(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
2014 年 4 月 10 日(10.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/054080 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 41/04 (2006.01) *F02D 19/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/006426

(22) 国際出願日: 2012 年 10 月 5 日(05.10.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 木塚 智昭(KIZUKA, Tomoaki); 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 竹内 昭宏(TAKEUCHI, Akihiro); 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 野中 洋輔(NONAKA, Yosuke); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町１番１号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 海野 峻太郎(UNNO, Shuntaro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町１番１号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 中島 洋平 (NAKAJIMA, Youhei); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町１番１号川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 有古特許事務所(PATENT CORPORATE BODY ARCO PATENT OFFICE); 〒6500031 兵庫県神戸市中央区東町１２３番地の１ 貿易ビル３階 Hyogo (JP).

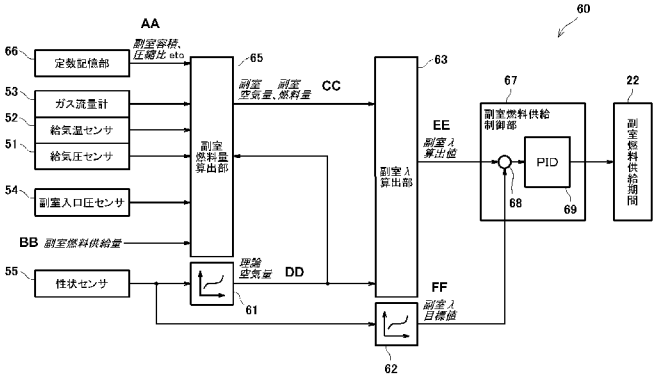
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: COMBUSTION STABILIZATION DEVICE FOR AUXILIARY CHAMBER GAS ENGINE

(54) 発明の名称 : 副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置



22 Auxiliary chamber fuel supply period
51 Air supply pressure sensor
52 Air supply temperature sensor
53 Gas flow meter
54 Auxiliary chamber inlet pressure sensor
55 Property sensor
63 Auxiliary chamber λ calculation unit
65 Auxiliary chamber fuel amount calculation unit
67 Auxiliary chamber fuel supply control unit
66 Constant storage unit
69 PID
AA Auxiliary chamber volume, compression ratio, etc.
BB Auxiliary chamber fuel supply amount
CC Auxiliary chamber air amount, auxiliary chamber fuel amount
DD Theoretical air amount
EE Auxiliary chamber λ calculation value
FF Auxiliary chamber λ target value

(57) **Abstract**: A combustion stabilization device (100) equipped with: a primary chamber fuel supply device (21) that supplies gas fuel to a primary chamber (33); an auxiliary chamber fuel supply device (22) that supplies gas fuel to an auxiliary chamber (34); a property sensor (55) that detects the property of the gas fuel; a theoretical air amount calculation unit (61) that calculates a theoretical air amount corresponding to the detected gas fuel property; a target auxiliary chamber excess air ratio setting unit (62) that sets a target value for the excess air ratio in the auxiliary chamber (34); an auxiliary chamber fuel amount calculation unit (65) that calculates the amount of air and the amount of gas fuel supplied to the auxiliary chamber (34); an auxiliary chamber excess air ratio measurement unit (63) that calculates the excess air ratio in the auxiliary chamber (34) on the basis of the calculated amount of air, the calculated amount of gas fuel, and the theoretical air amount; and an auxiliary chamber fuel supply control unit (67) that sets a target auxiliary chamber fuel supply amount, that is, the target value for the amount of gas fuel supplied to the auxiliary chamber (34) such that the calculated value for the auxiliary chamber excess air ratio matches the target value, and that controls the auxiliary chamber fuel supply device (22) such that the target auxiliary chamber fuel supply amount of the gas fuel is supplied.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/054080 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

燃焼安定化装置（１００）は、主室（３３）にガス燃料を供給する主室燃料供給装置（２１）と、副室（３４）にガス燃料を供給する副室燃料供給装置（２２）と、ガス燃料の性状を検出する性状検出器（５５）と、検出されたガス燃料の性状に対応する理論空気量を算出する理論空気量算出部（６１）と、副室（３４）内の空気過剰率の目標値を設定する目標副室空気過剰率設定部（６２）と、副室（３４）に供給される空気量及びガス燃料量を算出する副室燃料量算出部（６５）と、算出された空気量、ガス燃料量及び理論空気量から副室（３４）内の空気過剰率を算出する副室空気過剰率測定部（６３）と、副室空気過剰率の算出値が目標値となるように副室（３４）へのガス燃料の供給量の目標値である目標副室燃料供給量を設定し、該目標副室燃料供給量のガス燃料が供給されるように副室燃料供給装置（２２）を制御する副室燃料供給制御部（６７）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置

技術分野

[0001] 本発明は、主室及び該主室と連通する副室を有する燃焼室を備えた副室式ガスエンジンに適用される燃焼安定化装置に関し、特に、ガス燃料の性状に関わらず燃焼状態の安定化を図る燃焼安定化装置に関する。

背景技術

[0002] ガスエンジンは、主たる燃料にガス燃料を用いる内燃機関であり、ディーゼルエンジンと比べて排ガス中の窒素酸化物を低減可能であるしＣＯ２排出量も少なく、地球環境に優しい内燃機関として脚光を浴びており、例えば、ガスエンジンで発電機を駆動する発電システムへの期待が高まってきている。近年、国内外を問わず産業用プラント内の発電システムにガスエンジンを適用しようとする動きや、舶用の推進及び発電システムにガスエンジンを適用しようとする動きも活発化している。

[0003] 従来から、ガスエンジンに対し、種々の燃焼室構造様式、燃焼方式及びこれらの組合せが提案されている。この組合せの主要例として、いわゆる副室式火花点火や、いわゆる副室式パイロット着火が知られている。これら副室式ガスエンジンでは、燃焼室が、主室及び該主室と連通する副室を有し、主室を副室から区画する隔壁に連通穴が設けられている。副室式ガスエンジンでは、まず、副室内の混合気に着火させる。すると、副室内の燃焼ガスが、副室から連通穴を介して主室へと噴出され、噴出されたトーチが火種となり主室内の混合気を着火させる。副室から噴射するトーチの着火力が強いため、主室の空気過剰率を高くしても失火が生じにくくなり、一層の高効率化や低ＮＯＸ化を図ることができる。

[0004] このように、ガスエンジンの近年の主流は、リーンバーン式である。リーンバーン式ガスエンジンで高効率を実現するには、燃焼制御が特に肝要である。高効率化の実現には、点火時期を進角し、燃焼状態をノッキングが発生

する限界又は限界近傍の状態とすることが有効である。一方、空気過剰率を高くすることで熱効率の向上が可能であるが、空気過剰率が高くなり過ぎれば、失火が生じやすくなる。よって、リーンバーン式ガスエンジンでは、空気過剰率や点火時期を調整し、ノッキング限界と失火限界とで囲まれた狭い範囲内に安定的に収めるように燃焼制御を実行し、それにより燃焼状態の安定化と高効率の実現とを両立することが求められる。

[0005] 前述のとおり、ガスエンジンの適用範囲は、地域的にも分野的にも広がっていく傾向にある。例えば、ガスエンジンを船舶に搭載した場合には、停泊港でガス燃料の補給を受けることが想定される。しかし、ガス燃料の性状は、国ごとに、ガス供給業者ごとに異なる。同じ国で同じガス供給業者から供給されるガス燃料の性状でさえも、時間的に変動する場合がある。

[0006] ガス燃料の性状は、着火性に影響を及ぼす。すると、想定された或る性状のガス燃料に対して燃焼制御を最適化していても、これとは異なる性状のガス燃料が供給された場合に、必ずしも燃焼状態を安定化することができないし、目標としていた出力及び効率を得られないおそれがある。状況によっては、ノッキングが許容範囲を超えて発生するほどに燃焼状態が不安定になることもあり得る。そこで従来、特許文献１及び２に開示されるように、ガス燃料の性状の変動に対応するための技術が提案されている。

