(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2019-015262 A**

(43) Date of publication of application: **31.01.2019**

(51) Int. Cl. **F02B 37/02 (2006.01)**
F02M 26/05 (2016.01)
F02M 26/06 (2016.01)
F02M 26/14 (2016.01)
F02B 53/04 (2006.01)
F02B 53/08 (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01)

(21) Application number: **2017134679**

(22) Date of filing: **10.07.2017**

(71) Applicant: **MAZDA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **YAMAGATA NAOYUKI**
MATSUOKA ATSUO

(54) **ENGINE**

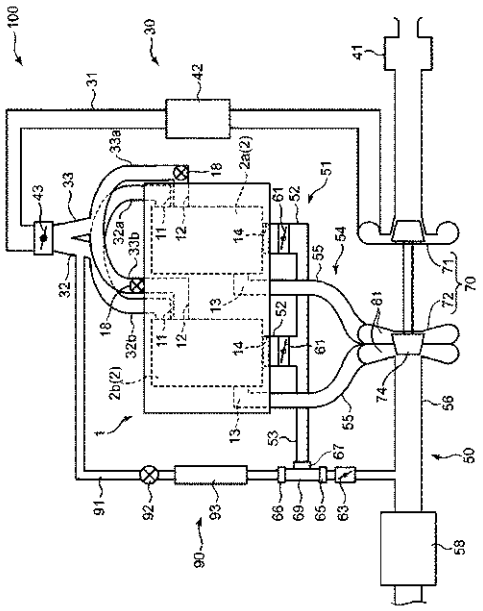
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an engine in which driving force of a turbine can be more effectively enhanced.

SOLUTION: A first exhaust passage part 54 connected to a first exhaust port 13, and a second exhaust passage part 51 connected to a second exhaust port 14 which has late opening time are provided in an exhaust passage 50. The first exhaust passage part 54 is comprised of: a plurality of first independent passage parts 55 individually connecting the first exhaust ports 13 of one or two or more cylinders 2 in which exhaust strokes are not continued and a suction passage 81 of a turbine 72; and a downstream side passage part 56 connected to a downstream end of a turbine housing 75. The second exhaust passage part 51 is comprised of: a plurality of second independent passage parts 52 communicating with the plurality of the second exhaust ports 14; and an aggregation passage part 53 in which the second independent passage parts 52 are aggregated. A downstream-side end of the second exhaust passage part 51 is connected to the downstream-side passage part 56, and an EGR passage 91 is connected to the aggregation passage part 53 and an intake passage 30.

SELECTED DRAWING: Figure 1

COPYRIGHT: (C)2019,JPO&INPIT



(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2019-15262
(P2019-15262A)
(43)公開日　平成31年1月31日(2019.1.31)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F02B 37/02	(2006.01)	F02B	37/02	H	3G005
F02M 26/05	(2016.01)	F02M	26/05		3G062
F02M 26/06	(2016.01)	F02M	26/06	301	
F02M 26/14	(2016.01)	F02M	26/14		
F02B 53/04	(2006.01)	F02B	53/04	F	

審査請求 有　請求項の数 5　ＯＬ　（全 22 頁）　最終頁に続く

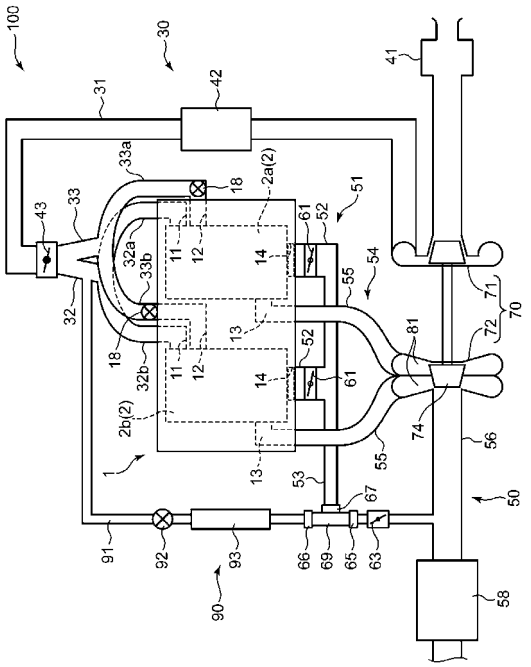
(21)出願番号　特願2017-134679 (P2017-134679)
(22)出願日　平成29年7月10日 (2017.7.10)

