(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
2016 年 3 月 24 日(24.03.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/043312 A1

(51) 国際特許分類:
F02B 25/16 (2006.01) *F02D 21/08* (2006.01)
F02B 43/00 (2006.01) *F02M 25/00* (2006.01)
F02D 19/08 (2006.01) *F02M 26/00* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/076677

(22) 国際出願日: 2015 年 9 月 18 日(18.09.2015)

(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 2014-190325 2014 年 9 月 18 日(18.09.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社ＩＨＩ (IHI CORPORATION) [JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 増田　裕(MASUDA Yutaka); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号　株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 久下　喬弘(KUGE Takahiro); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号　株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP). 山田　敬之(YAMADA Takayuki); 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目１番１号　株式会社ＩＨＩ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 寺本　光生，外(TERAMOTO Mitsuo et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

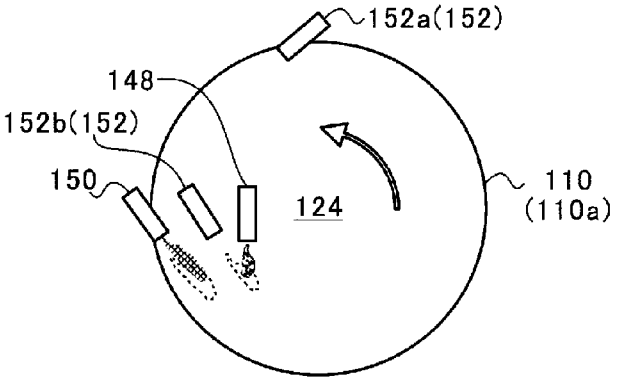
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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)）

(54) **Title**: RECIPROCATING ENGINE

(54) 発明の名称 : レシプロエンジン



(57) **Abstract**: The pistons in this reciprocating engine perform reciprocating motion inside of cylinders by means of the explosive pressure generated in a combustion chamber (124) formed inside of the cylinders (110). This reciprocating engine is provided with a liquid fuel supply unit (148) which supplies a liquid fuel to a combustion chamber, and a gas supply unit (a fuel gas supply unit (150), an EGR supply unit (152)) which supplies into the cylinder a combustion gas and an EGR gas, which is the exhaust gas discharged from the combustion chamber generated by combustion in the combustion chamber.

(57) 要約: シリンダ（１１０）内に形成される燃焼室（１２４）で生じる爆発圧力により、シリンダ内でピストンが往復動するレシプロエンジンであって、液体燃料を燃焼室に供給する液体燃料供給部（１４８）と、燃焼室における燃焼により生じ燃焼室から排気された排気ガスであるＥＧＲガス、および、燃料ガスをシリンダ内に供給するガス供給部（燃料ガス供給部（１５０）、ＥＧＲ供給部（１５２））と、を備える。

WO 2016/043312 A1

明　細　書

発明の名称 ： レシプロエンジン

技術分野

[0001] 本開示は、燃料の爆発圧力によってピストンが往復動するレシプロエンジンに関する。

本願は、２０１４年９月１８日に日本に出願された特願２０１４－１９０３２５号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、エンジンにおける燃料の燃焼方式が複数開発されている。例えば、特許文献１では、エンジンに搭載するノズルとして、液体燃料を噴射するノズルと、気体燃料（燃料ガス）を噴射するノズルの双方を備える構成が記載されている。このような構成においては、液体燃料を噴射して着火させたところに、燃料ガスを噴射することで燃焼を拡大させることが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開２０１３－１２４５８６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のように、液体燃料を噴射するノズルと、燃料ガスを噴射するノズルの双方を備える構成において、シリンダ内に噴射された液体燃料や燃料ガスの一部の燃焼が急速に進んで局所的に高温となり、ＮＯｘなどの排気規制物質が発生してしまうことがある。

[0005] 本開示は、このような課題に鑑み、液体燃料および燃料ガスの燃焼に伴うＮＯｘの発生を抑制することが可能なレシプロエンジンを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本開示は、シリンダ内に形成される燃焼室で生

じる爆発圧力により、シリンダ内でピストンが往復動するレシプロエンジンであって、液体燃料を燃焼室に供給する液体燃料供給部と、燃焼室における燃焼により生じ、燃焼室から排気された排気ガスであるＥＧＲガス、および、燃料ガスをシリンダ内に供給するガス供給部と、を備える。

発明の効果

[0007] 本開示によれば、液体燃料および燃料ガスの燃焼に伴うＮＯｘの発生を抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]ユニフロー掃気式２サイクルエンジンの全体構成を示す図である。

[図2A]掃気ポートを説明するための図である。

[図2B]掃気ポートを説明するための図である。

[図3]シリンダへの燃料ガス、液体燃料、および、ＥＧＲガスの供給経路の概略を示すブロック図である。

[図4A]燃焼室における各供給部の配置を説明するための図である。

[図4B]燃焼室における各供給部の配置を説明するための図である。

[図5A]燃焼室への液体燃料、燃料ガス、および、ＥＧＲガスの供給を説明するための図である。

[図5B]燃焼室への液体燃料、燃料ガス、および、ＥＧＲガスの供給を説明するための図である。

[図6A]第１変形例における各供給部の配置を説明するための図である。

[図6B]第２変形例における各供給部の配置を説明するための図である。

[図6C]第３変形例における各供給部の配置を説明するための図である。

[図7]第４変形例におけるシリンダへの燃料ガス、液体燃料、および、ＥＧＲガスの供給経路の概略を示すブロック図である。

[図8A]第４変形例における燃焼室における各供給部の配置を説明するための図である。

[図8B]第４変形例における燃焼室における各供給部の配置を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値等は、開示された内容の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本開示を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本開示に直接関係のない要素は図示を省略する。

[0010] 以下の実施形態では、シリンダ内部をガスが一方向に流れるユニフロー掃気式２サイクルエンジンについて説明する。しかし、エンジンの種類は、ユニフロー掃気式、２サイクル型に限られず、シリンダ内に形成される燃焼室で生じる爆発圧力により、シリンダ内でピストンが往復動するレシプロエンジンであればよい。

[0011] 図１は、ユニフロー掃気式２サイクルエンジン１００（レシプロエンジン）の全体構成を示す図である。本実施形態のユニフロー掃気式２サイクルエンジン１００は、例えば、船舶等に用いられる。ユニフロー掃気式２サイクルエンジン１００は、シリンダ１１０と、ピストン１１２と、排気ポート１１４と、排気弁駆動装置１１６と、排気弁１１８と、掃気ポート１２０と、掃気室１２２と、燃焼室１２４と、ロータリエンコーダ１２６と、ガバナー（調速機）１２８と、供給制御部１３０と、排気制御部１３２とを含んで構成される。

