特定噴孔 4 2 の各々の主室側開口端部 4 1 m を介して主燃焼室 2 r に噴出されるトーチジェットの噴出開始時期や噴出強度が同等となるように調整することができ、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室 2 r における火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができる。エンジンの高効率化を行うことができる。

40

【0052】

50

より詳細には、幾つかの実施形態では、図5～図8に示されるように、副室形成部3において、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sと主室中心軸線Cmとの距離dfが、近傍側特定噴孔42の副室側開口端部41sと主室中心軸線Cmとの距離dnよりも長くなるように、副室中心軸線Csと主室中心軸線Cmとがずらされた状態となるように、副室3rが形成されている。図5～図8に示される実施形態では、破線によって、小径筒形成部31の外周面36と副室3rを画定する内周面37とが同心（副室中心軸線Csと主室中心軸線Cmとが一致）となっている場合が示されている。

【0053】

そして、図5～図6に示される実施形態では、実線で示される副室3r（小径筒室31r）は、平面視（図6）において、円形状を有する内周面37の径が破線のものと同じのまま、内周面37の中心（小径筒室31rの副室中心軸線Cs）が着火遠方側領域Rfの側にずらされた状態となるように、形成されている。

他方、図7～図8に示される実施形態では、実線で示される副室3r（小径筒室31r）は、平面視（図8）において、内周面37の径が破線のものよりも大きくなるように副室3rを形成している。より具体的には、図8に示されるように、最遠方噴孔43sの位置を固定しつつ、内周面37の中心（小径筒室31rの副室中心軸線Cs）を、最遠方噴孔43sの中心線Cpに沿って移動させるようにすることによって、内周面37の径が破線のものよりも大きくしている。

【0054】

したがって、図5～図8に示されるように、副室中心軸線Csが主室中心軸線Cmからずらされた分だけ、着火遠方側領域Rfの側における副室形成部3の壁厚（外周面36と内周面37との距離）が、着火近傍側領域Rnの側の副室形成部3の壁厚よりも薄くなる。逆に、副室中心軸線Csが主室中心軸線Cmからずらされた分だけ、着火近傍側領域Rnの側における副室形成部3の壁厚（外周面36と内周面37との距離）が、着火遠方側領域Rfの側の副室形成部3の壁厚よりも厚くなる。つまり、遠方側特定噴孔43の噴孔長Lfが、近傍側特定噴孔42の噴孔長Lnよりも短くなる。

【0055】

図5～図8に示される実施形態では、図6、図8に示されるように、着火遠方側領域Rfに位置する複数の噴孔4（図6、図8では噴孔4d～4fの3つ）は、平面視において、着火部51からの距離が長いものほど噴孔長Lfが短くなっている。つまり、最遠方噴孔43sの噴孔長Lfが最も短い。逆に、着火近傍側領域Rnに位置する3つの噴孔4（図6、図8では噴孔4a～4cの3つ）は、平面視において、着火部51からの距離が長いものほど噴孔長Lfが長くなっている。つまり、最近接噴孔42sの噴孔長Lnが最も短く、図6、図8の例示では、実線で示される最近接噴孔42s（噴孔4e）の噴孔長は、破線で示される噴孔4eの噴孔長と同じとなっている。

【0056】

上記の構成によれば、例えば、副室形成部3において主室中心軸線Cmと副室中心軸線Csとがずれるように遠方側特定噴孔43の側に副室3rを偏らせて形成することで、副室形成部3によって形成される副室3rの壁の厚さが、遠方側特定噴孔43の方が近傍側特定噴孔42よりも薄くなる。これによって、遠方側特定噴孔43の噴孔長Lfを近傍側特定噴孔42の噴孔長Lnよりも短く形成することができる。

【0057】

次に、噴孔4の副室側開口端部41sの形状に関する実施形態について、図9を用いて説明する。

幾つかの実施形態では、図9に示されるように、着火遠方側領域Rn内の少なくとも1つの噴孔4である遠方側特定噴孔43は、副室3rとの接続位置から離れるに従って径が小さくなるような形状（ベルマウス形状）の副室側開口端部41sを有する。つまり、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sが、着火装置5による着火により生じた燃焼火炎に対する入口圧損を低減するような形状となっている。図9に示される実施形態では、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sは所定の曲率Cfを有しており、副室3rと