[0007] 特許文献１は、ガスエンジンで用いられる天然ガスを精製するための装置及び方法を開示している。この方法及び装置では、プロパン（C_3H_8）、ブタン（C_4H_{10}）及びペンタン（C_5H_{12}）等の比較的重質の炭化水素が、天然ガス混合物から分離される。そして、残存した天然ガス混合物が、ガスエンジンにおいてガス燃料に用いられる。

[0008] 特許文献２は、副室式パイロット着火ガスエンジンのパイロット油の投与時期を調整するための装置及び方法を開示している。この方法及び装置では、主室内の燃焼状態を安定化させる目的で、ガス燃料の組成が測定され、結果得られる不活性ガスの濃度が高ければ高いほど投与時期が進角され、水素ガスの濃度が高ければ高いほど投与時期が遅角される。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開２００９－１６７４１１号公報

特許文献2：特開２００５－３１５１７７公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 特許文献１の方法及び装置は、ガス燃料の性状が変動した場合には、ガスエンジンへの供給前にガス燃料の品質を調整すればよいというコンセプトに依拠している。しかし、この方法及び装置をエンジン供給業者及びエンジン使用者が準備すれば、設備全体が大型化し、また、設備全体の導入費及び維持費が高くなる。この方法及び装置をガス供給業者が準備すれば、ガス燃料の価格が高騰し、ガスエンジンの運転費が高くなるおそれがある。

[0011] しかし、現状、ガス燃料の性状の変動に対応した燃焼制御技術は、必ずしも燃焼状態の安定化を実現するものとなっていない。性状又は品質が安定しているガス燃料が供給されることを前提とすることが許容されていたときには、いかにして主室内の燃焼状態をノッキング限界付近にするかを課題として燃焼制御が設計され、相応の結果が得られていた。特許文献２でも示唆されるとおり、ガス燃料の性状の変動に対応しようとする燃焼制御においても、燃焼状態の安定化の対象として重きをおかれているのは主室である。副室は、主室の混合気を着火させるための火種を形成する箇所であるが、ガス燃料の性状が変動すれば、副室の燃焼状態の安定を従前と同様に担保することができず、火種が従前どおりに形成されないおそれがある。副室内の燃焼状態が異常であれば、主室内の燃焼状態の安定を担保することも非常に困難になる。しかし、ガス燃料の性状の変動に対応して副室内の燃焼状態の安定化を図った燃焼制御技術は未だ確立されていない。

[0012] そこで本発明は、副室式ガスエンジンにおいて、ガス燃料の性状の変動に対応して副室内の燃焼状態を安定化することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明は、上記目的を達成すべくなされたものである。本発明に係る燃焼安定化装置は、主室及び該主室と連通する副室を有する燃焼室を備えた副室式ガスエンジンに適用される燃焼安定化装置であって、前記主室にガス燃料を供給する主室燃料給装置と、前記副室にガス燃料を供給する副室燃料供給装置と、ガス燃料の性状を検出する性状検出器と、検出されたガス燃料の性状に対応する理論空気量を算出する理論空気量算出部と、前記副室内の空気過剰率の目標値を設定する目標副室空気過剰率設定部と、前記副室に導入される空気量及びガス燃料量を算出する副室燃料量算出部と、前記副室燃料量算出部により算出された空気量及びガス燃料量と、前記理論空気量算出部により算出された理論空気量とから、前記副室内の空気過剰率を算出する副室空気過剰率算出部と、空気過剰率の算出値が前記目標値となるように前記副室へのガス燃料の供給量の目標値である目標副室燃料供給量を設定し、該目標副室燃料供給量のガス燃料が供給されるように前記副室燃料供給装置を制御する副室燃料供給制御部と、を備える。

[0014] 前記構成によれば、副室内の空気過剰率を、ガス燃料の性状に応じて算出された理論空気量から算出し、その算出値が目標値となるように副室へのガス燃料の供給量が設定される。副室内の空気過剰率の目標値を燃焼状態の安定化を担保するための適切な値に設定しておきさえすれば、ガス燃料の性状の変動によって理論空気量が変動しても、副室に導入される燃料供給量を調整することにより、副室内の空気過剰率を燃焼状態の安定化を担保する適切な値となるように制御することができる。これにより、ガス燃料の性状が変動しても、副室内の混合気が正常に着火し、それにより主室内の燃焼状態を安定化させやすくもなる。

[0015] 前記副室燃料量算出部は、前記副室燃料供給装置から前記副室に供給されるガス燃料量と、前記主室から前記副室に入り込む混合気量とに基づいて、前記副室に導入される空気量及びガス燃料量を算出してもよい。

[0016] 前記構成によれば、主室から副室に入り込むガス燃料量を考慮して副室内

の空気過剰率を算出することができるので、副室内の空気過剰率の算出精度が向上する。よって、副室内の燃焼状態をより精度よく制御することができる。

[0017] 前記副室燃料量算出部は、主室空気過剰率を給気圧、給気温度及び主室供給ガス量を用いて算出してもよい。

[0018] 前記構成によれば、流量計を用いずに主室空気過剰率を推定することができ、燃焼安定化装置を簡略に構成することができる。もちろん、エアフローセンサ等を用いて直接吸入空気量を計測し、その計測値とガス燃料量を用いて主室空気過剰率を算出することも可能である。

[0019] 前記副室燃料量算出部は、前記副室燃料供給装置の入口圧及び出口圧の差圧と、前記副室燃料供給装置のガス燃料供給量とを用いて、前記副室燃料供給装置からのガス燃料量を算出し、そのガス燃料量に基づいて前記副室に導入されるガス燃料量を算出してもよい。

[0020] 前記構成によれば、副室燃料供給装置から供給されるガス燃料量を、当該ガス燃料量そのものを実際に検出又は測定することなく、算出することができるようになる。

[0021] 前記目標値が、ストイキオメトリ付近の一定の値に設定され、前記主室内の空気過剰率が、リーンに設定されてもよい。

[0022] 前記構成によれば、副室内の燃焼状態をガス燃料の性状が変動しても副室内の燃焼状態を安定させ続けることができると共に、ガスエンジン全体としての効率を高く保ち続けることができる。

[0023] 前記性状検出器が、ガス燃料の成分を検出するガスクロマトグラフィ、ガス燃料のメタン価を検出するメタン価センサ、ガス燃料の発熱量を検出するカロリーメータ、前記燃焼室からの燃焼排ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサのうち少なくともいずれか１つを含んでいてもよい。

[0024] 前記構成によれば、ガス燃料の組成やメタン価等、理論空気量を算出するうえで有用な性状を取得することができ、副室内の空気過剰率を精度よく算出することができる。

発明の効果

[0025] 以上の説明から明らかなように、副室式ガスエンジンにおいて、ガス燃料の性状の変動に対応して副室内の燃焼状態を安定化することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の実施形態に係る燃焼安定化装置を適用した副室式ガスエンジンの全体構成を示す概念図である。

[図2]本発明の実施形態に係る燃焼安定化装置の構成を、図１に示すガスエンジン１の気筒の構成と併せて示す概念図である。

[図3]図２に示す制御器の構成を示すブロック図である。

[図4]ガス燃料の性状と理論空気量との対応関係を定めたマップ、ガス燃料の性状と目標副室空気過剰率との対応関係を定めたマップを直交座標系内で模式的に表したグラフである。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。同一の又は対応する要素には全ての図を通じて同一の符号を付し、重複する詳細な説明を省略する。