[0012] ユニフロー掃気式２サイクルエンジン１００では、吸気（給気）、圧縮、燃焼、排気からなる４つの連続する行程を通じて、ピストン１１２がシリンダ１１０内を往復動する。

ピストン１１２には、ピストンロッド１１２ａの一端が固定されている。ピストンロッド１１２ａは、不図示のクロスヘッドに連結されており、ピストン１１２がシリンダ１１０内を摺動しつつ往復動すると、クロスヘッドおよび連結棒を介してクランクシャフトが回転する。このようなクロスヘッド型

のレシプロエンジンでは、シリンダ１１０内でのストロークを比較的長く形成することができ、ピストン１１２に作用する側圧をクロスヘッドに受けさせることが可能なので、ユニフロー掃気式２サイクルエンジン１００の高出力化を図ることができる。

[0013] 排気ポート１１４は、ピストン１１２の上死点位置より図１中、上側に位置するシリンダヘッド１１０ａに設けられた開口部であり、シリンダ１１０内で生じた燃焼後の排気ガスを排気するために開閉される。排気弁駆動装置１１６は、所定のタイミングで排気弁１１８を上下に摺動させることで排気ポート１１４を開閉する。このようにして排気ポート１１４を介して排気された排気ガスは、例えば、不図示の過給機のタービン側に供給された後、外部に排気される。また、排気ポート１１４から排気された排気ガスの一部は、ＥＧＲガスとしてシリンダ１１０内に還流する。ＥＧＲガスの供給経路については後に詳述する。

[0014] 掃気ポート１２０は、シリンダ１１０の下端側（図１中、下側）にて、シリンダ１１０を、その内周面（シリンダブロック１１０ｂの内周面）から外周面まで貫通する孔である。

[0015] 図２ＡおよびＢは、掃気ポート１２０を説明するための図であり、図２Ａには、シリンダ１１０の掃気ポート１２０近傍の側面図を示し、図２Ｂには、図２ＡのＩＩ（ｂ）－ＩＩ（ｂ）線に沿った断面を示す。

[0016] 図２ＡおよびＢに示すように、掃気ポート１２０は、シリンダ１１０の全周囲に亘って、複数設けられている。そして、掃気ポート１２０から、ピストン１１２の摺動動作に応じてシリンダ１１０内に活性ガスが吸入される。この活性ガスは、酸素、オゾン等の酸化剤、または、その混合気（例えば空気）を含む。

[0017] 掃気ポート１２０は、シリンダ１１０の外部から内部に向けて、シリンダ１１０の径方向に対して傾斜した方向に掃気ガスを導く形状となっている。具体的には、掃気ポート１２０は、シリンダ１１０の径方向に対して傾斜した方向に延びている。また、シリンダ１１０の全周に亘って設けられたいずれ

の掃気ポート１２０についても、径方向に対する傾斜がほぼ等しくなっている。その結果、図２Ｂ中、矢印で示すように、掃気はスワール流となってシリンダ１１０内を上昇して排気ポート１１４側に流れる。

[0018] 図１に戻って、掃気室１２２には、不図示の過給機のコンプレッサによって加圧された活性ガス（例えば空気）が封入されており、掃気室１２２とシリンダ１１０内の差圧により掃気ポート１２０から活性ガスが吸入される。掃気室１２２の圧力は、ほぼ一定とすることができるが、掃気室１２２の圧力が変化する場合には、掃気ポート１２０に圧力計を設け、その計測値に応じて燃料ガスの噴射量等、他のパラメータを制御してもよい。

[0019] 燃焼室１２４は、シリンダヘッド１１０ａと、シリンダブロック１１０ｂにおけるシリンダライナと、ピストン１１２とに囲まれる空間である。燃焼室１２４には、液体燃料供給部、燃料ガス供給部、ＥＧＲ供給部によって、液体燃料、燃料ガス（気体燃料）、および、ＥＧＲガスが供給される。これらの供給部について、理解を容易とするため図１では図示を省略し後述する。

[0020] ロータリエンコーダ１２６は、不図示のクランクシャフトに設けられ、クランクシャフトの角度信号（以下、クランク角度信号と言う。）を検出する。

[0021] ガバナー１２８は、上位の制御装置から入力されたエンジン出力指令値と、ロータリエンコーダ１２６からのクランク角度信号によるエンジン回転数に基づいて、液体燃料、燃料ガス、ＥＧＲガスそれぞれの噴射量を導出し、供給制御部１３０に出力する。

[0022] 供給制御部１３０は、ガバナー１２８から入力された液体燃料、燃料ガス、ＥＧＲガスそれぞれの噴射量を示す情報と、ロータリエンコーダ１２６からのクランク角度信号に基づいて、液体燃料供給部、燃料ガス供給部、ＥＧＲ供給部を制御する。

[0023] 排気制御部１３２は、供給制御部１３０からの液体燃料、燃料ガス、ＥＧＲガスそれぞれの噴射量を示す情報、および、ロータリエンコーダ１２６からのクランク角度信号に基づいて、排気弁駆動装置１１６に排気弁操作信号を出力する。

[0024] 図３は、シリンダ１１０への燃料ガス、液体燃料、および、ＥＧＲガスの供給経路の概略を示すブロック図である。燃料ガス貯留部１３４および液体燃料貯留部１３６は、例えばタンクなどで構成され、燃料ガス貯留部１３４には燃料ガスが貯留され、液体燃料貯留部１３６には液体燃料が貯留される。燃料ガス貯留部１３４に貯留された燃料ガス、および、液体燃料貯留部１３６に貯留された液体燃料は、それぞれ、燃料ガス供給路１３４ａ、および、液体燃料供給路１３６ａを通って、シリンダ１１０内に供給される。

[0025] また、排気流路１１４ａは、上記の排気ポート１１４に連通する排気ガスの流路である。排気流路１１４ａには、三方弁１３８が設けられており、三方弁１３８は、燃焼室１２４における燃焼により発生し排気ポート１１４からシリンダ１１０外に排気された排気ガスを、エキゾーストマニホールド１４０側に導く。また、三方弁１３８は、排気ガスの一部を、シリンダ１１０に還流する還流路１４２に導く。本実施形態では、シリンダ１１０に還流する排気ガスをＥＧＲガスと呼称する。