10

20

30

40

50

の接続位置からこの曲率 C_f に沿って径が小さくなっている。例えば、他の幾つかの実施形態では、着火近傍側領域 R_n 内の少なくとも1つの噴孔4である近傍側特定噴孔42にける副室側開口端部41sも、副室3rとの接続位置から曲率 C_n に沿って径が小さくなっていても良い。この場合には、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sの曲率 C_f は、近傍側特定噴孔42の曲率 C_n よりも大きい。つまり、着火装置5による着火により生じた燃焼火炎に対する入口圧損は、遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sの方が、近傍側特定噴孔42の副室側開口端部41sでのものより小さくなるようになっている。これによって、着火装置5による着火により生じた燃焼火炎が遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sに流入する際の燃焼火炎の減速の抑制を図っている。

【0058】

これによって、遠方側特定噴孔43から主燃焼室2rに噴出する際のトーチジェットの流速をより増大させることができるので、遠方側特定噴孔43からのトーチジェットの流速を、近傍側特定噴孔42から主燃焼室2rに噴出するトーチジェットの流速と同等になるように調整することができ、主燃焼室2rにおける火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。また、主燃焼室2rにおける火炎伝播のばらつきを抑制することによって、火炎の到達が遅れることによって生じるノッキングを抑制することができ、エンジンの高効率化を行うことができる。

【0059】

また、幾つかの実施形態では、上述した遠方側特定噴孔43は最遠方噴孔43sであっても良い。つまり、この場合には、最遠方噴孔43sの副室側開口端部41sがベルマウス形状を有する。これによって、副室3rにおいて、着火装置5による着火により生じた燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔42sおよび燃焼火炎が最も遅く到達する最遠方噴孔43sの各々から噴出するトーチジェットの噴出開始時期や噴出強度が同等になるように調整することができ、主燃焼室2rにおける火炎伝播のばらつきの抑制を効率的に行うことができる。

【0060】

本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

【0061】

例えば、幾つかの実施形態では、上述した、図1～図4に示されるような、噴孔4の副室側開口端部41sの副室3rとの接続位置に関する実施形態や、図5～図8に示されるような、副室3rの形状に関する実施形態における遠方側特定噴孔43の副室側開口端部41sがベルマウス形状を有していても良い。

【0062】

また、図1～図4、図9に示される実施形態では、遠方側特定噴孔43の俯角 f と近傍側特定噴孔42の俯角 n とは同じとなっているが ($n = f$)、本実施形態に本発明は限定されず、他の幾つかの実施形態では、遠方側特定噴孔43の俯角 f は、近傍側特定噴孔42の俯角 n と同じでなくても良い。また、図5～図8に示される実施形態では、遠方側特定噴孔43の俯角 f と近傍側特定噴孔42の俯角 n とは異なっているが ($n < f$)、本発明は本実施形態には限定されず、他の幾つかの実施形態では、遠方側特定噴孔43の俯角 f は、近傍側特定噴孔42の俯角 n と同じとなっている。ここで、噴孔4の俯角 f が大きいほど、噴孔4の主室側開口端部41mからシリンダ壁面13wまでの燃焼火炎の火炎伝播距離が長く、シリンダ壁面13wまでの火炎伝播に時間を要する。このため、副室3rにおいて、着火装置5による混合気の着火により生じた燃焼火炎がより早く到達する近傍側特定噴孔42の俯角 n を、燃焼火炎がより遅く到達する遠方側特定噴孔43の俯角 f よりも大きくすることにより、シリンダ壁面13wまでの燃焼火炎の到達時期が同時期となるように調整することができ、主燃焼室2rにおける火炎伝播のばらつきの抑制を図ることができる。