(71)出願人　000003137
マツダ株式会社
広島県安芸郡府中町新地３番１号
(74)代理人　100067828
弁理士　小谷　悦司
(74)代理人　100115381
弁理士　小谷　昌崇
(74)代理人　100133916
弁理士　佐藤　興
(72)発明者　山形　直之
広島県安芸郡府中町新地３番１号　マツダ株式会社内
(72)発明者　松岡　敦生
広島県安芸郡府中町新地３番１号　マツダ株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】エンジン

(57)【要約】
【課題】タービンの駆動力をより効果的に高めることのできるエンジンを提供する。
【解決手段】排気通路５０に、第１排気ポート１３に接続される第１排気通路部５４と、開口時期が遅い第２排気ポート１４に接続される第２排気通路部５１とを設け、第１排気通路部５４を、１または排気行程が連続しない２以上の気筒２の第１排気ポート１３とタービン７２の吸入通路８１とを個別に接続する複数の第１独立通路部５５と、タービンハウジング７５の下流端に接続される下流側通路部５６とで構成し、第２排気通路部５１を、複数の第２排気ポート１４と連通する複数の第２独立通路部５２と、各第２独立通路部５２が集合した集合通路部５３とで構成し、第２排気通路部５１の下流端を下流側通路部５６に接続し、ＥＧＲ通路９１を集合通路部５３と吸気通路３０とに接続する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の気筒が形成されたエンジン本体と、各気筒に導入される吸気が流通する吸気通路と、各気筒から排出される排気が流通する排気通路と、前記排気通路に設けられるタービンと、前記排気通路と前記吸気通路とに接続されて前記排気通路を流通する排気の一部を前記吸気通路に還流するＥＧＲ通路とを備えたエンジンであって、
前記タービンは、排気のエネルギーを受けて回転する複数の翼を備えたタービン本体と、当該タービン本体を内側に収容するタービンハウジングとを備え、
前記タービンハウジングの内側空間は、少なくともその上流端から当該タービンハウジングののど部までの部分において複数の吸入通路に区画されており、
前記エンジン本体は、前記各気筒から前記排気通路に排気を導出する排気ポートを備え、
前記各気筒の排気ポートは、それぞれ第１排気ポートと、当該第１排気ポートよりも開口時期が遅い第２排気ポートとを備え、
前記排気通路は、前記各気筒の第１排気ポートに接続される第１排気通路部と、前記各気筒の第２排気ポートに接続される第２排気通路部とを備え、
前記第１排気通路部は、１または排気行程が連続しない２以上の気筒の第１排気ポートと前記吸入通路とを個別に接続する複数の第１独立通路部と、前記タービンハウジングの下流端に接続される下流側通路部とを備え、
前記第２排気通路部は、複数の第２排気ポートに接続される複数の第２独立通路部と、当該各第２独立通路部が集合した集合通路部とを有し、
前記第２排気通路部は、その下流端が前記下流側通路部に接続されており、
前記ＥＧＲ通路は、前記集合通路部と前記吸気通路とに接続されていることを特徴とするエンジン。
【請求項２】
請求項１に記載のエンジンにおいて、
前記タービンの複数の吸入通路は、前記タービン本体の回転軸方向について並び、且つ、前記タービン本体の周方向の全周にわたって互いに独立するように、前記タービンハウジングに形成されていることを特徴とするエンジン。
【請求項３】
請求項１または２に記載のエンジンにおいて、
前記第２排気通路部の集合通路部には、前記ＥＧＲ通路との接続部分よりも下流側に設けられて当該集合通路部を開閉可能な排気開閉弁を備えることを特徴とするエンジン。
【請求項４】
請求項１～３のいずれかに記載のエンジンにおいて、
前記エンジン本体は、複数のロータと、当該各ロータを収容する前記気筒としての複数のロータ収容室と、当該各ロータの外周をそれぞれ囲む複数のロータハウジングと、前記各ロータの側方に設けられる複数のサイドハウジングとを備えるロータリーピストンエンジンであり、
前記各第１排気ポートは、前記各サイドハウジングに形成されており、
前記各第２排気ポートは、前記各ロータハウジングに形成されている、ことを特徴とするエンジン。
【請求項５】
請求項１～３のいずれかに記載のエンジンにおいて、
前記エンジン本体は、第１ロータと、第２ロータと、これらロータを収容する前記気筒としての複数のロータ収容室と、これら第１ロータと第２ロータとの間に配置されるインターミディエイトハウジングと、前記第１ロータを挟んで前記インターミディエイトハウジングと対向する第１サイドハウジングと、前記第２ロータを挟んで前記インターミディエイトハウジングと対向する第２サイドハウジングとを備えるロータリーピストンエンジンであり、