[0026] 三方弁１３８の開度は、例えば、上記の供給制御部１３０の制御に応じ、シリンダ１１０内に噴射するＥＧＲガスの噴射量に合わせて調整される。

[0027] 還流路１４２には、圧縮機１４４および熱交換器１４６が設けられており、還流路１４２を流通する排気ガス（ＥＧＲガス）は、圧縮機１４４によって高圧になるとともに、熱交換器１４６によって冷却された後、シリンダ１１０内に供給される。

[0028] 図４ＡおよびＢは、燃焼室１２４における各供給部の配置を説明するための図であり、図４Ａには、図１のＩＶ（ａ）－ＩＶ（ａ）線に沿った断面を示し、図４Ｂには、図４ＡのＩＶ（ｂ）矢視図を示す。図４ＡおよびＢでは、理解を容易とするため、シリンダ１１０内の燃焼室１２４および各供給部のみを概略的に示す。

[0029] 図４ＡおよびＢに示すように、シリンダ１１０（シリンダヘッド１１０ａ）には、液体燃料供給部１４８、燃料ガス供給部１５０（ガス供給部）、および、ＥＧＲ供給部１５２（ガス供給部）が設けられている。各供給部（液体

燃料供給部１４８、燃料ガス供給部１５０、および、ＥＧＲ供給部１５２）は、それぞれ、噴射ノズルで構成され、供給制御部１３０の制御によって作動する。

[0030] 液体燃料供給部１４８は、液体燃料供給路１３６ａの下流端に連通し、液体燃料貯留部１３６に貯留された液体燃料をシリンダ１１０（燃焼室１２４）内に噴射（供給）する。

[0031] 燃料ガス供給部１５０は、燃料ガス供給路１３４ａの下流端に連通し、燃料ガス貯留部１３４に貯留された燃料ガスをシリンダ１１０（燃焼室１２４）内に噴射する。

[0032] ＥＧＲ供給部１５２は、本実施形態では、２つの噴射ノズル（第１ＥＧＲ供給部１５２ａ、第２ＥＧＲ供給部１５２ｂ）で構成されており、それぞれ、還流路１４２の下流端に連通し、還流路１４２を流通するＥＧＲガスをシリンダ１１０（燃焼室１２４）内に噴射する。

[0033] また、図４Ａに白抜き矢印で示すように、燃焼室１２４においては、掃気ポート１２０から流入した活性ガスによるスワール流が発生している。このとき、第１ＥＧＲ供給部１５２ａは、燃料ガス供給部１５０よりも、スワール流の流れ方向の上流側に、例えば、シリンダ１１０の半周の範囲内に配置されている。また、第２ＥＧＲ供給部１５２ｂは、液体燃料供給部１４８よりも、僅かに、スワール流の流れ方向の上流側に、例えば、シリンダ１１０の半周の範囲内に配置されている。この範囲は、例えば、液体燃料供給部１４８の位置を起点として、スワール流の流れ方向の上流側に、シリンダ１１０の周方向の半分までの領域である。

[0034] 図５ＡおよびＢは、燃焼室１２４への液体燃料、燃料ガス、および、ＥＧＲガスの供給を説明するための図である。図５Ａに示すように、先に、第１ＥＧＲ供給部１５２ａおよび第２ＥＧＲ供給部１５２ｂからＥＧＲガスが噴射される。厳密には、第１ＥＧＲ供給部１５２ａからＥＧＲガスが噴射された後、第２ＥＧＲ供給部１５２ｂからＥＧＲガスが噴射される。

[0035] その後、図５Ｂに示すように、液体燃料供給部１４８から液体燃料が噴射さ

れる。そして、液体燃料が自着火した後、燃料ガス供給部１５０から燃料ガスが噴射される。このとき、液体燃料供給部１４８の液体燃料の噴射方向には、スワール流に乗って第２ＥＧＲ供給部１５２ｂから噴射されたＥＧＲガスが流れてきており、液体燃料供給部１４８は、このＥＧＲガスに向かって液体燃料を噴射する。

[0036] また、燃料ガス供給部１５０の燃料ガスの噴射方向には、スワール流に乗って第１ＥＧＲ供給部１５２ａから噴射されたＥＧＲガスが流れてきており、燃料ガス供給部１５０は、このＥＧＲガスに向かって燃料ガスを噴射する。

[0037] そのため、シリンダ１１０内に供給された液体燃料および燃料ガスの周囲では、局所的にＥＧＲガスの濃度が高くなっている。その結果、燃料ガスおよび液体燃料の周囲の酸素濃度の低下や、ＥＧＲガスに含まれる二酸化炭素ガスや水蒸気などの比熱が大きいガスの影響により、局所的かつ過度な温度上昇が抑えられ、ＮＯｘの発生量が低減される。

[0038] また、ＥＧＲガスは、燃焼室１２４のうち、液体燃料および燃料ガスが始めに供給される部分近傍にのみ供給される。そのため、燃焼室１２４内全域にＥＧＲガスを供給する構成に比べ、ＥＧＲガスの供給量を抑えることが可能となる。

[0039] また、第１ＥＧＲ供給部１５２ａおよび第２ＥＧＲ供給部１５２ｂは、それぞれ、燃料ガス供給部１５０、液体燃料供給部１４８よりもスワール流の上流側に設けられている。そのため、スワール流に乗って流れ、適度に拡散したＥＧＲガスに、燃料ガスおよび液体燃料が噴射される。その結果、燃料ガスや液体燃料がＥＧＲガスに接触しやすく、ＮＯｘの発生量がさらに低減される。

[0040] 図６Ａ～Ｃは、本実施形態の第１変形例、第２変形例、および、第３変形例における各供給部の配置を説明するための図である。図６Ａ～Ｃでは、理解を容易とするため、液体燃料供給部１４８および第２ＥＧＲ供給部１５２ｂについては図示を省略している。

[0041] 図６Ａに示すように、第１変形例では、燃料ガス供給部１５０よりもスワー

ル流の流れ方向の下流側に、第１ＥＧＲ供給部２５２ａが配置されている。そして、第１ＥＧＲ供給部２５２ａは、スワール流の流れ方向の上流側に向かってＥＧＲガスを噴射する。このように、第１ＥＧＲ供給部２５２ａは、燃料ガス供給部１５０よりも、スワール流の下流側に配されてもよい。

