(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月14日(14.06.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/105501 A1

(51) 国際特許分類:
F02B 19/18 (2006.01) *F02B 19/16* (2006.01)
F02B 19/10 (2006.01) *F02M 21/02* (2006.01)
F02B 19/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/043202

(22) 国際出願日： 2017年11月30日(30.11.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

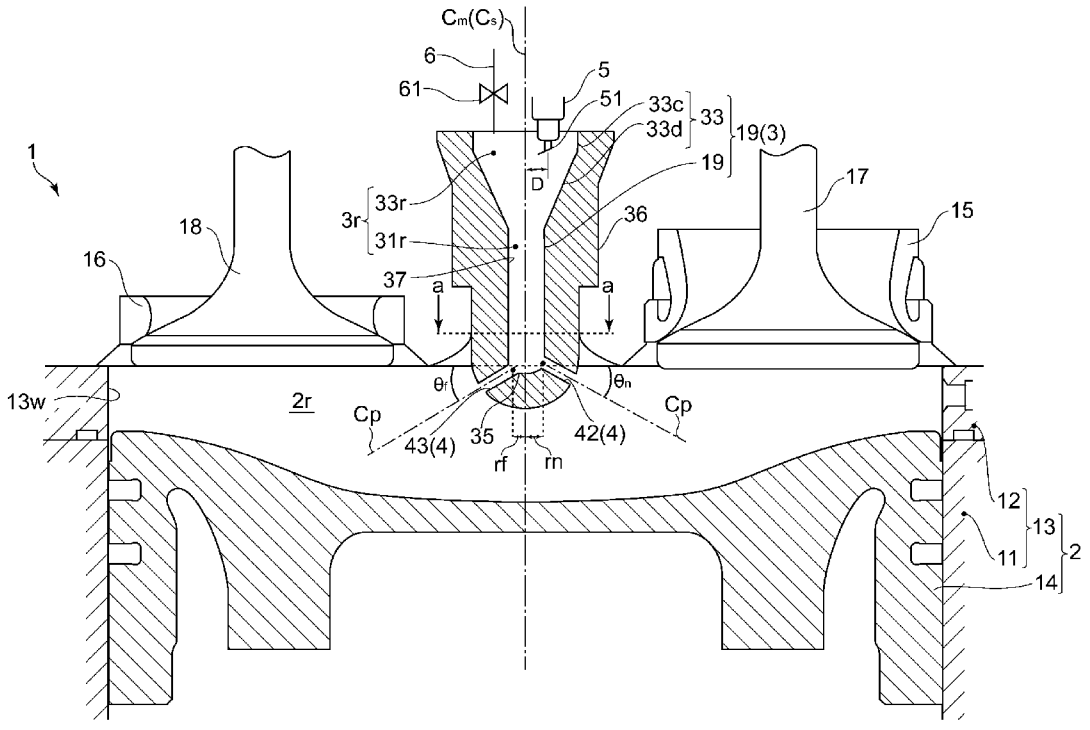
(30) 優先権データ：
特願 2016-238753 2016年12月8日(08.12.2016) JP

(71) 出願人:三菱重工エンジン＆ターボチャージャ株式会社(**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES ENGINE & TURBOCHARGER, LTD.**) [JP/JP]; 〒2525293 神奈川県相模原市中央区田名３０００番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 野村 一敏 (**NOMURA, Kazutoshi**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 竹本 大育(**TAKEMOTO, Daisuke**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山田 哲(**YAMADA, Satoshi**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 柚木 晃広(**YUUKI, Akihiro**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 佐々木 俊也(**SASAKI, Shunya**);

(54) **Title:** AUXILIARY-CHAMBER-TYPE GAS ENGINE

(54) 発明の名称： 副室式ガスエンジン



(57) **Abstract:** An auxiliary-chamber-type gas engine that comprises: a main chamber formation part that forms a main combustion chamber; an auxiliary chamber formation part that forms an auxiliary chamber that communicates with the main combustion chamber via a plurality of injection holes; and an ignition device that is installed in the auxiliary chamber such that an ignition part is separated by exactly a prescribed distance from a main chamber center axis line of the main combustion chamber. In plan view, the auxiliary chamber has: an ignition near-side region that is on the same side as the

WO 2018/105501 A1

［続葉有］

〒1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 誠真ＩＰ特許業務法人 (SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目１３番１６号 三田４３ＭＴビル１３階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

— 補正された請求の範囲（条約第19条(1)）

ignition part and is bounded by a border line that passes through an auxiliary chamber center axis line of the auxiliary chamber and is orthogonal to a straight line that passes through the auxiliary chamber center axis line and the ignition part; and an ignition far-side region that is on the opposite side from the ignition near-side region. The distance between the auxiliary chamber center axis line and an auxiliary-chamber-side opening end part that is connected to the auxiliary chamber at a far-side specific injection hole that is at least one injection hole that is in the ignition far-side region is shorter or longer than the distance between the auxiliary chamber center axis line and an auxiliary-chamber-side opening end part of a near-side specific injection hole that is at least one injection hole that is in the ignition near-side region.

(57) 要約：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。

明　細　書

発明の名称 ： 副室式ガスエンジン

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、ＮＯｘ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、

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。

[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。

[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。

[0011] （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の抑制を通して、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。

[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。

[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Ｃｓ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。

[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、

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。

[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。

[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。

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。

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] （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。

[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。

[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。

[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。

[0025] （１３）幾つかの実施形態では、上記（１）～（１２）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１０％よりも大きい。

上記（１３）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

[0026] 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

[0027] [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ａａ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ａａ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。

[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ａａ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ａａ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

[0028] 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。

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。

[0029] 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Ｃｓと遠方側特定噴孔４３との距離ｒｆが近傍側特定噴孔４２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ａａ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。

[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を介さずに副室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）。

[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。

[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、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、副室中心軸線Ｃｓ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Ｃｓ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Ｃｓ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４の各々は、それぞれ所定の俯角θ（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θとは、主室中心軸線Ｃｍと直交する線と噴孔４の中心線Ｃｐ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３ｒは、所定の内径を有する筒状の小径筒室３１ｒであって、複数の噴孔４が接続される小径筒室３１ｒを形成する小径筒形成部３１と、小径筒室３１ｒよりも大きい内径を有する筒状の大径筒室３３ｒであって、着火装置５の着火部５１が位置する大径筒室３３ｒを形成する大径筒形成部３３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３１と大径筒形成部３３を有