前記第１ロータの第１排気ポートは、前記第１サイドハウジングに形成されており、
前記第２ロータの第１排気ポートは、前記第２サイドハウジングに形成されており、
前記第１ロータの第２排気ポートおよび前記第２ロータの第２排気ポートは、ともに前記インターミディエイトハウジングに形成されている、ことを特徴とするエンジン。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、複数の気筒が形成されたエンジン本体と、各気筒に導入される吸気が流通する吸気通路と、各気筒から排出される排気が流通する排気通路と、前記排気通路に設けられるタービンと、前記排気通路と前記吸気通路とに接続されて前記排気通路を流通する排気の一部を前記吸気通路に還流するＥＧＲ通路とを備えたエンジンに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、エンジンにおいて、過給等のために排気通路にタービンを設けることが行われている。また、このタービンの駆動力を高めるための各種検討がなされている。
【０００３】
例えば、特許文献１には、ターボ過給機を備えた２ロータのロータリーピストンエンジンが開示されている。このエンジンでは、２つのロータ収容室の間に配置されたインターミディエイトハウジングに各ロータ収容室と連通する第１の排気ポートが設けられるとともに、インターミディエイトハウジングと対向する２つのサイドハウジングに各ロータ収容室と連通する第２の排気ポートであって第１の排気ポートよりも早い時期に開口する排気ポートが設けられている。また、２つの第１の排気ポートが共通の集合通路に接続されているとともに、２つの第２の排気ポートがそれぞれ独立して独立通路部に接続されている。そして、これら集合通路と２つの独立通路部とが全てタービンの上流端に接続されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１６－８９７２０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
前記特許文献１のエンジンでは、各ロータ収容室のより早い時期に開口する排気ポートにそれぞれ独立して独立通路部が接続されているが、これら独立通路部に加えて各ロータ収容室のより遅い時期に開口する排気ポートに接続された集合通路もタービンに接続されている。そのため、エンジン本体から独立通路部内に向けては高い圧力の排気が導出されるが、この排気の一部が集合通路側に膨張してしまうため、タービンに導入される排気の圧力を十分に高い状態に維持することができず、タービンの駆動力を十分に高めることができないという問題がある。
【０００６】
本発明は、前記のような事情に鑑みてなされたものであり、タービンの駆動力をより効果的に高めることのできる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】
【０００７】
前記課題を解決するためのものとして、本発明は、複数の気筒が形成されたエンジン本体と、各気筒に導入される吸気が流通する吸気通路と、各気筒から排出される排気が流通する排気通路と、前記排気通路に設けられるタービンと、前記排気通路と前記吸気通路とに接続されて前記排気通路を流通する排気の一部を前記吸気通路に還流するＥＧＲ通路とを備えたエンジンであって、前記タービンは、排気のエネルギーを受けて回転する複数の翼を備えたタービン本体と、当該タービン本体を内側に収容するタービンハウジングとを

備え、前記タービンハウジングの内側空間は、少なくともその上流端から当該タービンハウジングののど部までの部分において複数の吸入通路に区画されており、前記エンジン本体は、前記各気筒から前記排気通路に排気を導出する排気ポートを備え、前記各気筒の排気ポートは、それぞれ第１排気ポートと、当該第１排気ポートよりも開口時期が遅い第２排気ポートとを備え、前記排気通路は、前記各気筒の第１排気ポートに接続される第１排気通路部と、前記各気筒の第２排気ポートに接続される第２排気通路部とを備え、前記第１排気通路部は、１または排気行程が連続しない２以上の気筒の第１排気ポートと前記吸入通路とを個別に接続する複数の第１独立通路部と、前記タービンハウジングの下流端に接続される下流側通路部とを備え、前記第２排気通路部は、複数の第２排気ポートに接続される複数の第２独立通路部と、当該各第２独立通路部が集合した集合通路部とを有し、前記第２排気通路部は、その下流端が前記下流側通路部に接続されており、前記ＥＧＲ通路は、前記集合通路部と前記吸気通路とに接続されていることを特徴とするものである（請求項１）。