[0042] ここでは、第１ＥＧＲ供給部２５２ａは、燃料ガス供給部１５０と、燃料ガスの噴射方向にほぼ対向する向きに配置されている。しかしながら、少なくとも、第１ＥＧＲ供給部２５２ａから噴射されたＥＧＲガスの流路上に、燃料ガス供給部１５０から噴射された燃料ガスの流路が交差する位置関係であればよい。

[0043] また、第２変形例では、図６Ｂに示すように、燃料ガス供給部１５０よりもスワール流の流れ方向の上流側に第１ＥＧＲ供給部３５２ａ１が配され、下流側に第１ＥＧＲ供給部３５２ａ２が配されている。上流側の第１ＥＧＲ供給部３５２ａ１は、スワール流の流れ方向の下流側に向かってＥＧＲガスを噴射し、下流側の第１ＥＧＲ供給部３５２ａ２は、スワール流の流れ方向の上流側に向かってＥＧＲガスを噴射する。

[0044] また、第３変形例では、図６Ｃに示すように、燃料ガス供給部１５０よりもスワール流の流れ方向の上流側に２つの第１ＥＧＲ供給部４５２ａ１、４５２ａ２が配され、下流側に第１ＥＧＲ供給部４５２ａ３が配されている。上流側の第１ＥＧＲ供給部４５２ａ１、４５２ａ２は、スワール流の流れ方向の下流側に向かってＥＧＲガスを噴射し、下流側の第１ＥＧＲ供給部４５２ａ３は、スワール流の流れ方向の上流側に向かってＥＧＲガスを噴射する。

[0045] 第２変形例および第３変形例に示すように、第１ＥＧＲ供給部３５２ａ１、３５２ａ２、４５２ａ１、４５２ａ２、４５２ａ３は、２個以上配置されてもよい。

[0046] 上述した第１～第３変形例のいずれにおいても、第１ＥＧＲ供給部２５２ａ、３５２ａ１、３５２ａ２、４５２ａ１、４５２ａ２、４５２ａ３は、燃料ガス供給部１５０から燃料ガスが噴射される位置に、燃料ガス供給部１５０から燃料ガスが噴射される時点で、ＥＧＲガスが適度に拡散した状態で位置

するように、配置および噴射タイミングが設定される。

[0047] また、第１～第３変形例では、上述した実施形態において、第１ＥＧＲ供給部１５２ａの構成を変更する場合について例示した。ここでは、冗長な説明となることを避けるため詳述はしないが、第２ＥＧＲ供給部１５２ｂについても、同様の変更が可能である。

[0048] 図７は、本実施形態の第４変形例におけるシリンダ１１０への燃料ガス、液体燃料、および、ＥＧＲガスの供給経路の概略を示すブロック図である。図７に示すように、第４変形例においては、還流路１４２における熱交換器１４６の下流側に、混合室５５４が設けられている。

[0049] また、燃料ガス供給路５３４ａは、混合室５５４に接続されている。混合室５５４においては、熱交換器１４６から供給されたＥＧＲガスと、燃料ガス貯留部１３４から供給された燃料ガスが混合される。

[0050] 図８ＡおよびＢは、第４変形例における燃焼室１２４における各供給部の配置を説明するための図である。図８Ａには、第４変形例における図４Ａに対応する位置の断面を示し、図８Ｂには、図８ＡのＶＩＩＩ（ｂ）矢視図を示す。図８ＡおよびＢでは、理解を容易とするため、シリンダ１１０内の燃焼室１２４および各供給部のみを概略的に示す。

[0051] 上述した実施形態では、シリンダヘッド１１０ａに第１ＥＧＲ供給部１５２ａおよび燃料ガス供給部１５０が設けられる構成について説明したが、第４変形例においては、図８ＡおよびＢに示すように、第１ＥＧＲ供給部１５２ａおよび燃料ガス供給部１５０が設けられていない代わりに、ガス供給部５５６が設けられている。

[0052] ガス供給部５５６は、還流路１４２の下流端に連通し、還流路１４２の下流端を流通する、混合室５５４で混合された、燃料ガスおよびＥＧＲガスの予混合ガスをシリンダ１１０内に噴射する。

[0053] このように、混合室５５４で予め燃料ガスとＥＧＲガスを混合することで、燃料ガスとＥＧＲガスの混合が十分に進み、ＮＯｘをさらに低減することが可能となる。

[0054] 上述した実施形態および変形例では、掃気ポート１２０によってスワール流が生じる構成について説明したが、掃気ポート１２０がシリンダ１１０の径方向に延び、スワール流を発生させない構成であってもよい。

[0055] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について説明したが、本開示はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