[0028] （ガスエンジン全体構成）

図１は、本発明の実施形態に係るガスエンジン１の全体構成を示す概念図である。図１に示すガスエンジン１は、ガス燃料を使用する４ストロークレシプロエンジンであり、燃焼室構造様式に「副室式」を採用しており、燃焼方式の一例として「火花点火式」を採用している。ガスエンジン１は、ガス燃料を含む混合気を燃焼し、出力軸２で回転出力を発生する。出力軸２は、図１に示すように、例えば交流発電機３と接続される。このように、ガスエンジン１を交流発電機３の駆動源に適用した発電システムは、産業用プラントに導入されてもよいし、船舶に搭載されてもよい。ガスエンジン１が船舶に搭載される場合、出力軸２を交流発電機３に替えて当該船舶の推進器に接続してもよい。

[0029] ガスエンジン１は、複数の気筒４を有したエンジン本体５を備えている。

なお、気筒４の数及び配列は、特に限定されない。ガスエンジン１には、給気を各気筒４に供給する給気ライン６と、排気を各気筒４から排出する排気ライン７と、給気ライン６及び排気ライン７に接続された過給機（ターボチャージャ）８とが設けられている。給気ライン６は、複数の気筒４に対して共通の共通部１１と、共通部１１を対応する気筒に接続する複数の分岐部１２（図２参照）とを含む。排気ライン７も、複数の気筒４に対して共通の共通部１３と、対応する気筒４を共通部１３に接続する複数の分岐部１４とを含む。給気ライン６の分岐部１２の下流端部は、エンジン本体５内に形成された給気ポート１２ａであり、対応する気筒４の燃焼室３２（詳しくは主室３３）に連通している（図２を参照）。排気ライン７の分岐部１４の上流端部は、エンジン本体５内に形成された排気ポート１４ａであり、対応する気筒４の燃焼室３２（詳しくは主室３３）に連通している（図２を参照）。過給機８は、排気ライン７の共通部１３上のタービン９と、給気ライン６の共通部１１上のコンプレッサ１０とを有している。過給機８は、排気ライン７を流れる排気により駆動され、給気ライン６を流れるエアを過給する。また、排気ライン７の共通部には、タービン９をバイパスする排気バイパスライン１５が接続されており、排気バイパスライン１５上には開度可変の排気バイパス弁１６が設けられている。排気バイパス弁１６の開度を調整することにより、タービン９に供給される排気流量を調整することができ、それにより給気圧を調整可能になっている。

[0030] ガスエンジン１には、ガス燃料を各気筒４に供給する燃料ライン２５が設けられている。燃料ライン２５は、燃料供給源（不図示）から延び、複数の気筒４に対して共通の共通部２６と、共通部２６から分岐し、共通部２６から対応する気筒４へとガス燃料を導く複数の分岐部２７とを含む。また、各気筒４には、主室燃料供給装置２１、副室燃料供給装置２２及び点火装置２３が設けられている。このように１つの気筒４に２つの燃料供給装置２１，２２が設けられているので、燃料ライン２５の分岐部２７には、ガス燃料を共通部２６から主室燃料供給装置２１に導く主分岐部２８と、ガス燃料を共

通部２６から副室燃料供給装置２２に導く副分岐部２９とが含まれる。

[0031] 図２は、本発明の実施形態に係る燃焼安定化装置１００の構成を、図１に示すガスエンジン１の気筒４の構成と併せて示す概念図である。なお、図２は、１つの気筒４のみの構成を示しているが、他の気筒４も同様の構成を有している。図２に示すように、各気筒４内には、ピストン３１が往復動自在に挿入されている。ピストン３１は不図示のコネクティングロッドを介して出力軸２に連結されている。

[0032] また、各気筒４には、混合気を燃焼させる燃焼室３２が設けられている。燃焼室３２は、ピストン３１の上面側に形成される主室３３と、主室３３と連通した副室３４とを有している。副室３４は、主室３３の上部に設けられた隔壁３５を介して主室３３と区画され、また、隔壁３５に形成された連通穴３６を介して主室３３と空間的に連通している。副室３４の容積は、主室３３の容積と比べて小さい。

[0033] エンジン本体５は、前述した給気ポート１２ａ及び排気ポート１４ａを有している。給気ポート１２ａは、給気ライン６の分岐部１２を構成し、その下流端部にて主室３３に連通している。排気ポート１４ａは、排気ライン７の分岐部１４を構成し、その上流端部にて主室３３に連通している。各気筒４には、給気弁３７及び排気弁３８が設けられている。給気弁３７は、給気ポート１２ａの下流端部を開閉し、排気弁３８は、排気ポート１４ａの上流端部を開閉する。

[0034] 主室燃料供給装置２１は、燃料ライン２５の主分岐部２８上に介在し又は主分岐部２８の末端に設けられ、ガス燃料を給気ライン６の分岐部１２に供給する。本実施形態に係る主室燃料供給装置２１は、エンジン本体５に取り付けられ、給気ポート１２ａにガス燃料を供給する。副室燃料供給装置２２は、燃料ライン２５の副分岐部２９上に介在し又は副分岐部２９の末端に設けられ、ガス燃料を副室３４内に供給する。

[0035] 本実施形態では、各気筒４に、前述の隔壁３５を有して副室３４を形成する副室形成部材３９が設けられており、副室形成部材３９は、隔壁３５が副

室形成部材３９の下端部をなすようにして、シリンダ軸線に沿って延在している。燃料ライン２５の副分岐部２９は、副室形成部材３９の上部にて副室形成部材３９内へと延び、副室３４の内上面に開口している。副室燃料供給装置２２は、副室形成部材３９の外部に配置され、燃料ライン２５の副分岐部２９上に介在している。なお、副分岐部２９上であって副室燃料供給装置２２と副室３４への開口との間には、逆止弁４０が設けられている。これにより、副室３４から副室燃料供給装置２２に向けてガスが逆流するのを阻止することができる。

[0036] 主室燃料供給装置２１及び副室燃料供給装置２２は、例えば常閉電磁開閉弁であり、開弁指令が与えられている期間に開弁する。主室燃料供給装置２１が開弁している間、ガス燃料が給気ポート１２ａに供給される。副室燃料供給装置２２が開弁している間、ガス燃料が副室３４に供給される。点火装置２３は、副室形成部材３９に取り付けられており、例えば火花を発生する部分が副室３４内に配置されている。点火装置２３は、例えば、通電時に火花を発生する電極を有した点火プラグである。

[0037] 上記構成のガスエンジン１においては、ピストン３１が下動する給気行程では、給気弁３７が開き、主室燃料供給装置２１がガス燃料を給気ポート１２ａに供給する。これにより、過給機８からの給気と主室燃料供給装置２１からのガス燃料との混合気が、給気ポート１２ａから主室３３へと供給される。ピストン３１が上動する圧縮行程では、給気弁３７が閉じて混合気が主室３３内で圧縮される。このとき、主室３３内の圧縮混合気が連通穴３６を通って副室３４内に供給される。そして副室燃料供給装置２２は、給気行程において、副室３４内にガス燃料を噴射する。これにより副室３４内の混合気の空気過剰率が、主室３３内の混合気の空気過剰率と比べて小さくなる。

[0038] 圧縮行程が終了する時期の近傍で点火装置２３が動作し、副室３４内で火花が発生する。これにより副室３４内の混合気が着火し、副室３４内で火炎が発生する。副室３４内の火炎は連通穴３６を介して主室３３内へと噴出され、この噴出されたトーチが主室３３内の混合気を着火し、主室３３内で火

炎が伝播していく。このようにして副室３４内及び主室３３内の混合気が燃焼し、ピストン３１が下動する（膨張行程）。この膨張行程後の排気行程では、排気弁３８が開き、主室３３内及び副室３４内のガスが排気ライン７へと排出される。このとき、逆止弁４０の作用により、燃焼排ガスが副分岐部２９へ逆流するのを阻止することができる。