【０００８】

本発明によれば、１または排気行程が互いに連続しない２以上の気筒の各第１排気ポートとタービンの吸入通路とが個別に第１独立通路部によって接続されている。そのため、第１独立通路部間での排気干渉を抑制して高圧の排気をタービンに導入することができる。特に、各吸入通路がタービンハウジングののど部まであるいはのど部よりも下流側の部分まで互いに独立していることで前記排気干渉を確実に抑制することができる。詳細には、タービンハウジングは、タービン本体の外周を囲み下流側ほど流路面積が小さくなるように構成されたタービンスクロール部と、タービンスクロール部の上流端から上流側に延びる吸入部とを備えている。そして、前記タービンハウジングののど部は、このタービンスクロール部と吸入部との境界部分でありこれよりも下流側では前記のように流路面積が減少していく。そのため、第１独立通路部が集合する部分をのど部あるいはのど部よりも下流側にすることで、第１独立通路部内の排気をこの集合部分に下流向きに高い速度で導出することができ、一方の第１独立通路部から導出された排気が他の第１独立通路部への回り込むのを抑制することができる。

【０００９】

しかも、本発明では、第１排気ポートが第２排気ポートよりも早く気筒内の圧力がより高いタイミングで開口するように構成されるとともに、各第２排気ポートに接続される第２独立通路部の下流端が第１排気通路部のうちタービンハウジングの下流端に接続される下流側通路部に接続されて、第２独立通路部がタービンを迂回して第１排気通路部に接続されている。そのため、第１排気ポートから第１独立通路部に高圧の排気を導出することができるとともに、この第１排気ポートから排出された高圧の排気が第２独立通路部側に膨張するのを回避することができ、タービンにより確実に高圧の排気を導入してタービンの駆動力をより効果的に高めることができる。

【００１０】

さらに、本発明では、開口時期が遅く比較的圧力の低い排気が導出される第２排気ポートに接続される第２排気通路部にＥＧＲ通路が接続されるとともに、この第２排気通路部のうち各第２排気ポートに接続される第２独立通路部が集合する集合通路部にＥＧＲ通路が接続されている。そのため、ＥＧＲ通路内の圧力脈動を小さく抑えて、各気筒により均一にＥＧＲガスを導入することができる。

【００１１】

前記構成において、前記タービンの複数の吸入通路は、前記タービン本体の回転軸方向について並び、且つ、前記タービン本体の周方向の全周にわたって互いに独立するように、前記タービンハウジングに形成されているのが好ましい（請求項２）。