産業上の利用可能性

[0056] 本開示は、燃料の爆発圧力によってピストンが往復動するレシプロエンジンに利用することができる。

符号の説明

[0057] １００　ユニフロー掃気式２サイクルエンジン（レシプロエンジン）

１１０　シリンダ

１１２　ピストン

１２０　掃気ポート

１２４　燃焼室

１４８　液体燃料供給部

１５０　燃料ガス供給部（ガス供給部）

１５２　ＥＧＲ供給部（ガス供給部）

１５２ａ、２５２ａ、３５２ａ１、３５２ａ２、４５２ａ１、４５２ａ２、４５２ａ３　第１ＥＧＲ供給部

１５２ｂ　第２ＥＧＲ供給部

５５６　ガス供給部

請求の範囲

[請求項1] シリンダ内に形成される燃焼室で生じる爆発圧力により、前記シリンダ内でピストンが往復動するレシプロエンジンであって、

液体燃料を前記燃焼室に供給する液体燃料供給部と、

前記燃焼室における燃焼により生じ、前記燃焼室から排気された排気ガスであるＥＧＲガス、および、燃料ガスを前記シリンダ内に供給するガス供給部と、

を備えるレシプロエンジン。

[請求項2] 前記ガス供給部は、

前記ＥＧＲガスを前記シリンダ内に供給するＥＧＲ供給部と、

前記燃料ガスを前記シリンダ内に供給する燃料ガス供給部と、

を含む請求項１に記載のレシプロエンジン。

[請求項3] 前記液体燃料供給部は、前記ＥＧＲ供給部から前記シリンダ内に供給されたＥＧＲガスに向かって、前記液体燃料を供給する請求項２に記載のレシプロエンジン。

[請求項4] 前記燃料ガス供給部は、前記ＥＧＲ供給部から前記シリンダ内に供給されたＥＧＲガスに向かって、前記燃料ガスを供給する請求項２に記載のレシプロエンジン。

[請求項5] 前記燃料ガス供給部は、前記ＥＧＲ供給部から前記シリンダ内に供給されたＥＧＲガスに向かって、前記燃料ガスを供給する請求項３に記載のレシプロエンジン。

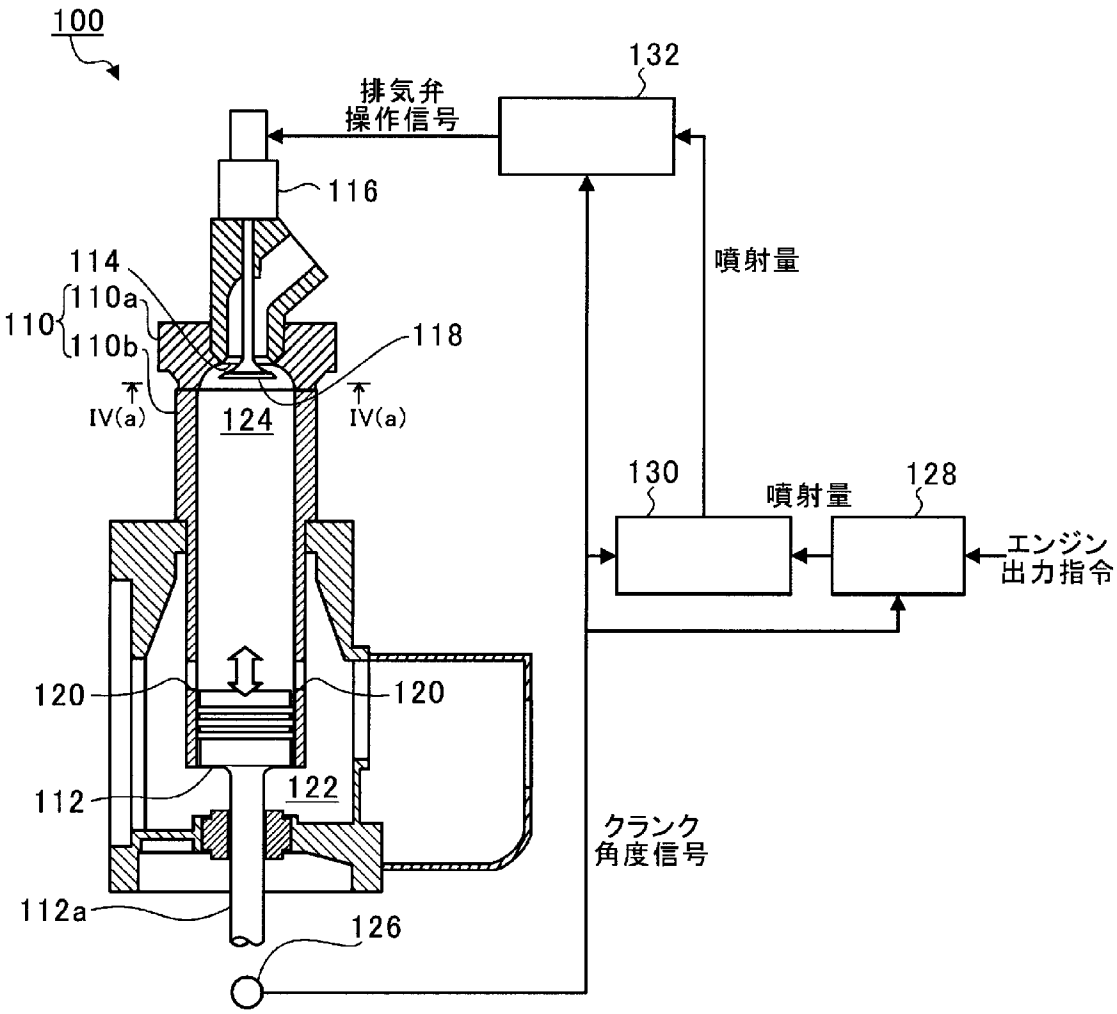
[請求項6] 前記シリンダに形成され、前記シリンダ内から活性ガスを流入させるとともに、この活性ガスによってスワール流を生じさせる掃気ポートをさらに備え、

前記ＥＧＲ供給部は、前記燃料ガス供給部および前記液体燃料供給部の少なくとも一方より、前記スワール流の上流側に配置されている請求項２から５のいずれか１項に記載のレシプロエンジン。

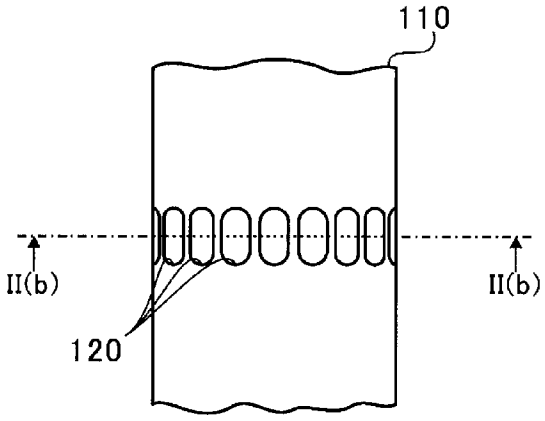
[請求項7] 前記ガス供給部は、前記ＥＧＲガスを前記燃料ガスと混合した予混合

ガスを、前記シリンダ内に供給する請求項１に記載のレシプロエンジン。

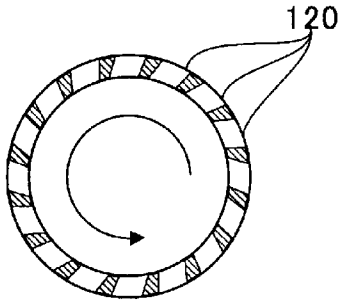
[図1]


100
132
排気弁
操作信号
116
114
110a
110
110b
118
IV(a)
124
IV(a)
噴射量
130
噴射量
128
エンジン
出力指令
120
120
112
122
クランク
角度信号
112a
126