している。また、大径筒形成部３３は、小径筒室３１ｒに接続されると共に、小径筒室３１ｒから離れるに従って内径が増大する筒状の拡径筒部３３ｄと、拡径筒部３３ｄに接続された、拡径筒部３３ｄの最大径を内径とする筒状の定径筒部３３ｃを有している。そして、上述した副室中心軸線Ｃｓは、小径筒室３１ｒの中心軸線となっている。

[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３ｒ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。

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Ｃｍと副室中心軸線Ｃｓ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Ｃｍに対して副室中心軸線Ｃｓ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Ｃｍと副室中心軸線Ｃｓとは一致していなくても良い。また、小径筒室３１ｒの中心軸線と大径筒室３３ｒ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１４が下降する際には、吸気弁１７が開き、排気弁１８が閉じる。吸気弁１７が開くと、吸気弁１７に繋がる吸気ポート１５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１３内に導入され、また、副室燃料ガス供給弁６１が開くことにより、副室燃料ガスが副室３ｒに導入される。他方、圧縮行程において、ピストン１４が上昇する際には副室燃料ガス供給弁６１が閉じる。そして、吸気ポート１５を介してシリンダ１３内に導入された希薄予混合気はピストン１４の上昇に伴って圧縮されるに伴って、その一部が、副室３ｒの複数の噴孔４の各々を通って副室３ｒに導入される。主燃焼室２ｒから副室３ｒ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３ｒ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１４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３ｒの混合気を着火すると、副室３ｒ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

１３へ噴出し、シリンダ１３内の希薄予混合気を着火することで、主燃焼室２ｒの希薄予混合気の燃焼に至る。

[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５１が主室中心軸線Ｃｍから所定距離Ｄだけ離れているため、着火部５１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２ｒ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４１ｍ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２ｒにおける火炎伝播にもばらつきが生じる。そして、主燃焼室２ｒに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２ｒ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２ｒ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３ｒは、副室３ｒの副室中心軸線Ｃｓと着火部５１とを通る直線（基準線Ｂａ）に対して、直交で、かつ、副室中心軸線Ｃｓを通る境界線Ｂｒを境として定義される、着火部５１が位置する側の着火近傍側領域Ｒｎ、および着火近傍側領域Ｒｎと反対側の着火遠方側領域Ｒｆとを有する。換言すれば、平面視において、副室３ｒを、上記の境界線Ｂｒによって、着火部５１に相対

的に近い着火近傍側領域Ｒｎと、相対的に遠い着火遠方側領域Ｒｆ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４１ｓの副室３ｒ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Ｒｆ内の少なくとも１つの噴孔４である遠方側特定噴孔４３における、副室３ｒに接続される副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆは、着火近傍側領域Ｒｎ内の少なくとも１つの噴孔４である近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎよりも短い（ｒｆ＜ｒｎ）。

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Ｒｎ内の少なくとも１つの噴孔４である近傍側特定噴孔４２における、副室３ｒに接続される副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎは、着火遠方側領域Ｒｆ内の少なくとも１つの噴孔４である遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆよりも短い（ｒｆ＞ｒｎ）。

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４１ｓ、あるいは、近傍側特定噴孔４２または遠方側特定噴孔４３以外の噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓは、それぞれ、副室形成部３（副室３ｒ）の底部３５よりも上部側において副室３ｒ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４２の副室側開口端部４１ｓ、副室中心軸線Ｃｓの通過する部分（副室３ｒの底部３５の中央）、遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓ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４３の副室側開口端部４１ｓを副室３ｒの底部中央側に形成することで、遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓに、着火装置５による着火により副室３ｒで生じた燃焼火炎が到達する時期を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４２の副室側開口端部４１ｓを副室３ｒの底部中央側に形成することで、近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓ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４２あるいは遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓを副室３ｒの底部中央に近づけることにより、近傍側特定噴孔４２および遠方側特定噴孔４３の各々の副室側開口端部４１ｓ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４２および遠方側特定噴孔４３の各々の主室側開口端部４１ｍ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。

[0042] 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４２は、平面視において、着火部５１に最も近接する着火近傍側領域Ｒｎ内の噴孔４となる最近接噴孔４２ｓであり、遠方側特定噴孔４３は、平面視において、着火部５１から最も離れた着火遠方側領域Ｒｆ内の噴孔４となる最遠方噴孔４３ｓであっても良い。図１～３に示される実施形態では、着火近傍側領域Ｒｎには３つの噴孔４（４ａ～４ｃ）が存在しており、近傍側特定噴孔４２は、着火近傍側領域Ｒｎにおいて上述した基準線Ｂａに沿って延在する１つの噴孔４ｂ（最近接噴孔４２ｓ）となっている。他方、着火遠方側領域Ｒｆにも３つの噴孔４（４ｄ～４ｆ）が存在しており、遠方側特定噴孔４３は、着火遠方側領域Ｒｆにおいて上述した基準線Ｂａに沿って延在する１つの噴孔４ｅ（最遠方噴孔４３ｓ）となっている。

[0043] 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４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆは、

近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎよりも短い（ｒｆ＜ｒｎ）。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４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎは、遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆよりも短い（ｒｆ＞ｒｎ）。なお、距離ｒｎは、副室側開口端部４１ｓにおける噴孔４の中心線Ｃｐと副室中心軸線Ｃｓとの距離であっても良い。

[0044] 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４２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４３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４３が複数の噴孔４からなる場合には、副室３ｒ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４１ｓと副室中心軸線Ｃｓ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４２が複数の噴孔４からなる場合には、副室３ｒ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４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離が短くなるようにしても良い。また、最近接噴孔４２ｓは近傍側特定噴孔４２となっていなくても良いし、同様に、最遠方噴孔４３ｓは遠方側特定噴孔４３となっていなくても良い。

[0045] 上記の構成によれば、副室３ｒの平面視において、その主室側開口端部４１ｍが着火部５１から最も離れた噴孔（最遠方噴孔４３ｓ）の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆが、その主室側開口端部４１ｍが着火部５１に最も近接する噴孔（最近接噴孔４２ｓ）の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎ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４３ｓ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３ｒにおいて、燃焼火炎が最も早く到達する最近接噴孔４２ｓと最遠方噴孔４３ｓ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２ｒ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

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。

[0046] 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４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆは、複数の噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓ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、遠方側特定噴孔４３は最遠方噴孔４３ｓ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４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離は全てで同一のｒｎとなっている。そして、遠方側特定噴孔４３（最遠方噴孔４３ｓ）の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆは、他の残りの５つの噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離（図２では距離ｒｎ）よりも小さく、６つの噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓ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４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆを平均よりも短くすることで、遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆを、近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎよりも短くすることができる。