【００１２】

この構成によれば、吸入通路間および第１独立通路部間での排気干渉をより確実に回避することができ、タービン本体により確実に高い排気エネルギーを付与することができる。

【００１３】
前記構成において、前記第２排気通路部の集合通路部には、前記ＥＧＲ通路との接続部分よりも下流側に設けられて当該集合通路部を開閉可能な排気開閉弁を備えるのが好ましい（請求項３）。
【００１４】
この構成によれば、排気開閉弁を閉じ側にすることでＥＧＲ通路に流入する排気の量を高めることができ、各気筒に流入するＥＧＲガスの量をより確実に確保することができる。
【００１５】
前記構成において、前記エンジン本体は、複数のロータと、当該各ロータを収容する前記気筒としての複数のロータ収容室と、当該各ロータの外周をそれぞれ囲む複数のロータハウジングと、前記各ロータの側方に設けられる複数のサイドハウジングとを備えるロータリーピストンエンジンであり、前記各第１排気ポートは、前記各サイドハウジングに形成されており、前記各第２排気ポートは、前記各ロータハウジングに形成されているのが好ましい（請求項４）。
【００１６】
この構成によれば、第１排気ポートの開口面積を大きく確保して、第１排気ポートを介してタービンに導出される排気のエネルギーを高くすることができる。
【００１７】
前記とは別の構成として、前記エンジン本体は、第１ロータと、第２ロータと、これらロータを収容する前記気筒としての複数のロータ収容室と、これら第１ロータと第２ロータとの間に配置されるインターミディエイトハウジングと、前記第１ロータを挟んで前記インターミディエイトハウジングと対向する第１サイドハウジングと、前記第２ロータを挟んで前記インターミディエイトハウジングと対向する第２サイドハウジングとを備えるロータリーピストンエンジンであり、前記第１ロータの第１排気ポートは、前記第１サイドハウジングに形成されており、前記第２ロータの第１排気ポートは、前記第２サイドハウジングに形成されており、前記第１ロータの第２排気ポートおよび前記第２ロータの第２排気ポートは、ともに前記インターミディエイトハウジングに形成されているとしてもよい（請求項５）。
【００１８】
この構成によれば、各第１排気ポートおよび第２排気ポートの開口面積を大きくしてこれらポートから排出される排気の量を多くすることができる。
【発明の効果】
【００１９】
以上説明したように、本発明のエンジンによれば、タービンの駆動力を高めつつ気筒内に適切にＥＧＲガスを導入することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２０】
【図１】本発明の実施形態にかかるロータリエンジンの概略構成図である。
【図２】エンジン本体の構成を説明するための概略断面図である。
【図３】図２のＩＩＩ－ＩＩＩ線断面図である。
【図４】ロータの頂部付近の概略拡大図である。
【図５】２つのロータ収容室で実施される各行程のタイミグを示した図である。
【図６】エキセン角とポートの開口面積との関係を示した図である。
【図７】ロータ収容室内の様子を示した概略断面図であり、（ａ）は排気上死点での図、（ｂ）は排気上死点を過ぎた状態の図である。
【図８】ロータ収容室内の様子を示した概略断面図であり、（ａ）は吸気上死点での図、（ｂ）は吸気上死点を過ぎた状態の図である。
【図９】図３のＩＸ－ＩＸ線断面の一部を示した図である。
【図１０】図３の一部を拡大した図である。

【図１１】吸気ポート開閉弁の開閉領域を示した図である。
【図１２】タービンの概略断面図である。
【図１３】図１１のＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ線断面図である。
【図１４】サイド側独立通路部内の圧力とペリ側独立通路部内の圧力とを比較して示した図である。
【図１５】排気ポート開閉弁の開閉領域を示した図である。
【図１６】サイド側独立通路部内の圧力およびペリ側集合通路部内の圧力を示した図である。
【図１７】ボルテックスチューブの概略断面図である。
【図１８】本発明の第２実施形態に係るエンジンの概略構成図である。
【図１９】本発明の第３実施形態に係るエンジン本体の概略構成図である。
【発明を実施するための形態】
【００２１】
（１）第１実施形態
図１は、本発明の第１実施形態に係るエンジン１００の全体構成を概略的に示した図である。図１に示すように、第１実施形態では、エンジン１００はロータリーピストンエンジン（以下、単にロータリエンジンという）からなるエンジン本体１を備える。以下では、適宜、図１の左右方向を前後方向という。
【００２２】
エンジン１００は、前後方向に並ぶ２つのロータ収容室２（気筒、前側に位置する第１ロータ収容室２ａ、後側に位置する第２ロータ収容室２ｂ）を有するエンジン本体１と、各ロータ収容室２に導入される吸気が流通する吸気通路３０と、各ロータ収容室２から排出される排気が流通する排気通路５０と、ターボ過給機７０と、ＥＧＲ装置９０とを有する。このエンジン１００は、例えば、エンジン本体１を走行用の駆動源として、車両に搭載される。
【００２３】
（１－１）エンジン本体
図２は、エンジン本体１の構成を説明するための概略断面図である。図３は、エンジン本体１の概略断面図である。なお、図２は、正確な断面図ではなく、後述する各ポート１１、１２、１３、１４等を模式的に示している（例えば、正確には後述するペリ排気ポート１４と他のポート１１、１２、１３とは同一平面上には存在しない）。また、後述するように吸気ポート１１、１２と排気ポート１３、１４とは互いに対向する異なる２つのサイドハウジング６に設けられているが、図３（および後述する図７、図８）では、これらポートの相対的な開閉時期を明確にするべく、これら吸気ポート１１、１２と排気ポート１３、１４とを同一サイドハウジング６上に示している。
【００２４】
エンジン本体１には、各ロータ収容室２を貫通して前後方向に延びる出力軸であるエキセントリックシャフト４が設けられている。エンジン本体１の各ロータ収容室２には、それぞれ、ロータ３（前側に位置する第１ロータ３ａ、後側に位置する第２ロータ３ｂ）が収容されている。
【００２５】
各ロータ３は、側面視で略三角形状を有している。各ロータ３は、エキセントリックシャフト４に対して遊星回転運動するように支持されており、３つの頂部３ｒがロータ収容室２の内周面に沿って移動するようにエキセントリックシャフト４回りに回転する。
【００２６】
各ロータ３にはロータ収容室２の内側面との間の気密性を保つことを目的として多数のシール部材が設けられている。例えば、ロータ３の頂部３ｒ付近を拡大して示した概略図である図４に示すように、ロータ３の各頂部３ｒには、前後方向に延びるアペックスシール１０１が取り付けられている。そして、アペックスシール１０１の前後方向の両端部には、アペックスシール１０１と連結される略円柱状のコーナーシール１０２が設けられて