[0039] （燃焼安定化装置）

このガスエンジン１には、燃焼安定化装置１００が適用される。燃焼安定化装置１００は、ガス燃料の性状の変動に対応して副室３４内の燃焼状態を安定化させることを目的とした燃焼制御を実行する。燃焼安定化装置１００は、前述した主室燃料供給装置２１、副室燃料供給装置２２及び点火装置２３を備えている。更に、燃焼安定化装置１００は、給気圧センサ５１、給気温センサ５２、ガス流量計５３、副室入口圧センサ５４、性状センサ５５、制御器６０を備えている。制御器６０は、ＣＰＵ、ＲＯＭ、ＲＡＭ及び入出力インターフェイスを備えている。制御器６０の入力側が、給気圧センサ５１、給気温センサ５２、ガス流量計５３、副室入口圧センサ５４及び性状センサ５５と接続されており、制御器６０の出力側が主室燃料供給装置２１、副室燃料供給装置２２及び点火装置２３と接続されている。

[0040] 給気圧センサ５１及び給気温センサ５２は、給気ライン６のうち過給機８よりも下流側に設けられている。給気圧センサ５１は、過給機８から気筒４へと供給される給気の圧力を検出し、給気温センサ５２は、過給機８から気筒４へと供給される給気の温度を検出する。ガス流量計５３は、燃料ライン２５を流れるガス燃料の流量を検出する。給気圧センサ５１及び給気温センサ５２は、給気ライン６の共通部１１に設けられていてもよく、ガス流量計５３は、燃料ライン２５の共通部２６に設けられていてもよい。副室入口圧センサ５４は、気筒毎４に設けられており、燃料ライン２５の副分岐部２９を流れるガス燃料の圧力を検出する。

[0041] ガス燃料の性状は、地域的又は時間的に変動する。性状センサ５５は、このようにガス燃料の性状が変動しても、変動後のガス燃料の性状を検出する

ことができる。性状センサ５５は、ガス燃料の性状として、ガス燃料の組成など、理論空気量の算出に利用可能な指標又は指数を検出する。そこで性状センサ５５には、燃料ライン２５中のガス燃料の組成を検出するガスクロマトグラフィを適用してもよい。また、ガス燃料の理論空気量を算出するための指数として、メタン価を好適に適用可能である。一般的な傾向として、メタン価が大きいと、軽質の炭化水素の濃度が高いことを示し、メタン価が小さいと、重質の炭化水素の濃度が高いことを示す。このような観点から、性状センサ５５には、燃料ライン２５中のガス燃料のメタン価を検出するメタン価センサを好適に適用することができる。

[0042] また、一般的な傾向として、軽質の炭化水素の濃度が高くなると、ガス燃料の単位体積当たりの発熱量が小さくなり、重質の炭化水素の濃度が高くなると、これとは逆になる。同一負荷、同一吸入空気量での運転中にガス燃料の性状が変動し、それにより単位体積当たりの発熱量が変化すると、その変化に応じて燃焼排ガスに含まれる酸素の濃度が変化する。つまり、運転状態が限定された条件で残存酸素濃度を計測することにより、ガス燃料の性状を推定することが可能である。このため、ガス燃料の理論空気量を算出するための指数として、ガス燃料の単位体積当たりの発熱量や残存酸素濃度を好適に適用可能である。

[0043] このような観点から、性状センサ５５には、燃料ライン２５中のガス燃料の単位体積あたりの発熱量を検出するカロリーメータを適用してもよいし、排気ライン７中の残存酸素濃度を検出する酸素濃度センサを適用してもよい。なお、メタン価センサ、ガスクロマトグラフィ及びカロリーメータは、燃料ライン２５のうち共通部２６に設けられていることが好ましく、酸素濃度センサは、排気ライン７のうち共通部１３に設けられていることが好ましい。なお、燃焼安定化装置１００は、性状センサ５５として、上記例示した４種のうち２種以上の検出器を備えていてもよい。

[0044] 本実施形態に係る制御器６０は、ガス燃料の性状の変動に対応して、検出されたガス燃料の性状に応じた理論空気量を算出する。そして、算出された

理論空気量を用いて副室内の空気過剰率を算出すると共に副室内の空気過剰率の目標値を設定する。そして、算出された副室内の空気過剰率が目標値となるように、副室燃料供給装置２２を制御する。

[0045] 特に、本実施形態では、制御器６０が、副室３４内の空気過剰率の算出値を目標値に近づけるため、１エンジンサイクル内における副室燃料供給装置２２の開弁期間（すなわち、１エンジンサイクル内で副室燃料供給装置２２から副室３４に供給される燃料量）を制御する。「空気過剰率」は、気筒４に供給された実際の燃料と空気の混合比（すなわち、空燃比）と理論空燃比との比率であり、気筒４に供給される混合気の空燃比を理論空燃比で割ったものである。別の言い方をすれば、燃料を過不足なく燃焼させる空気量である理論空気量に対して、実際に供給された空気量の割合である。理論空燃比及び理論空気量は、燃料の性状（特に、組成）に応じて化学量論的に変化する。以降の説明では、簡略化のため「空気過剰率」を「λ」と略称することもある。

[0046] 図３は、図２に示す燃焼安定化装置１００の構成を示すブロック図である。図３に示すように、制御器６０は、上記の燃焼制御を実行する機能的ブロックとして、理論空気量算出部６１と、目標副室λ設定部６２と、副室λ算出部６３と、副室燃料量算出部６５と、定数記憶部６６と、副室燃料供給制御部６７とを有する。

[0047] 理論空気量算出部６１は、性状センサ５５により検出されたガス燃料の性状に対応した理論空気量を算出する。性状センサ５５にガスクロマトグラフィを適用した場合には、検出されたガス燃料の詳細な組成から理論空気量を算出することができる。性状センサ５５にメタン価センサ、カロリーメータ及び酸素濃度センサを適用した場合、制御器６０は、図４に示すように、ガス燃料の性状と理論空気量との対応関係を定めた理論空気量マップ８１を参照し、検出されたガス燃料の性状から理論空気量を算出する。例えば、メタン価が高いとき、単位体積当たりガス燃料の発熱量が小さいとき、残存酸素濃度が低いときには、理論空気量マップ８１に従って比較的大きい値が理論

空気量として算出される。前述したように、メタン価、ガス燃料の発熱量及び残存酸素濃度は、一般的な傾向として、ガス燃料中に含まれる炭化水素の炭素数と相関する。このため、これら指数と理論空気量との対応関係を定めたマップ８１を作成し、当該マップ８１を用いて当該指数に応じて算出された理論空気量から副室３４内の空気過剰率（副室λ）を算出することに有意性がある。メタン価センサ、カロリーメータ及び酸素濃度センサを適用すると、ガスクロマトグラフィを適用した場合と比べて迅速に理論空気量を算出可能になるので、ガス燃料の性状変動に迅速に対処可能になる。

[0048] 目標副室λ設定部６２は、副室３４内の空気過剰率（副室λ）の目標値を設定する。図４において横軸方向に平行な実線８２で示すように、副室λの目標値は、ガス燃料の性状に関わらず一定の値であってもよい。この場合、一定の値として、例えば、空燃比が理論空燃比である場合のλ値である１を適用してもよい。副室λの目標値は、メタン価、ガス燃料の発熱量又は残存酸素濃度等のガス燃料の性状に応じて、可変的に設定されてもよい。

[0049] 副室燃料量算出部６５は、副室３４に導入される空気量及び燃料量を算出する。副室燃料量算出部６５は、副室燃料供給装置２２から副室３４に供給される燃料量と、主室３３から副室３４に入り込む混合気量とに基づいて、副室３４に導入される空気量及び燃料量を算出する。一例として、副室燃料量算出部６５は、次式（１）を用いて副室３４に導入される燃料量Ｖ１を算出し、次式（２）を用いて副室３４に導入される空気量Ｖ２を算出する。