[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４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎは、複数の噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓ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４２は最近接噴孔４２ｓ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４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離は全てで同一のｒｆとなっている。そして、近傍側特定噴孔４２（最近接噴孔４２ｓ）の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎは、他の残りの５つの噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離（図４では距離ｒｆ）よりも小さく、６つの噴孔４の各々の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離の平均よりも短くなっている。

[0049] 上記の構成によれば、近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎを平均よりも短くすることで、近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｎを、遠方側特定噴孔４３の副室側開口端部４１ｓと副室中心軸線Ｃｓとの距離ｒｆよりも短くすることができる（ｒｎ＜ｒｆ）。

[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４３の俯角θｆは、近傍側特定噴孔４２の俯角θｎと同じである。よって、遠方側特定噴孔４３の俯角θｆと近傍側特定噴孔４２の俯角θｎ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１３ｗ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４２および遠方側特定噴孔４３の各々の副室側開口端部４１ｓ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。

[0051] 次に、副室形成部３（副室口金１９）の内部に形成される副室３ｒ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Ｒｆ内の少なくとも１つの噴孔４である遠方側特定噴孔４３の噴孔長Ｌｆは、着火近傍側領域Ｒｎ内の少なくとも１つの噴孔４である近傍側特定噴孔４２の噴孔長Ｌｎ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より遅く到達する遠方側特定噴孔４３の噴孔長Ｌｆを、燃焼火炎がより早く到達する近傍側特定噴孔４２の噴孔長Ｌｎよりも短くすることにより、遠方側特定噴孔４３および近傍側特定噴孔４２の各々の主室側開口端部４１ｍを介して主燃焼室２ｒ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。

[0052] 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一のまま、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との接続位置からこの曲率Ｃｆ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Ｒｎ内の少なくとも１つの噴孔４である近傍側特定噴孔４２の副室側開口端部４１ｓも、副室３ｒとの接続

位置から曲率Ｃｎ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Ｃｆは、近傍側特定噴孔４２の曲率Ｃｎ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での方が、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θｆと近傍側特定噴孔４２の俯角θｎとは同じとなっているが（θｎ＝θｆ）、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θｆは、近傍側特定噴孔４２の俯角θｎ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θｆと近傍側特定噴孔４２の俯角θｎとは異なっているが（θｎ＜θｆ）、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θｆは、近傍側特定噴孔４２の俯角θｎと同じとなっていても良い。ここで、噴孔４の俯角θ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θｎ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θｆ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] １ 副室式ガスエンジン

１１ シリンダライナ

１２ シリンダヘッド

１３ シリンダ

１３ｗ シリンダ壁面

１４ ピストン

１５ 吸気ポート

１６ 排気ポート

１７　吸気弁
１８　排気弁
１９　副室口金
２　主室形成部
２ｒ　主燃焼室
３　副室形成部
３ｒ　副室
３１　小径筒形成部
３１ｒ　小径筒室
３３　大径筒形成部
３３ｃ　定径筒部
３３ｄ　拡径筒部
３３ｒ　大径筒室
３５　底部
３６　外周面
３７　内周面
４　噴孔
４１ｍ　主室側開口端部
４１ｓ　副室側開口端部
４２　近傍側特定噴孔
４２ｓ　最近接噴孔
４３　遠方側特定噴孔
４３ｓ　最遠方噴孔
５　着火装置
５１　着火部
６　副室ガス供給装置
６１　副室燃料ガス供給弁

Ｒｆ　着火遠方側領域

Ｒｎ　着火近傍側領域

Ｄ　着火部と主室中心軸線との所定距離

Ｃｍ　主室中心軸線

Ｃｐ　噴孔の中心線

Ｃｓ　副室中心軸線

Ｂａ　基準線

Ｂｒ　境界線

Ｌｆ　遠方側特定噴孔の噴孔長

Ｌｎ　近傍側特定噴孔の噴孔長

ｄｆ　距離（遠方側特定噴孔の副室側開口端部～主室中心軸線）

ｄｎ　距離（近傍側特定噴孔の副室側開口端部～主室中心軸線）

ｒｆ　距離（遠方側特定噴孔の副室側開口端部～副室中心軸線）

ｒｎ　距離（近傍側特定噴孔の副室側開口端部～副室中心軸線）

Ｃｆ　遠方側特定噴孔の副室側開口端部の曲率

Ｃｎ　近傍側特定噴孔の副室側開口端部の曲率

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Ｃｓ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。

補正された請求の範囲
[2018年4月5日(05.04.2018)国際事務局受理]

[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Ｃｓ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] （補正後） 前記大径筒形成部は、