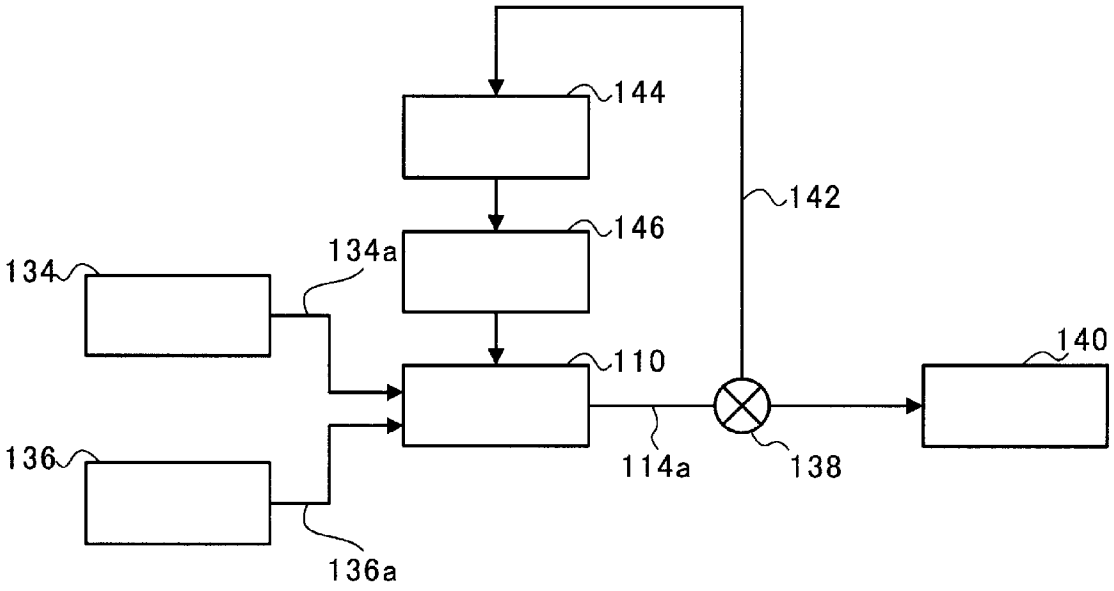
[図2A]


110
II(b)
II(b)
120

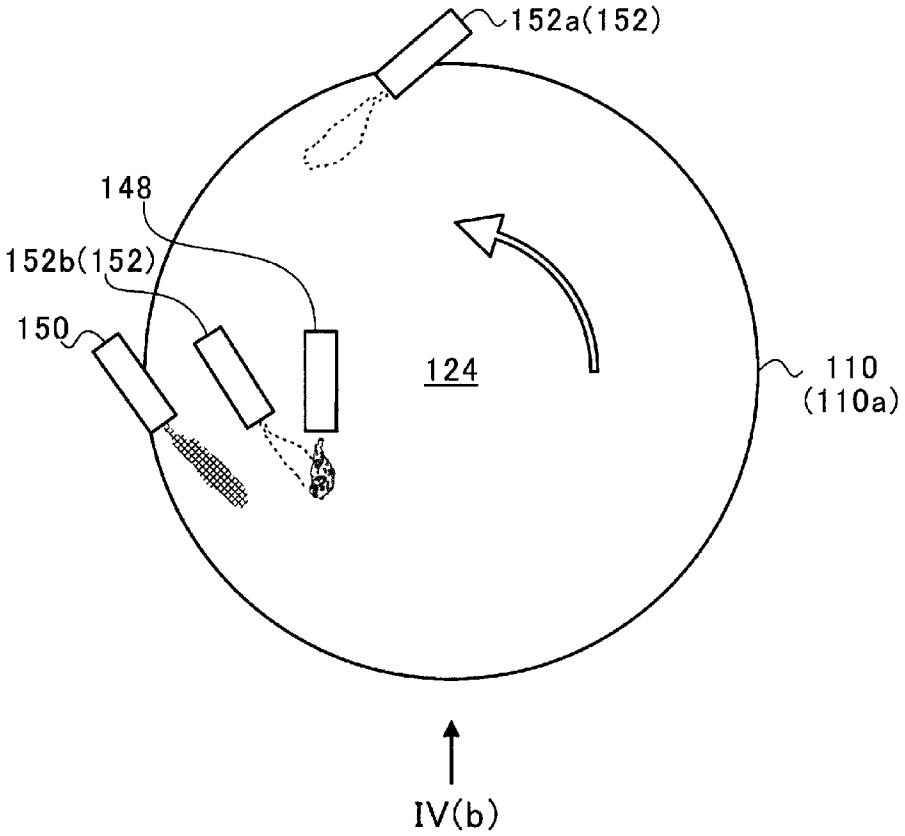
[図2B]


120

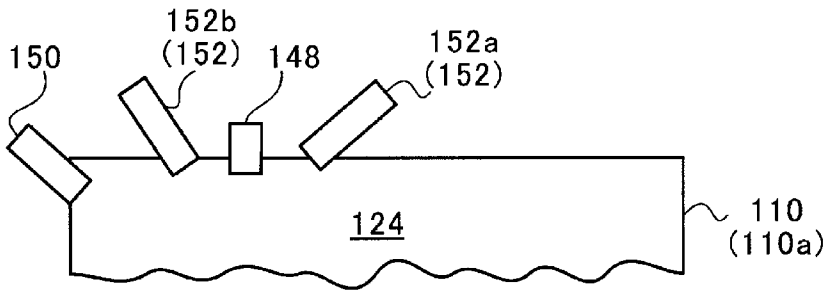
[図3]


144
142
146
134a
134
110
140
136
114a
138
136a

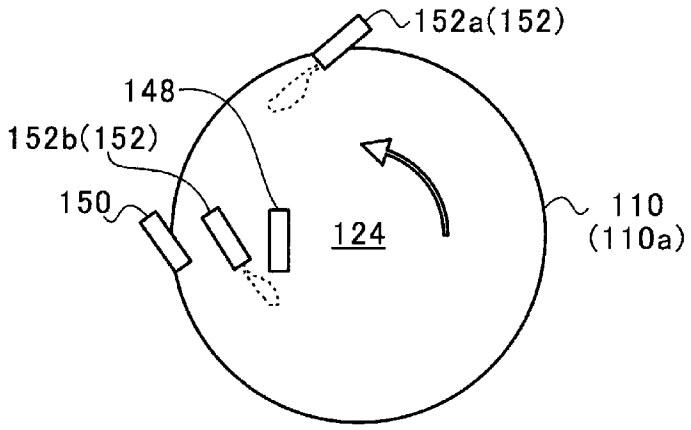
[図4A]


152a(152)
148
152b(152)
150
124
110
(110a)
IV(b)