[0050] [数1]

$$V1=\frac{V}{\varepsilon}+Vp\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{1}{\lambda m\times x+1} \qquad \cdots (1)$$

[0051] [数2]

$$V2=Vp\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\left(1-\frac{1}{\lambda m\times x+1}\right)=Vp\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{\lambda m\times x}{\lambda m\times x+1} \qquad \cdots (2)$$

ここで、Ｖｐは副室３４の容積、Ｖは副室燃料供給装置２２から副室３４に供給される燃料量、ｘはガス燃料に対応した理論空気量、λｍは主室３３の空気過剰率、εは圧縮比である。副室３４の容積Ｖｐ及び圧縮比εはガスエンジン１の設計パラメータであって定数であり、定数記憶部６６に予め記憶されている。副室燃料量算出部６５は、定数記憶部６６に記憶された容積Ｖｐ及び圧縮比εのデータを参照して、燃料量Ｖ１及び空気量Ｖ２を算出することができる。

[0052] なお、上記式（１）及び（２）においては、副室燃料供給装置２２が、圧縮行程下死点付近で、副室３４へのガス燃料の供給が完了しているものとする。また、点火燃焼後に副室３４内には、次サイクルでの燃焼に寄与するガスが残存しないものとしている。

[0053] 副室燃料供給装置２２から副室３４にガス燃料が供給されると、副室３４は、燃料量Ｖのガス燃料と、副室容積Ｖｐから当該ガス燃料量Ｖを差し引いた量の燃焼排ガスとで占められる（すなわち、燃焼排ガス量はＶｐ－Ｖ）ものとする。

[0054] 副室燃料供給装置２２から副室３４に供給された燃料量Ｖは、副室燃料供給装置２２の入口圧及び出口圧の差圧と、副室燃料供給装置２２の燃料供給期間とを用いて、算出される。副室入口圧は、副室燃料供給装置２２の入口部におけるガス燃料の圧力であり、副室入口圧センサ５４により検出される。副室出口圧は、副室燃料給装置２２の出口側の圧力である。この出口側は、連通穴３６及び主室３３を介して給気ポート１１ａに連通しており、給気圧が作用する部分であるので、副室出口圧には、給気圧センサ５１の検出値又はその補正値を適用することができる。副室燃料量算出部６５は、副室入口圧及び副室出口圧の差圧と、副室燃料供給期間とから、当該副室燃料供給期間で副室燃料供給装置２２から副室３４へと供給された燃料量を算出する。

[0055] 上記式（１）のガス燃料量Ｖ１及び上記式（２）の空気量Ｖ２はどちらも

、副室３４が圧縮比εで圧縮されたときの値を表している。副室燃料供給装置２２から供給されたガス燃料はＶ／εに圧縮され、燃焼排ガスは（Ｖｐ－Ｖ）／εに圧縮される。これらを加算するとＶｐ／εとなり、当該加算値と、主室３３から副室３４に入り込んだ混合気量との和が、Ｖｐとなる。すなわち、主室３３から副室３４に入り込んだ混合気量は、Ｖｐ（１－１／ε）である。上記式（１）及び（２）は、因子Ｖｐ（１－１／ε）を含んでおり、ガス燃料量Ｖ１及び空気量Ｖ２を算出するに際して主室３３から副室３４に入り込んだ混合気量を考慮したものとなっている。

[0056] 上記式（１）及び（２）に示すとおり、主室３３の空気過剰率λｍと、ガス燃料に対応した理論空気量ｘとを用いれば、混合気量Ｖｐ（１－１／ε）に基づき、主室３３から入り込んだ混合気に含まれる燃料量と空気量とをそれぞれ求めることができる。制御器６０は、ガス燃料の性状に応じて理論空気量を算出する理論空気量算出部６１を有しているので、副室燃料量算出部６５は、理論空気量算出部６１による算出結果を参照して、主室３３から入り込んだ混合気中の燃料量と空気量とをそれぞれ求めることができる。

[0057] 主室３３の空気過剰率λｍは、主室３３に供給される燃料量と、主室３３に供給される空気量とを用いて算出することができる。主室３３に供給される燃料量は、副室３４と同様、主室燃料供給装置２１の入口圧及び出口圧の差圧と、主室燃料供給装置２１の燃料供給期間とに基づいて求められる。その他、ガス流量計５３の検出値から、副室燃料供給装置２２から副室３４に供給された燃料量を差し引いた値としてもよい。なお、逆に、副室燃料給装置２２から副室３４に供給された燃料量を、ガス流量計５３の検出値から、主室燃料供給装置２１からの燃料量を差し引いた値としてもよい。主室３３に供給される空気量は、給気ライン６に設けたエアフローセンサ（図示せず）によって直接的に検出してもよい。また、エンジン回転速度及びガス密度に応じてスピードデンシティ法を用いて算出してもよい。

[0058] なお、空気過剰率は、空気量を燃料量で除算し、当該除算値に理論空気量の逆数を乗算することにより求められるので、空気過剰率に理論空気量を乗

算すれば当該除算値になる。このため、式（１）において、１／（λｍ×ｘ＋１）は、混合気中燃料量の混合気量に対する割合に等しい。式（２）において、［１－１／（λｍ×ｘ＋１）］は、混合気中空気量の混合気量に対する割合に等しい。よって、Ｖ１及びＶ２を算出するための式が、必ずしも主室３３の空気過剰率λｘ及び理論空気量ｘを因子として含んでいなくてもよい。主室３３に供給された混合気中に含まれる燃料量と空気量との比がわかるのであれば、この比を用いて、主室３３から副室３４に入り込んだ混合気中の燃料量及び空気量をそれぞれ算出することができる。

[0059] 副室燃料量算出部６５は、このようにして主室３３を介して副室３４に供給される混合気量に基づいて、副室３４に供給される空気量を算出する。また、副室燃料量算出部６５は、主室３３を介して副室３４に供給される燃料量と、副室燃料供給装置２２から副室３４に直接的に供給される燃料量とに基づいて、副室３４に供給される燃料量を算出する。

[0060] 副室λ算出部６３は、副室燃料量算出部６５により算出された副室３４に供給される空気量及び燃料量と、理論空気量算出部６１により算出された理論空気量とから、実際の副室λを算出する。副室λは、副室３４に供給される空気量を副室３４に供給される燃料量で除算し、当該除算値に理論空気量の逆数を乗算することによって求めることができる。なお、上記式（１）及び（２）それぞれを用いて副室３４に供給される燃料量及び空気量を算出する場合、副室３４の空気過剰率λｐは次式（３）より求められる。

[0061] [数3]

$$\lambda p = \frac{V2}{V1 \times x} = \frac{Vp\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{\lambda m \times x}{\lambda m \times x+1}}{\left(\frac{V}{\varepsilon}+Vp\left(1-\frac{1}{\varepsilon}\right)\frac{1}{\lambda m \times x}\right)x}$$

$$= \frac{\lambda}{\frac{V}{Vp}\left(\frac{\lambda m \times x+1}{\varepsilon-1}\right)+1} \quad \cdots (3)$$

本実施形態に係る制御器６０においては、前述した副室燃料量算出部６５

により算出される空気量及び燃料量からわかるとおり、副室３４に供給された空気量が、設計パラメータである副室容積、圧縮比はもちろん、圧縮行程において主室３３から副室３４へと連通穴３６を介して入り込む空気量を考慮に入れて算出される。副室３４に供給された燃料量が、副室燃料供給装置２２から副室３４へと供給されたガス燃料量と、圧縮行程において主室３３から副室３４へと連通穴３６を介して入り込む燃料量とを考慮に入れて算出される。副室λ算出部６３は、このようにして算出された副室３４に供給される空気量及び燃料量と、理論空気量算出部６１により算出された理論空気量とから、副室λを算出する。