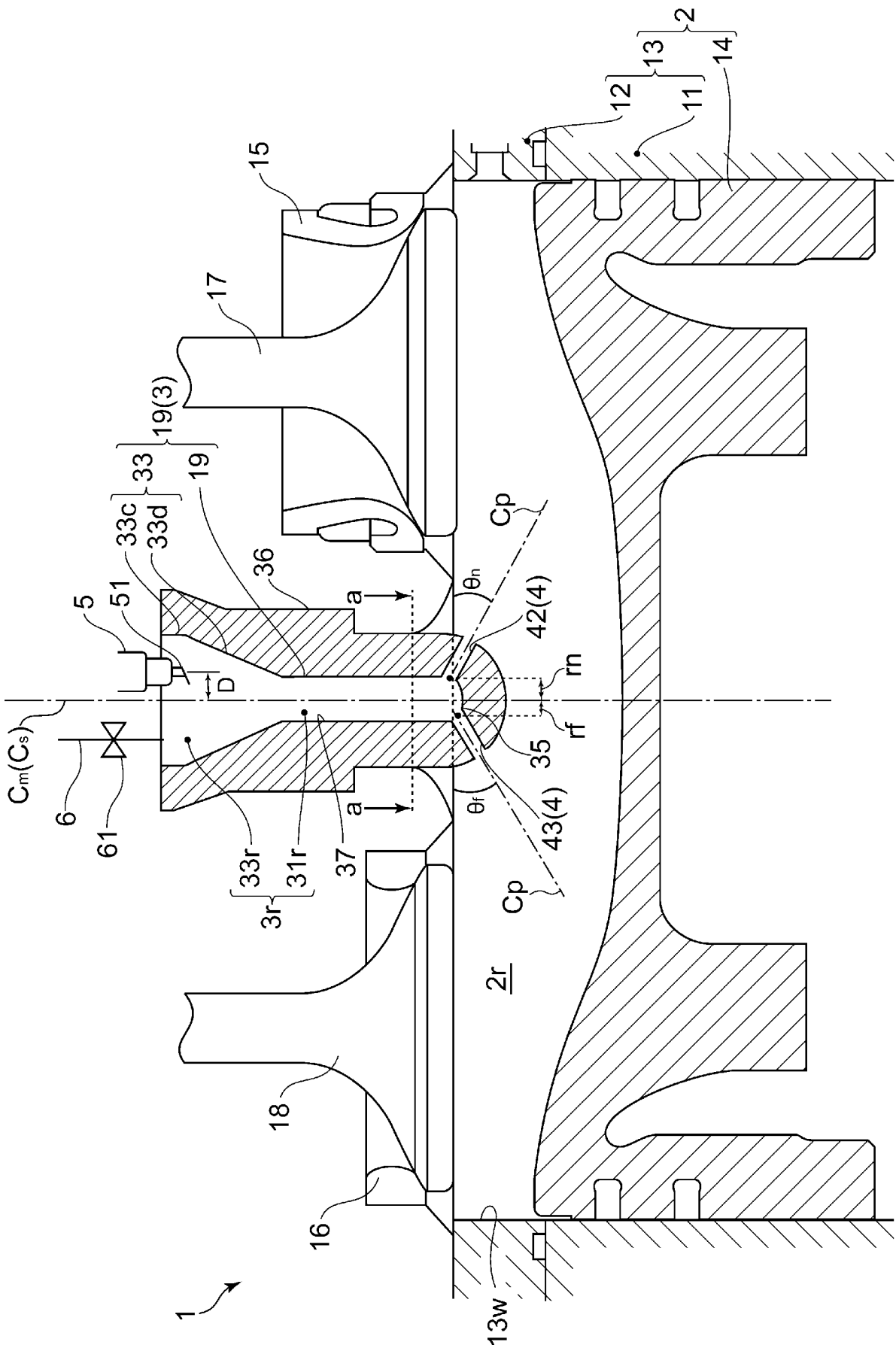
前記小径筒室に接続されると共に、前記小径筒室から離れるに従って内径が増大する筒状の拡径筒部と、

前記拡径筒部に接続された、前記拡径筒部の最大径を内径とする筒状の定径筒部と、を有していることを特徴とする請求項１２に記載の副室式ガスエンジン。

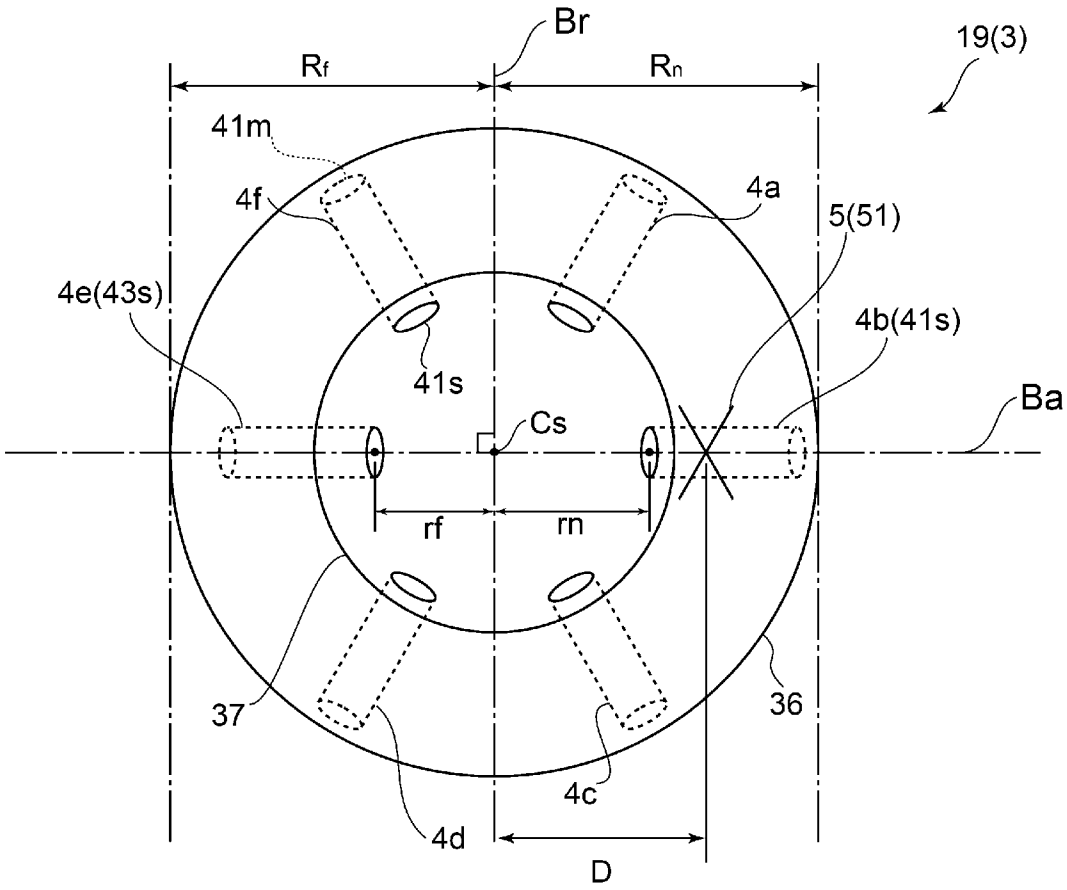
[請求項１４] （追加） 前記副室中心軸線は、前記小径筒室の中心軸線であることを特徴とする請求項１２または１３に記載の副室式ガスエンジン。

[請求項１５] （追加） 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１～１４のいずれか１項に記載の副室式ガスエンジン。