いる。また、ロータ３の前後方向の両側面には、それぞれ、各コーナーシール１０２どうしの間をロータ３の外周縁と略平行に延びるサイドシール１０３と、サイドシール１０３よりもロータ３の径方向内方に位置してロータ３の中心を中心とする円環状の２本のオイルシール１０４、１０４とが設けられている。２本のオイルシール１０４、１０４はロータ３の径方向に所定の隙間をあけて並んでいる。

【００２７】

エンジン本体１は、各ロータ３の外周をそれぞれ囲むロータハウジング５と、各ロータ３の前方および後方に設けられたサイドハウジング６、６を有している。

【００２８】

ロータハウジング５は、第１ロータ３ａの外周を囲む第１ロータハウジング５ａと、第２ロータ３ｂの外周を囲む第２ロータハウジング５ｂとを含む。また、サイドハウジング６は、第１ロータ３ａの前方に位置する第１サイドハウジング６ａと、第１ロータ３ａの後方且つ第２ロータ３ｂの前方に位置する中央サイドハウジング６ｃ（以下、インターミディエイトハウジング６ｃという）とを含む。ロータ収容室２はこれらロータハウジング５とサイドハウジング６、６とによって区画されている。

【００２９】

ロータハウジング５の内周面は、平行トロコイド曲線に沿って延びており、ロータ収容室２内は、ロータ３によって３つの作動室Ａに区画されている。

【００３０】

このように構成されたロータリエンジン１では、ロータ３の回転に伴い３つの作動室Ａがエキセントリックシャフト４回りに移動して、各作動室Ａにて吸気、圧縮、膨張（燃焼）及び排気の各行程が行われる。また、各行程は、エキセントリックシャフト４が２７０度回転する期間実施される。

【００３１】

第１ロータ３ａと第２ロータ３ｂとは、エキセントリックシャフト４の回転角度において互いに１８０度の位相差で回転しており、図５に示すように、第１ロータ収容室２ａと第２ロータ収容室２ｂとでは、エキセントリックシャフト４の回転角度（エキセン角）において１８０度（１８０°ＥＡ、ＥＡ：エキセン角）ずれて、吸気、圧縮、膨張（燃焼）および排気の各行程がそれぞれ行われる。従って、２つのロータ収容室２間において各行程は重複する。

【００３２】

図３に示した例では、各ロータ３は、それぞれ、矢印で示すように時計回りに回転し、左上側の領域において概ね吸気行程が行われ、右上側の領域において概ね圧縮行程が行われ、右下側の領域において概ね膨張（燃焼）行程が行われ、左下側の領域において概ね排気行程が行われる。以下、適宜、図３の左右方向を単に左右方向として説明する。