[0062] 副室燃料供給制御部６７は、比較器６８と調整器６９とを有し、比較器６８は、副室λ算出部６３により算出された副室λの算出値と、目標副室λ設定部６２により設定された副室λの目標値とを比較し、副室λの制御偏差を算出する。調整器６９は、算出された制御偏差に応じてＰＩＤ調整を行い、副室λの算出値が目標値となるよう副室３４へのガス燃料の供給期間の目標値である目標副室燃料供給期間を設定する。そして、副室燃料供給制御部６７は、次の給気及び／又は圧縮行程においてガス燃料が目標副室燃料供給期間で供給されるように副室燃料供給装置２２を制御する。

[0063] 上記構成の燃焼安定化装置１００によれば、副室λが、ガス燃料の性状に対応する理論空気量を用いて算出され、その算出値が目標値となるように副室３４へのガス燃料の供給期間を設定している。副室λの目標値を燃焼状態の安定化を担保するための適切な値に設定しておけば、ガス燃料の性状の変動により理論空気量が変動しても、副室３４に供給される燃料量が調整され、それにより副室λを燃焼状態の安定化を担保する当該適切な値となるよう制御することができる。これにより、ガス燃料の性状が変動しても、副室３４内の混合気が正常に着火し、ひいては主室３３内の燃焼状態を安定化させやすくなる。

[0064] 目標値を１に設定して副室λがストイキオメトリ（理論空燃比）付近となるように制御すると、副室３４内の燃焼状態を安定させやすくなるので有益

である。本実施形態に係る燃焼安定化装置１００は、ガス燃料の性状の変動があっても燃料量を調整することで空気過剰率の変動に対処するものであり、副室３４の燃焼状態を効果的に安定させることができる。一方、主室λをリーンに設定しておけば、ガス燃料の性状変動に関わらずガスエンジン全体の効率を高く維持することができる。

[0065] 上記燃焼制御においては、副室λをガス燃料の性状の変動に対処して制御するため、副室λを正確に算出することが肝要である。そこで、本実施形態に係る燃焼安定化装置１００においては、副室λ算出部６３が、副室に導入される燃料量及び空気量に基づいて副室λを算出する。これにより、副室式ガスエンジン１において、圧縮行程において主室３３から副室３４に入り込む空気量と燃料量とを考慮に入れて副室λを算出することができる。すなわち、主室３３から副室３４に入り込む空気量及び燃料量（混合気量）は、給気圧及び給気温に応じて算出される。気筒付近に流量計を設けることなく混合気量を算出可能になるので、燃焼安定化装置を簡略にすることができる。更に、本実施形態に係る燃焼安定化装置１００においては、副室λ算出部６３が、副室燃料供給装置２２から副室３４に供給された燃料量を参照して、副室λを算出する。この燃料量は、副室入口圧及び副室出口圧との差圧を考慮して算出されている。このため、副室３４に供給された燃料量を正確に算出することができ、この燃料量の算出値を参照して副室λを算出しているので、副室λの算出精度も向上する。このように、副室λの算出精度が向上するので、副室３４の燃焼状態を安定化させやすくなり、ひいては主室３３の燃焼状態の安定化にも資する。

[0066] これまで本発明の実施形態について説明したが、上記構成は本発明の範囲内で適宜変更可能である。

産業上の利用可能性

[0067] 本発明は、ガス燃料の性状の変動に対応して副室内の燃焼状態を安定化することができるとの顕著な作用効果を奏し、副室にガス燃料を供給する副室燃料供給装置を備えた副室式ガスエンジンに適用すると有益である。

符号の説明

[0068] １　ガスエンジン

４　気筒

６　給気ライン

７　排気ライン

１５　燃料ライン

２１　主室燃料供給装置

２２　副室燃料供給装置

２３　点火装置

３２　燃焼室

３３　主室

３４　副室

５１　給気圧センサ

５２　給気温センサ

５３　ガス流量計

５４　副室入口圧センサ

５５　性状センサ

６０　制御器

６１　理論空気量算出部

６２　目標副室λ設定部（目標副室空気過剰率設定部）

６３　副室λ算出部（副室空気過剰率算出部）

６５　副室燃料量算出部

６６　定数記憶部

６７　副室燃料供給制御部

１００　燃焼安定化装置

請求の範囲

[請求項1] 主室及び該主室と連通する副室を有する燃焼室を備えた副室式ガスエンジンに適用される燃焼安定化装置であって、

前記主室にガス燃料を供給する主室燃料給装置と、

前記副室にガス燃料を供給する副室燃料供給装置と、

ガス燃料の性状を検出する性状検出器と、

検出されたガス燃料の性状に対応する理論空気量を算出する理論空気量算出部と、

前記副室内の空気過剰率の目標値を設定する目標副室空気過剰率設定部と、

前記副室に供給される空気量及びガス燃料量を算出する副室燃料量算出部と、

前記副室燃料量算出部により算出された空気量及びガス燃料量と、前記理論空気量算出部により算出された理論空気量とから前記副室内の空気過剰率を算出する副室空気過剰率算出部と、

空気過剰率の算出値が前記目標値となるように前記副室へのガス燃料の供給量の目標値である目標副室燃料供給量を設定し、該目標副室燃料供給量のガス燃料が供給されるように前記副室燃料供給装置を制御する副室燃料供給制御部と、を備える、副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

[請求項2] 前記副室燃料量算出部は、前記副室燃料供給装置から前記副室に供給されるガス燃料量と、前記主室から前記副室に入り込む混合気量とに基づいて、前記副室に供給される空気量及びガス燃料量を算出する、請求項１に記載の副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

[請求項3] 前記副室燃料量算出部は、前記主室から前記副室に入り込む混合気量を給気圧及び給気温を用いて算出する、請求項２に記載の副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