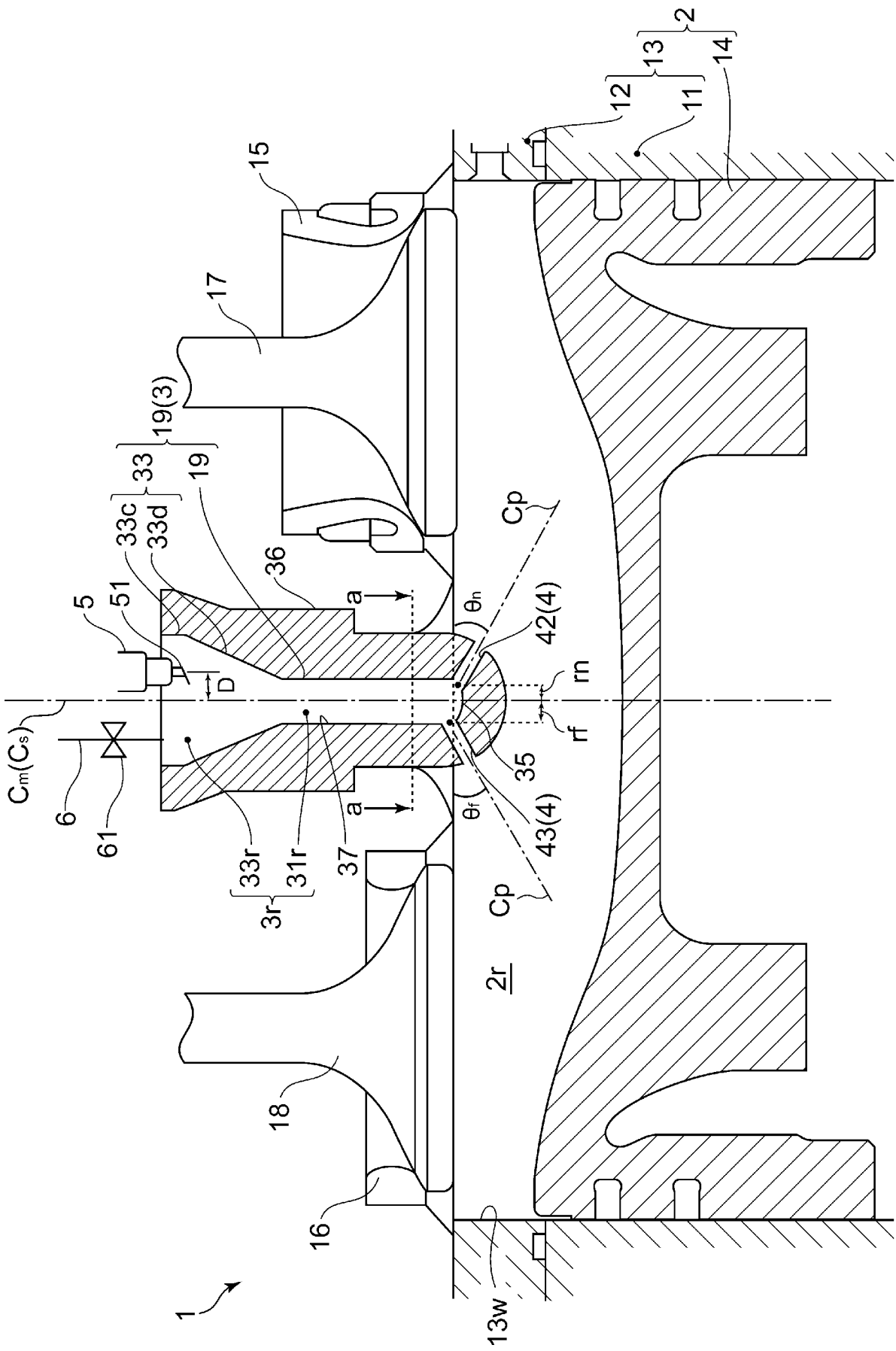
[図1]


1
2
12
13
14
11
15
17
19(3)
19
33
33c
33d
36
5
51
D
a
θn
Cp
42(4)
rn
rf
35
θf
43(4)
Cm(Cs)
6
61
33r
31r
37
3r
2r
18
16
13w

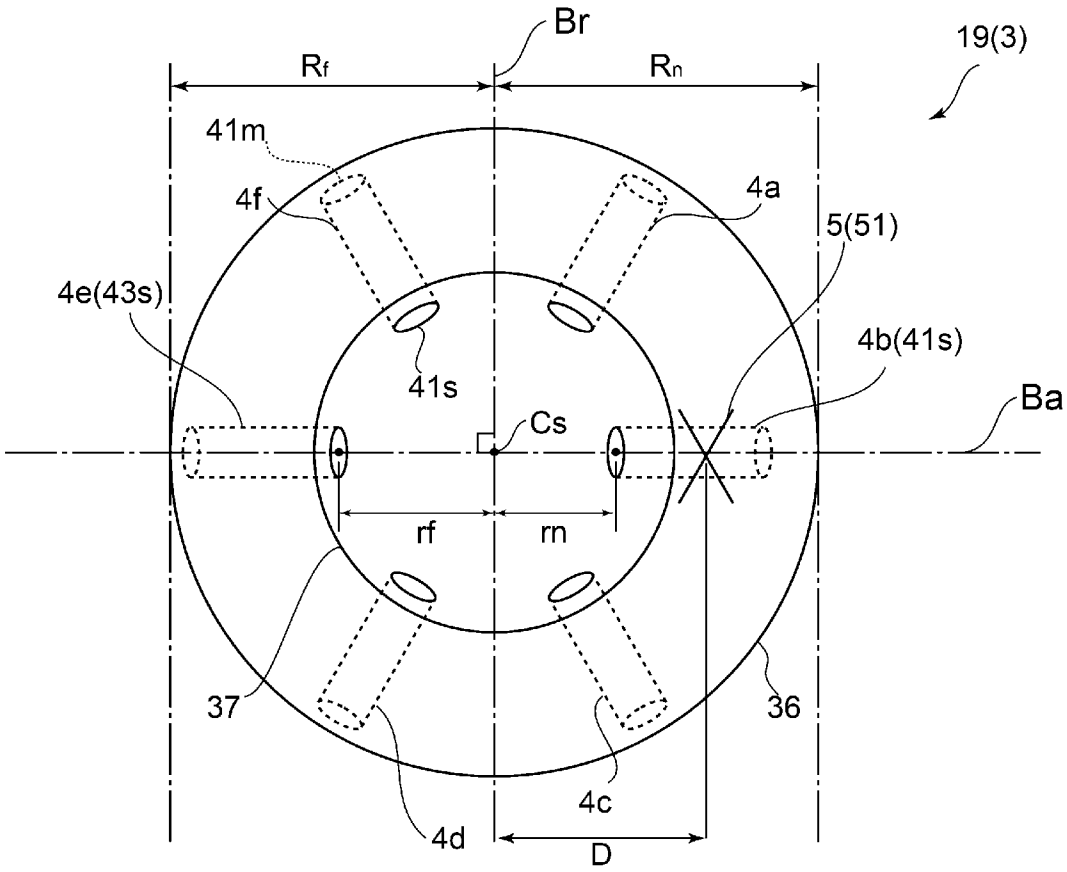
[図2]