【符号の説明】

【0063】

10

20

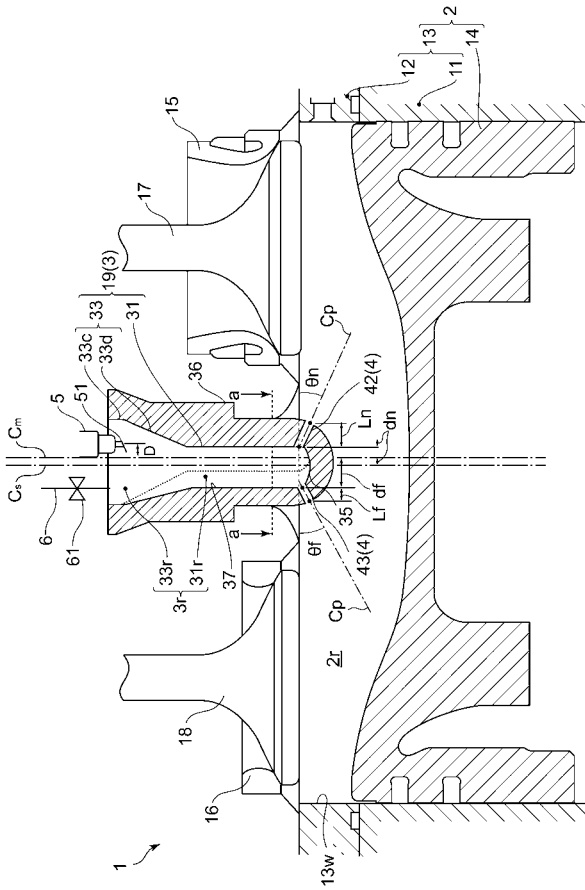
30

40

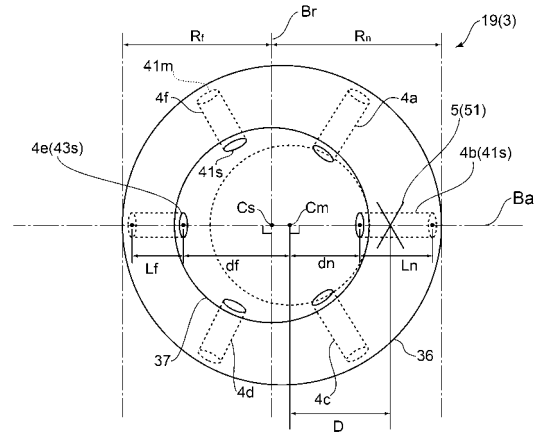
50

1	副室式ガスエンジン	
1 1	シリンダライナ	
1 2	シリンダヘッド	
1 3	シリンダ	
1 3 w	シリンダ壁面	
1 4	ピストン	
1 5	吸気ポート	
1 6	排気ポート	
1 7	吸気弁	
1 8	排気弁	10
1 9	副室口金	
2	主室形成部	
2 r	主燃焼室	
3	副室形成部	
3 r	副室	
3 1	小径筒形成部	
3 1 r	小径筒室	
3 3	大径筒形成部	
3 3 c	定径筒部	
3 3 d	拡径筒部	20
3 3 r	大径筒室	
3 5	底部	
3 6	外周面	
3 7	内周面	
4	噴孔	
4 1 m	主室側開口端部	
4 1 s	副室側開口端部	
4 2	近傍側特定噴孔	
4 2 s	最近接噴孔	
4 3	遠方側特定噴孔	30
4 3 s	最遠方噴孔	
5	着火装置	
5 1	着火部	
6	副室ガス供給装置	
6 1	副室燃料ガス供給弁	
R f	着火遠方側領域	
R n	着火近傍側領域	
D	着火部と主室中心軸線との所定距離	
C m	主室中心軸線	40
C p	噴孔の中心線	
C s	副室中心軸線	
B a	基準線	
B r	境界線	
L f	遠方側特定噴孔の噴孔長	
L n	近傍側特定噴孔の噴孔長	
d f	距離（遠方側特定噴孔の副室側開口端部～主室中心軸線）	
d n	距離（近傍側特定噴孔の副室側開口端部～主室中心軸線）	
r f	距離（遠方側特定噴孔の副室側開口端部～副室中心軸線）	
r n	距離（近傍側特定噴孔の副室側開口端部～副室中心軸線）	50

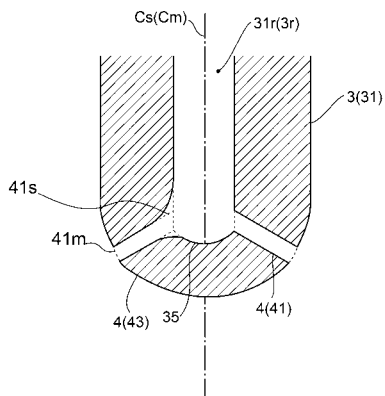
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 2 M 21/02 Z

(72)発明者 山田 哲
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 柚木 晃広
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

Fターム(参考) 3G023 AA02 AA06 AB01 AC07 AD27 AD28