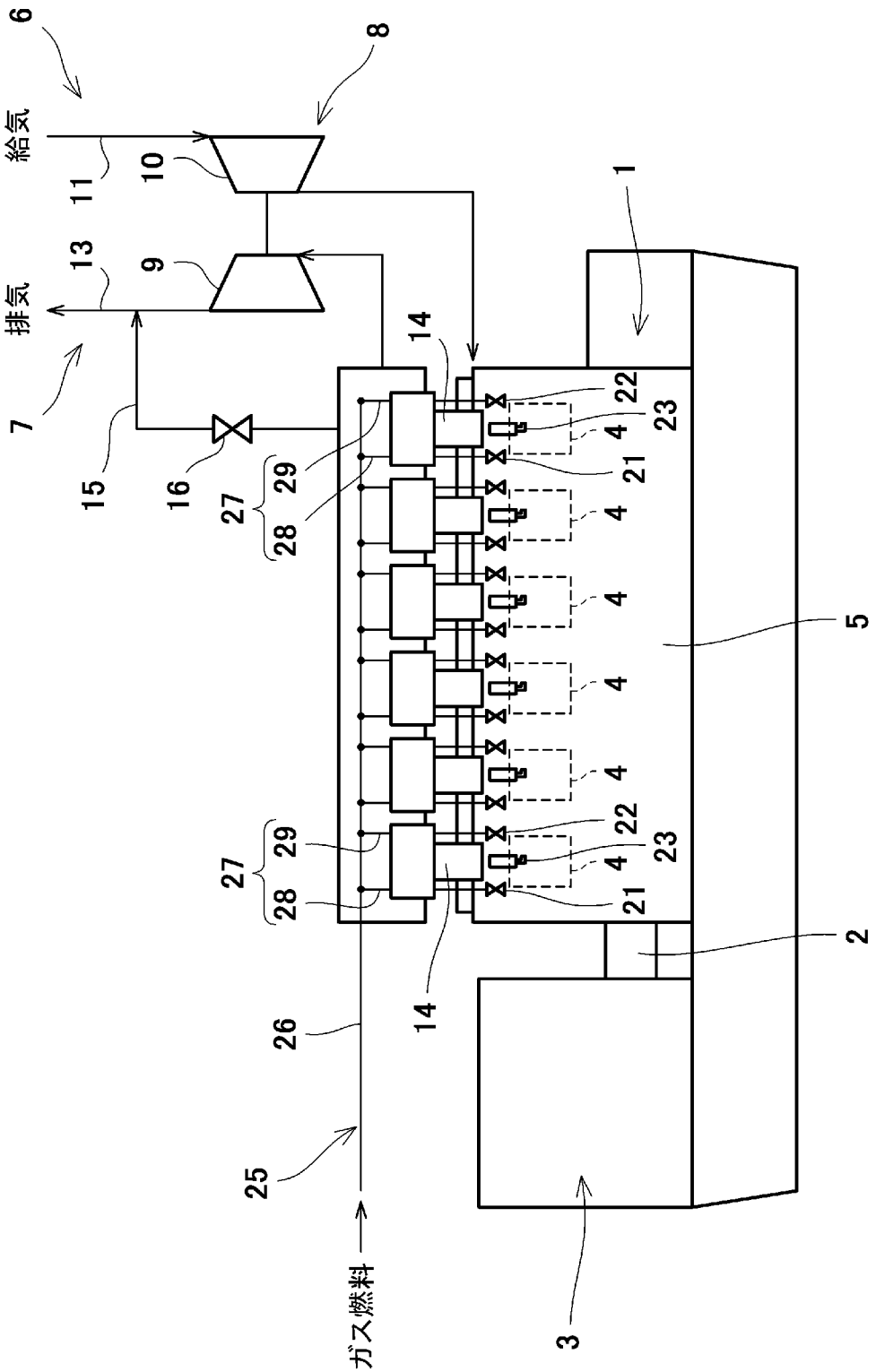
[請求項4] 前記副室燃料量算出部は、前記副室燃料供給装置の入口圧及び出口

圧の差圧と、前記副室燃料供給装置のガス燃料供給量とを用いて、前記副室燃料供給装置からのガス燃料量を算出し、そのガス燃料量に基づいて前記副室に供給されるガス燃料量を算出する、請求項１乃至３のいずれか１項に記載の副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

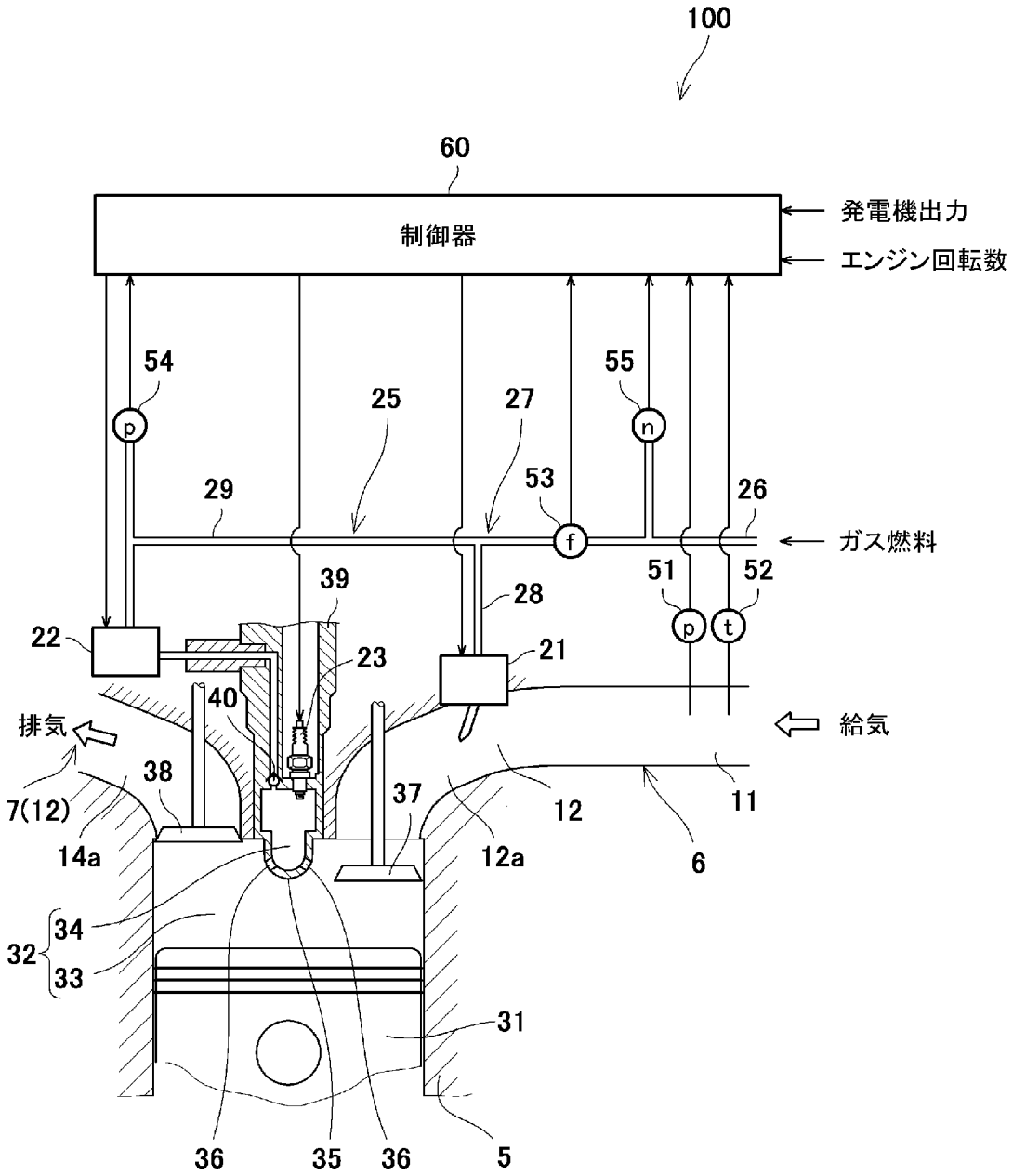
［請求項5］ 前記目標値が、ストイキオメトリ付近の一定の値に設定され、前記主室内の空気過剰率が、リーンに設定される、請求項１乃至４のいずれか１項に記載の副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

［請求項6］ 前記性状検出器が、ガス燃料の成分を検出するガスクロマトグラフィ、ガス燃料のメタン価を検出するメタン価センサ、ガス燃料の発熱量を検出するカロリーメータ、前記燃焼室からの燃焼排ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサのうち少なくともいずれか１つを含む、請求項１乃至５のいずれか１項に記載の副室式ガスエンジン用の燃焼安定化装置。