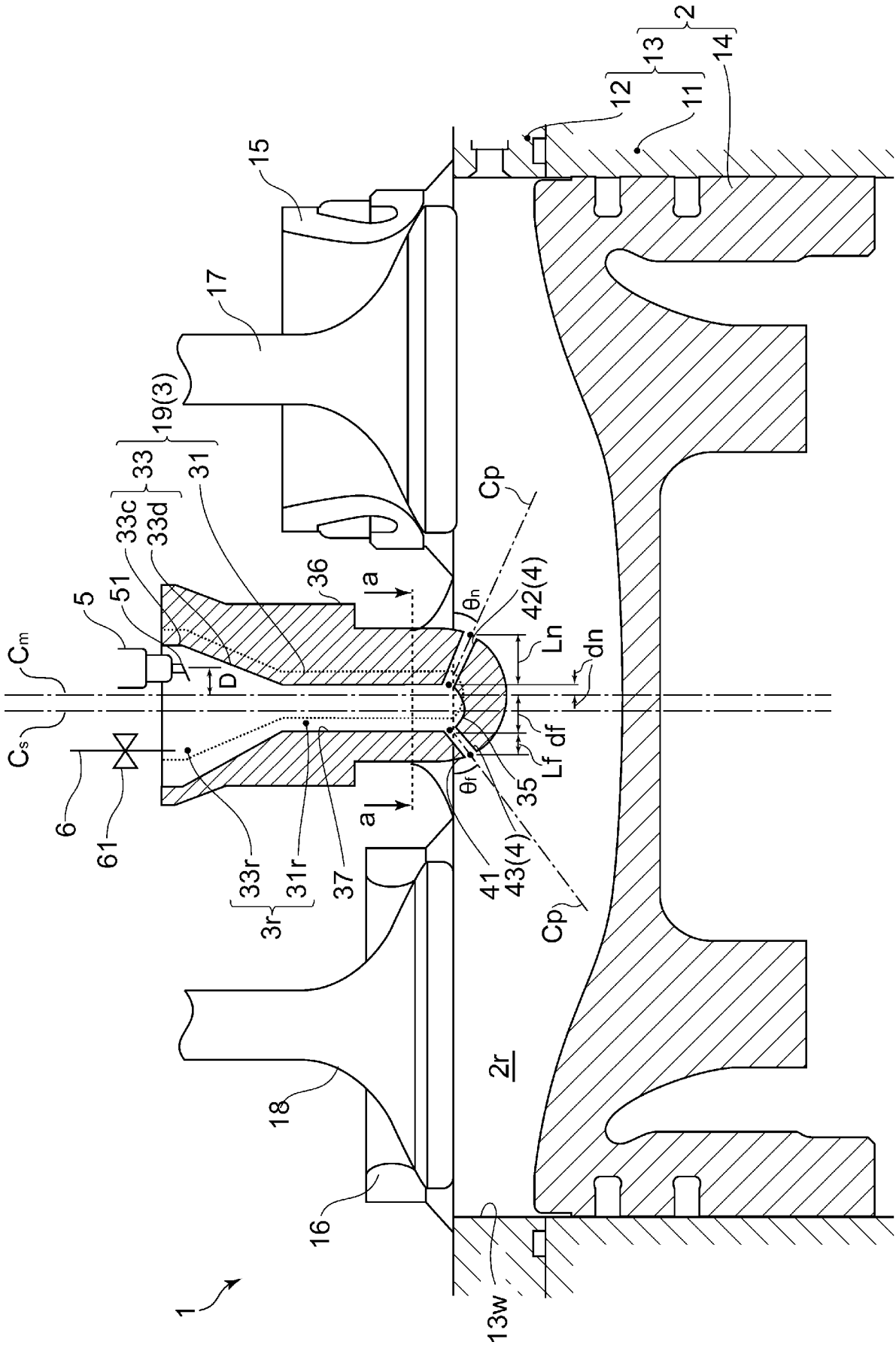
[図3]


2
13
14
12
11
15
17
19(3)
33
19
33c
33d
36
Cp
5
51
a
θn
42(4)
D
rm
rf
Cm(Cs)
6
61
35
θf
43(4)
33r
31r
37
3r
Cp
2r
18
16
1
13w

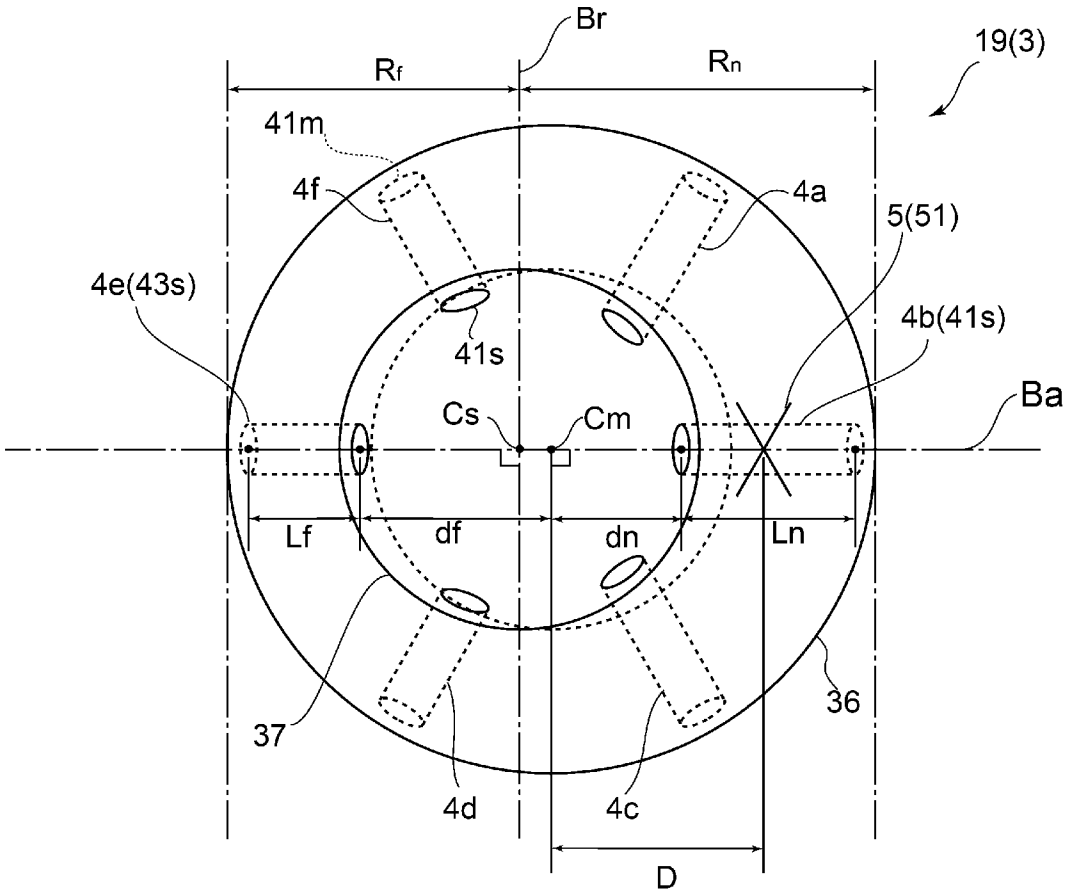
[図4]