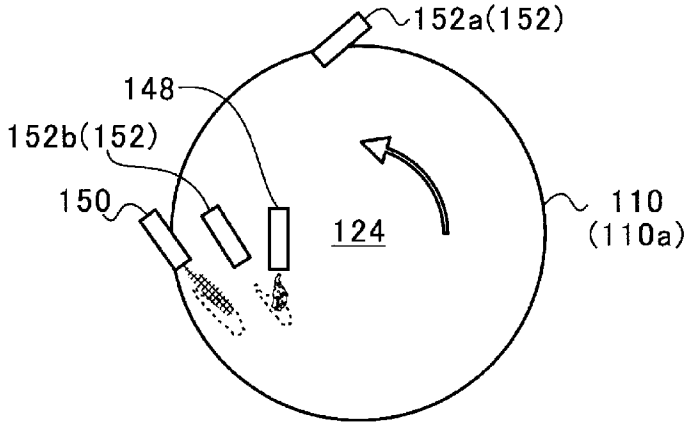
[図4B]


150
152b
(152)
148
152a
(152)
124
110
(110a)

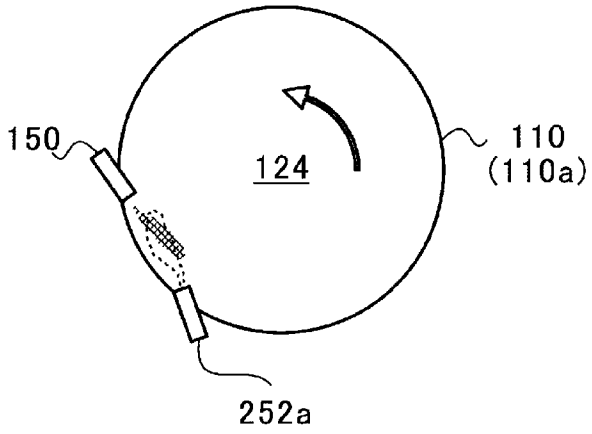
[図5A]


152a(152)
148
152b(152)
150
124
110
(110a)

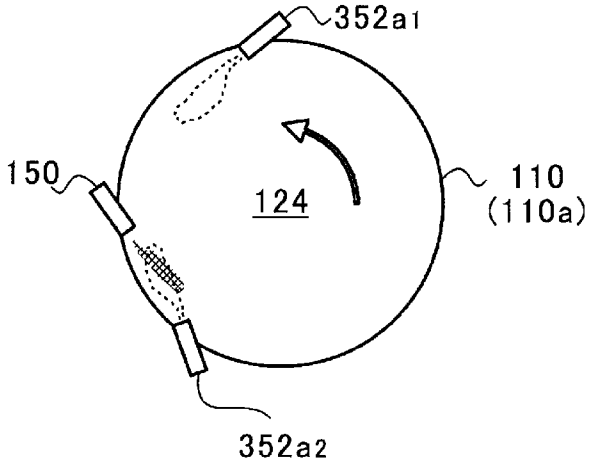
[図5B]


152a(152)
148
152b(152)
150
124
110
(110a)

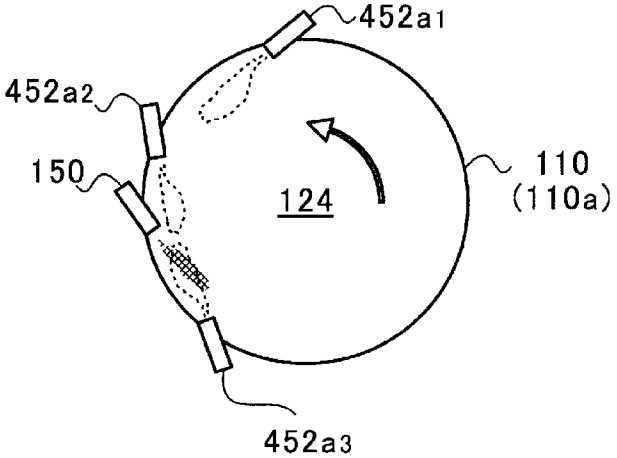
[図6A]


150
124
110
(110a)
252a

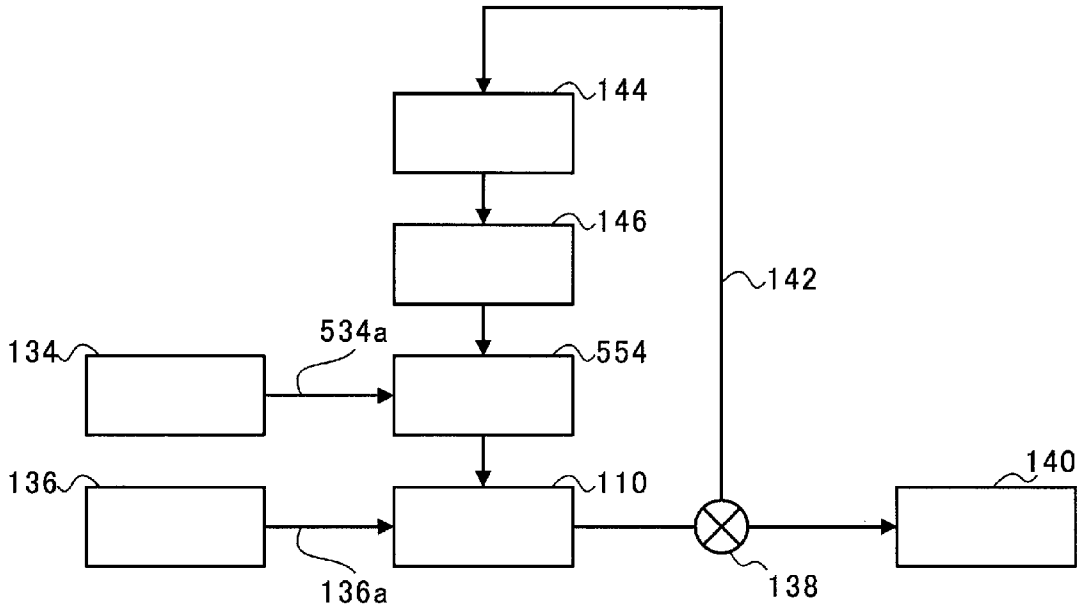
[図6B]