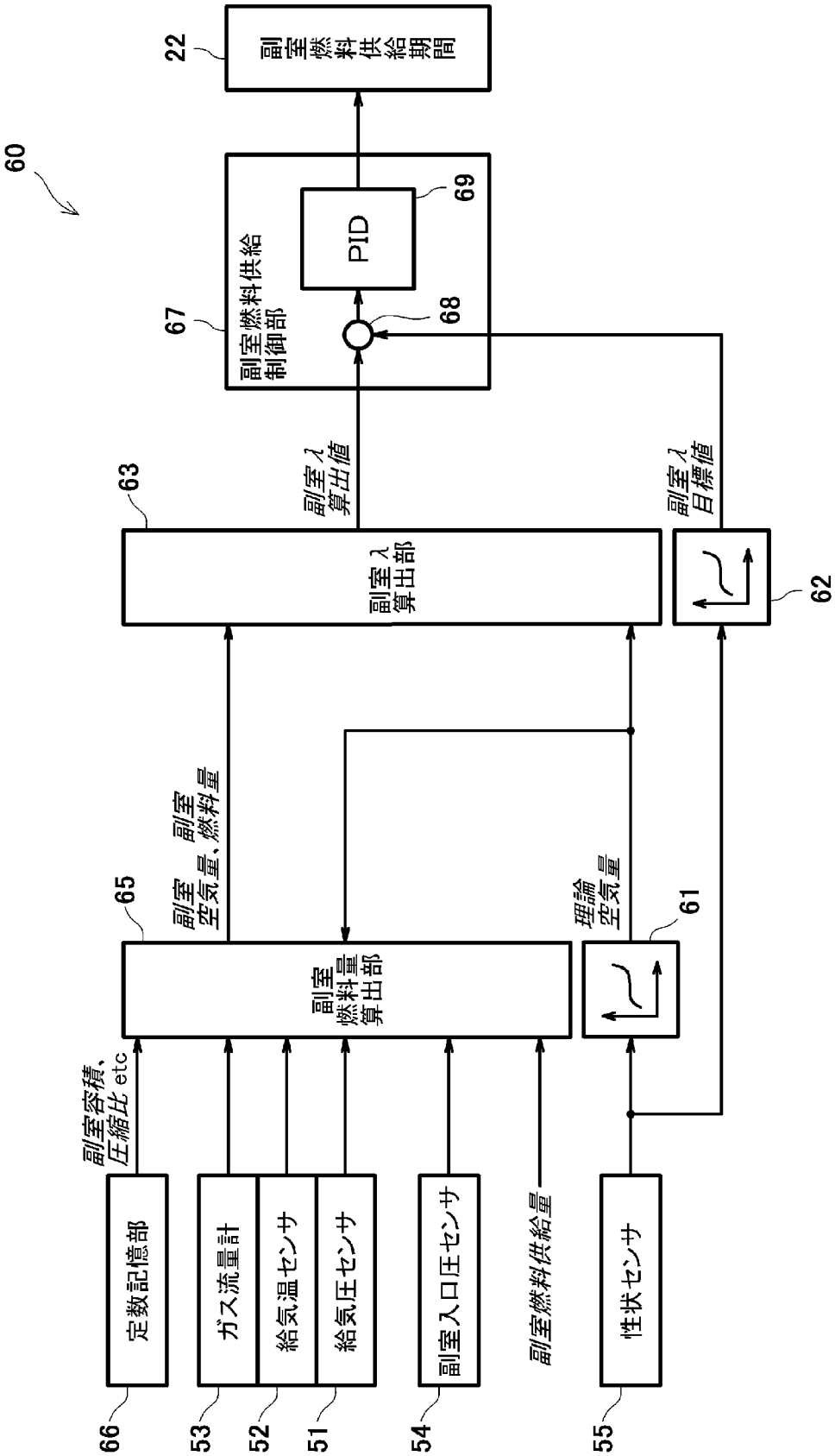
[図1]


6
8
給気
11
10
1
13
9
排気
14
22
23
7
4
21
15
16
27
29
28
4
4
5
4
4
4
22
27
29
23
4
28
21
2
14
26
25
ガス燃料
3

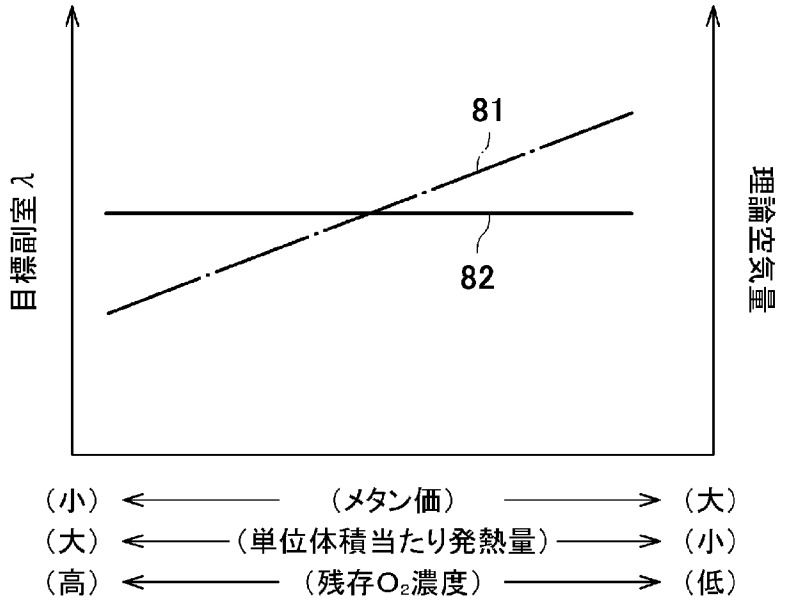
[図2]


100
60
制御器
発電機出力
エンジン回転数
54
55
25
27
29
53
26
ガス燃料
51
52
39
28
22
23
21
40
排気
給気
38
37
7(12)
12
11
14a
12a
6
34
32
33
31
36
35
36
5

[図3]


60
22
副室燃料供給期間
67
副室燃料供給制御部
PID
69
68
副室λ算出値
副室λ目標値
63
副室λ算出部
62
65
副室燃料量算出部
副室空気量、燃料量
理論空気量
61
副室容積、圧縮比 etc
定数記憶部
ガス流量計
給気温センサ
給気圧センサ
副室入口圧センサ
副室燃料供給量
性状センサ
66
53
52
51
54
55

[図4]



（小）←――（メタン価）――→（大）
（大）←――（単位体積当たり発熱量）――→（小）
（高）←――（残存O_2濃度）――→（低）

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/006426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/04(2006.01)i, *F02D19/02*(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)
F02D41/04, F02D19/02

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y	JP 2012-163042 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 30 August 2012 (30.08.2012), claim 1; paragraphs [0024], [0045] (Family: none)	1-6
Y	JP 2009-203952 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2009 (10.09.2009), claims 3, 4; paragraph [0022] (Family: none)	1-6
Y	JP 10-148143 A (Fuji Heavy Industries Ltd.), 02 June 1998 (02.06.1998), claim 1 (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
18 October, 2012 (18.10.12)	30 October, 2012 (30.10.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/006426

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 8-105338 A (Yanmar Diesel Engine Co., Ltd.), 23 April 1996 (23.04.1996), claim 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2012-172657 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 September 2012 (10.09.2012), paragraph [0010] (Family: none)	2-6
Y	WO 2010/098370 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 September 2010 (02.09.2010), paragraphs [0012], [0013], [0023] & EP 2402582 A1	3-6
Y	JP 2010-43603 A (Hitachi, Ltd.), 23 February 2010 (23.02.2010), paragraph [0002] (Family: none)	4-6
A	JP 2012-17695 A (Toyota Industries Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００６４２６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D41/04(2006.01)i, F02D19/02(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.　F02D41/04, F02D19/02

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
Y	JP 2012-163042 A (三菱重工業株式会社) 2012.08.30, [請求項1],[0024][0045] (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2009-203952 A (三菱重工業株式会社) 2009.09.10, [請求項3][請求項4][0022] (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 10-148143 A (富士重工業株式会社) 1998.06.02, [請求項1] (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 １８．１０．２０１２	国際調査報告の発送日 ３０．１０．２０１２
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）　３Ｚ　４０１８ 堀川　泰宏 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 8-105338 A (ヤンマーディーゼル株式会社) 1996.04.23, [請求項1] (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2012-172657 A (三菱重工業株式会社) 2012.09.10, [0010] (ファミリーなし)	2-6
Y	WO 2010/098370 A1 (三菱重工業株式会社) 2010.09.02, [0012][0013][0023] & EP 2402582 A1	3-6
Y	JP 2010-43603 A (株式会社日立製作所) 2010.02.23, [0002] (ファミリーなし)	4-6
A	JP 2012-17695 A (株式会社豊田自動織機) 2012.01.26, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-6