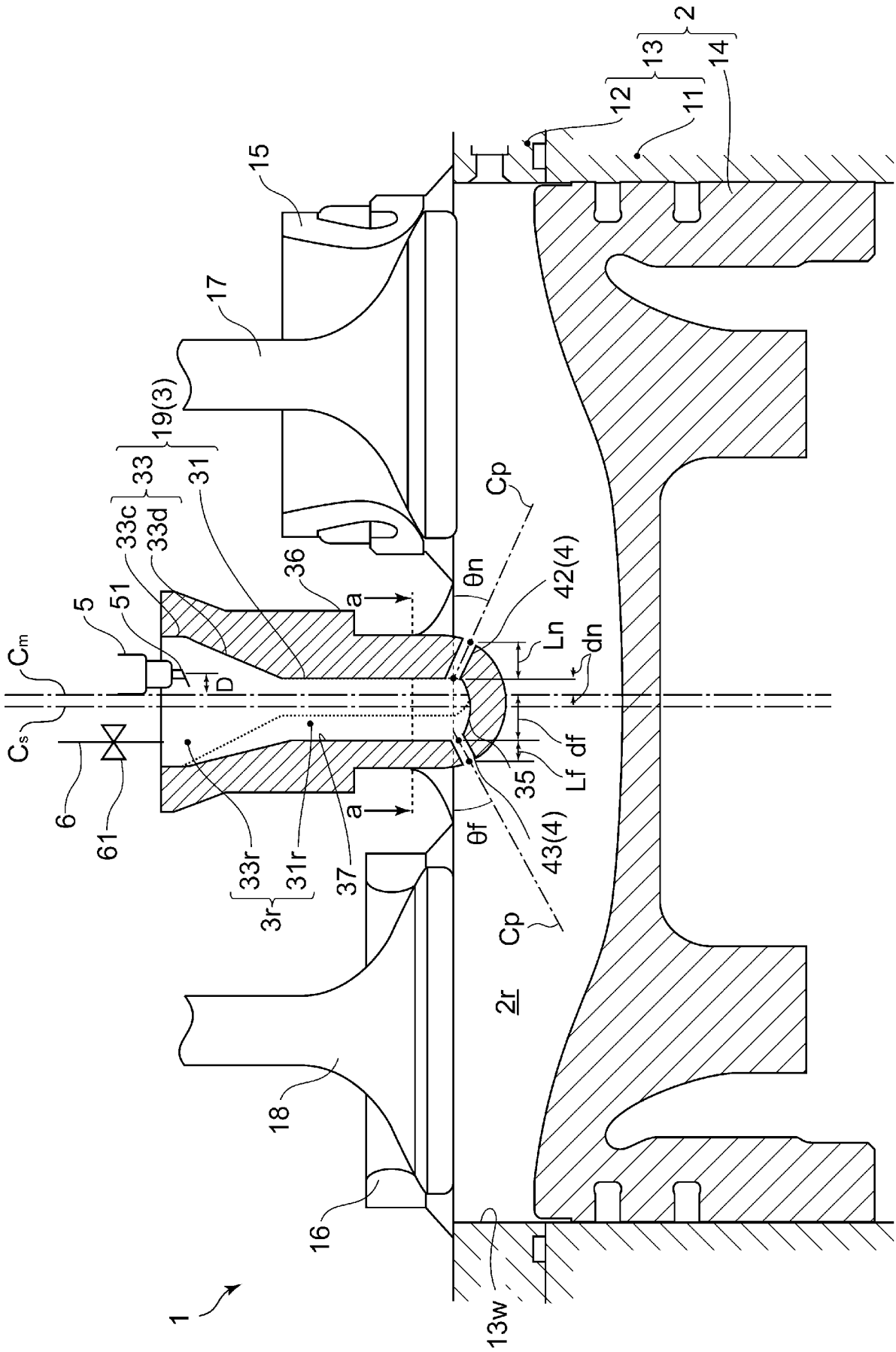
[図5]


2
13
14
12
11
15
17
19(3)
33
31
33c
33d
36
a
Cp
θn
42(4)
Ln
dn
5
51
Cm
D
Cs
6
61
Lf
df
35
θf
a
33r
31r
37
41
43(4)
Cp
3r
2r
18
16
13w
1