352a1
150
124
110
(110a)
352a2

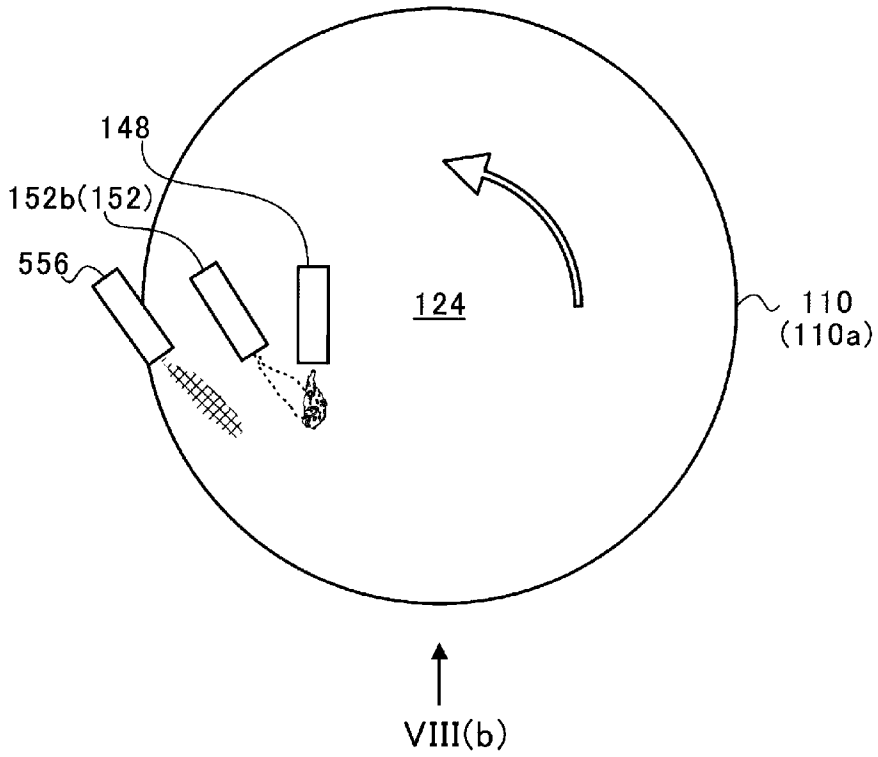
[図6C]


452a1
452a2
150
124
110
(110a)
452a3

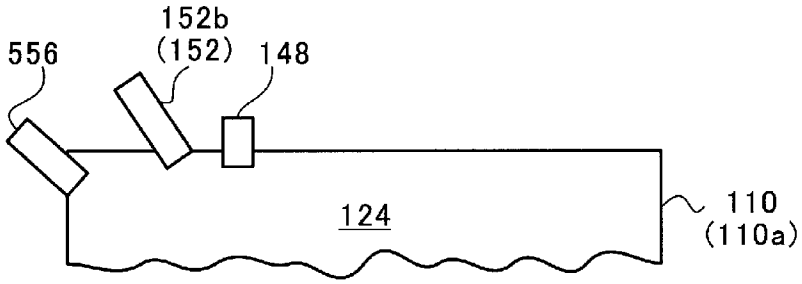
[図7]



[図8A]


148
152b(152)
556
124
110
(110a)
VIII(b)

[図8B]


556
152b
(152)
148
124
110
(110a)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/076677

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02B25/16(2006.01)i, *F02B43/00*(2006.01)i, *F02D19/08*(2006.01)i, *F02D21/08*(2006.01)i, *F02M25/00*(2006.01)i, *F02M26/00*(2016.01)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)
F02B25/16, F02B43/00, F02D19/08, F02D21/08, F02M25/00, F02M25/07

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2009-52520 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraphs [0020] to [0033]; fig. 1, 2 (Family: none)	1-2,7
X	JP 2010-255442 A (Honda Motor Co., Ltd.), 11 November 2010 (11.11.2010), paragraphs [0029] to [0091]; fig. 1, 2 & US 2010/0268442 A1 paragraphs [0016] to [0025]; fig. 1, 2 & EP 2246546 A2	1-2,7
Y	JP 2012-154188 A (IHI Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0021] to [0071]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-6

☒ 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	Date of mailing of the international search report
30 November 2015 (30.11.15)	08 December 2015 (08.12.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/076677

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-257520 A (Mazda Motor Corp.), 13 September 1994 (13.09.1994), paragraphs [0014] to [0024]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-6
Y	JP 2013-133708 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 08 July 2013 (08.07.2013), paragraphs [0012] to [0025]; fig. 2 (Family: none)	1-6
A	JP 2012-154189 A (IHI Corp.), 16 August 2012 (16.08.2012), paragraphs [0017] to [0053]; fig. 1 to 7 (Family: none)	1-7
A	JP 64-73167 A (AVL Gesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Messtechnik m.b.H, Prof.Dr.Dr.h.c. Hans List), 17 March 1989 (17.03.1989), page 3, lower left column; fig. 2 & EP 302045 A2 & AT 193787 A	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７６６７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02B25/16(2006.01)i, F02B43/00(2006.01)i, F02D19/08(2006.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02M25/00(2006.01)i, F02M26/00(2016.01)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.　F02B25/16, F02B43/00, F02D19/08, F02D21/08, F02M25/00, F02M25/07

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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 2009-52520 A（三菱重工業株式会社）2009.03.12, 段落［００２０］－［００３３］、図１、２（ファミリーなし）	1-2,7
X	JP 2010-255442 A（本田技研工業株式会社）2010.11.11, 段落［００２９］－［００９１］、図１、２ & US 2010/0268442 A1［００１６］－［００２５］、Ｆｉｇ１、２、 & EP 2246546 A2	1-2,7
Y	JP 2012-154188 A（株式会社ＩＨＩ）2012.08.16, 段落［００２１］－［００７１］、図１－８（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 6-257520 A（マツダ株式会社）1994.09.13, 段落［００１４］－［００２４］、図１－４（ファミリーなし）	1-6

☑　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
３０．１１．２０１５	０８．１２．２０１５

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　４０３０
木村　麻乃
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
Y	JP 2013-133708 A（ダイハツ工業株式会社）2013.07.08, 段落［００１２］－［００２５］、図２（ファミリーなし）	1-6
A	JP 2012-154189 A（株式会社ＩＨＩ）2012.08.16, 段落［００１７］－［００５３］、図１－７（ファミリーなし）	1-7
A	JP 64-73167 A（アー・ファウ・エル・ゲゼルシャフト　フィア　フェアブレヌングスクラフトマシーネン　ウント　メステヒニク　エム・ベー・ハー・プロフェッサー・ドクター・ドクター・ハー・ツェー・ハンス・リスト）1989.03.17, 第３頁左下欄、Ｆｉｇ．２ &EP 302045 A2 & AT 193787 A	1-7