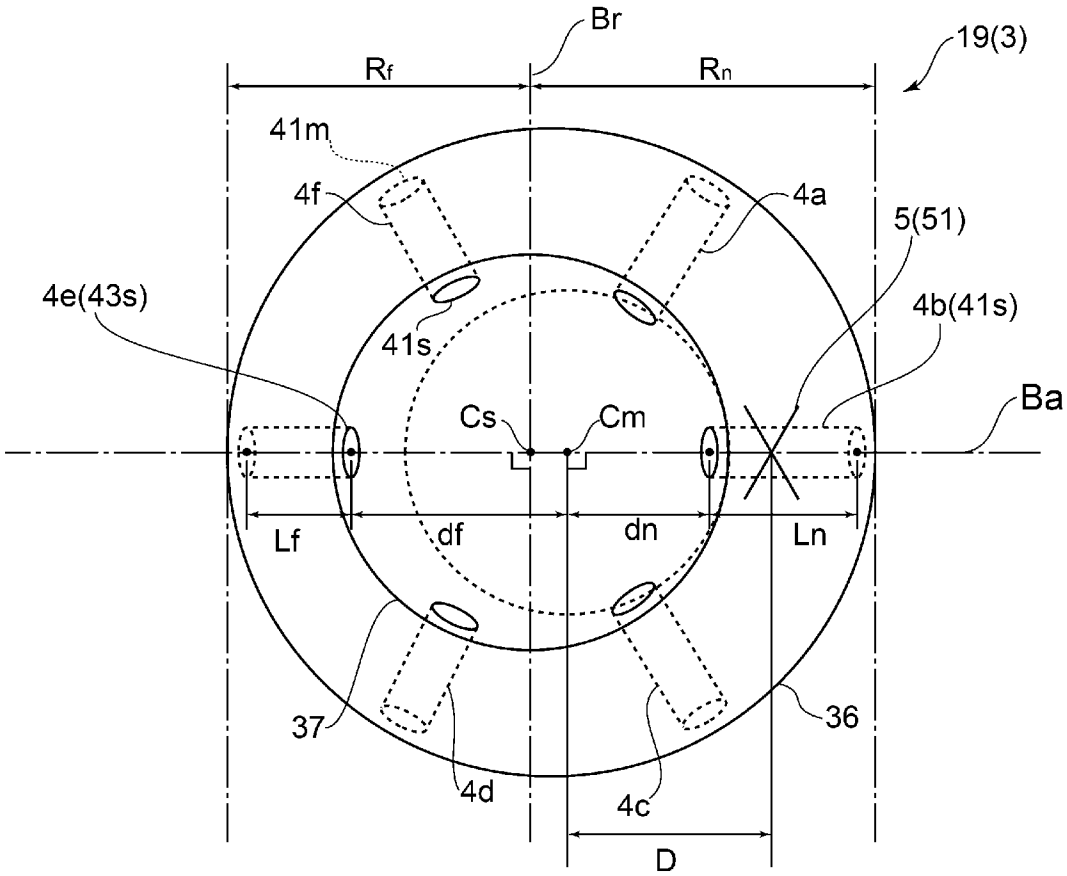
[図6]


Br
19(3)
Rf
Rn
41m
4f
4a
5(51)
4e(43s)
41s
4b(41s)
Ba
Cs
Cm
Lf
df
dn
Ln
37
36
4d
4c
D

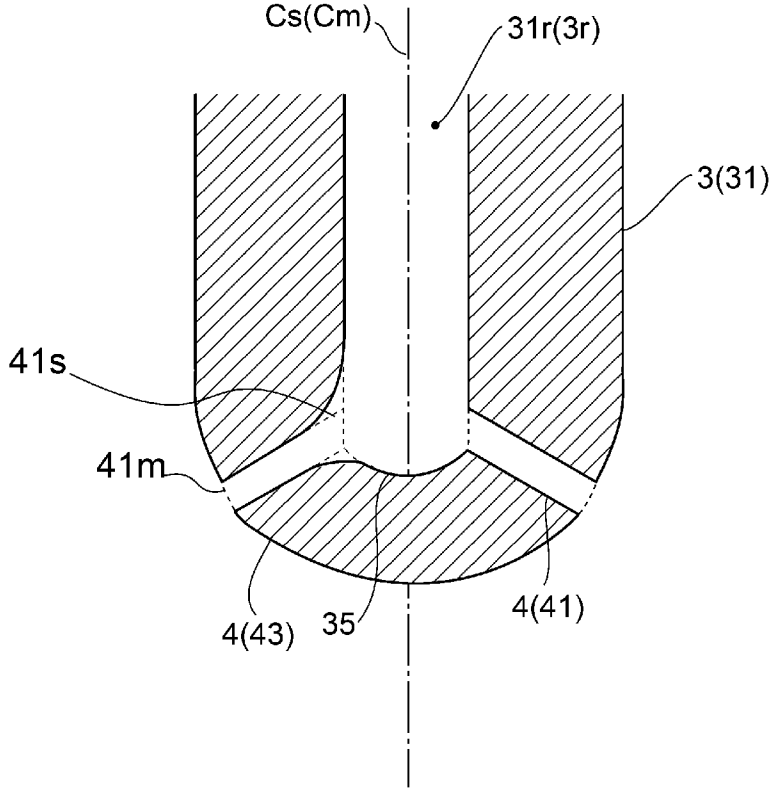
[図7]


2
13
14
12
11
15
17
19(3)
33
31
33c
33d
36
5
51
Cm
D
Cs
6
61
a
θn
Cp
42(4)
Ln
dn
Lf
df
35
θf
43(4)
33r
31r
3r
37
2r
18
16
13w
1

[図8]


Br
19(3)
Rf
Rn
41m
4f
4a
5(51)
4e(43s)
41s
4b(41s)
Ba
Cs
Cm
Lf
df
dn
Ln
37
36
4d
4c
D

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/043202

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F02B19/18(2006.01)i, F02B19/10(2006.01)i, F02B19/12(2006.01)i, F02B19/16(2006.01)i, F02M21/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. F02B19/18, F02B19/10, F02B19/12, F02B19/16, F02M21/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-3753 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 09 January 2001, paragraphs [0017]-[0026], fig. 1-2 (Family: none)	1-4, 6-7, 11-13
X	US 5024193 A (CATERPILLAR INC.) 18 June 1991, column 4, line 51 to column 12, line 36, fig. 1-8 & CA 2074818 A & FI 923536 A	1-2, 5, 9-13
A	JP 2014-62484 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 10 April 2014, paragraphs [0019]-[0043], fig. 1-4 & EP 2899381 A1, paragraphs [0019]-[0043], fig. 1-4 & CN 104508276 A	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 07 February 2018 (07.02.2018)	Date of mailing of the international search report 20 February 2018 (20.02.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０４３２０２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02B19/18(2006.01)i, F02B19/10(2006.01)i, F02B19/12(2006.01)i, F02B19/16(2006.01)i, F02M21/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02B19/18, F02B19/10, F02B19/12, F02B19/16, F02M21/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2001-3753 A（三菱重工業株式会社）2001.01.09, 段落 0017-0026、図 1-2（ファミリーなし）	1-4, 6-7, 11-13
X	US 5024193 A (Caterpillar Inc.) 1991.06.18, 第 4 欄第 51 行～第 12 欄第 36 行、図 1-8 & CA 2074818 A & FI 923536 A	1-2, 5, 9-13

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０７．０２．２０１８	２０．０２．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｇ　３７２８
二之湯　正俊
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５５

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2014-62484 A（三菱重工業株式会社）2014.04.10, 段落 0019-0043、図 1-4 & EP 2899381 A1, 段落 0019-0043、図 1-4 & CN 104508276 A	1-13