【００３３】

各ロータハウジング５には、ロータ３の回転方向に沿って並ぶ２つの点火プラグ２１、２１が取り付けられている。また、第１サイドハウジング３ａと第２サイドハウジング３ｂとには、各ロータ収容室２内に燃料を供給するためのインジェクタ（不図示）が取り付けられている。このインジェクタは、後述するプライマリ吸気ポート１１内に燃料を噴射する。

【００３４】

（吸気ポートおよび排気ポートの詳細構造）

第１サイドハウジング６ａには、第１ロータ収容室２ａに吸気を導入するための２つの吸気ポート１１、１２が形成され、インターミディエイトハウジング６ｃには、第２ロータ収容室２ｂに吸気を導入するための２つの吸気ポート１１、１２が形成されている。これら吸気ポート１１、１２は、吸気行程が行われる領域に設けられている。図３の例では、吸気ポート１１、１２は、各ハウジング６ａ、６ｃの左上側の部分に形成されており、ロータ収容室２の内側面の左上側の部分に開口している。

【００３５】

ここで、ロータ３の頂部３ｒの前後方向の両端部に設けられたコーナーシール１０２は、サイドハウジング６の外周縁に沿って移動する。そのため、吸気ポートがサイドハウジング６の外周縁まで延びていると、吸気ポートにコーナーシール１０２が脱落するおそれがある。これに伴い、サイドハウジング６に形成された各吸気ポート１１、１２は、サイドハウジング６の外周縁からロータ３の径方向の内側に所定量離間するように形成されている。

【００３６】

１つのサイドハウジング６において、２つの吸気ポート１１、１２はロータ３の回転方向に並んでおり、吸気行程において下方の吸気ポート１１の方が上方の吸気ポート１２よりも早期に開口および閉口するようになっている。以下では、下側の吸気ポート１１であってより早いタイミングで開口および閉口する吸気ポート１１をプライマリ吸気ポート１１といい、上側の吸気ポート１２であってより遅いタイミングで開口および閉口する吸気ポート１２をセカンダリ吸気ポート１２という。

【００３７】

図６は、エキセントリックシャフトの回転角度であるエキセン角と各ポートの開口面積との関係を示した図である。図７（ａ）、図７（ｂ）、図８（ａ）、図８（ｂ）は、ロータ収容室２内の様子を示した概略図である。図７（ａ）は左側の作動室Ａ１が排気上死点にある状態の図、図７（ｂ）は左側の作動室Ａ１が排気上死点をわずかに過ぎた状態の図である。図８（ａ）は上側の作動室Ａ２が吸気下死点にある状態の図、図８（ｂ）は上側の作動室Ａ２が吸気下死点をわずかに過ぎた状態の図である

図６～図８に示すように、プライマリ吸気ポート１１は、排気上死点付近で開口を開始し、吸気下死点をわずかに超えた時期に閉口する。一方、セカンダリ吸気ポート１２は、プライマリ吸気ポート１１と同様に排気上死点付近で開口を開始する一方、吸気下死点よりも遅角側且つプライマリ吸気ポート１１よりも遅角側の時期で閉口する。例えば、プライマリ吸気ポート１１は吸気下死点後３０°ＥＡ（ＥＡ：エキセン角）程度で閉口するのに対して、セカンダリ吸気ポート１２はエキセン角で吸気下死点後９０°ＥＡ程度で閉口する。

【００３８】

また、インターメディエイトハウジング６ｃには、第１ロータ収容室２ａから排気を導出するためのサイド排気ポート（第１排気ポート）１３が形成され、第２サイドハウジング６ｂには、第２ロータ収容室２ｂから排気を導出するためのサイド排気ポート（第１排気ポート）１３が形成されている。吸気ポート１１、１２と同様に、インターメディエイトハウジング６ｃ、第２サイドハウジング６ｂに設けられたサイド排気ポート１３は、アペックスシール１０１の脱落を回避するために各ハウジング６ｂ、６ｃの外周縁から所定量ロータ３の径方向の内側に所定量離間するように形成されている。

【００３９】

本実施形態では、さらに、各ロータハウジング５にもロータ収容室２から排気を導出するためのペリ排気ポート（第２排気ポート）１４がそれぞれ形成されている。つまり、第１ロータハウジング５ａには第１ロータ収容室２ａから排気を導出するためのペリ排気ポート１４が形成され、第２ロータハウジング５ｂには第２ロータ収容室２ｂから排気を導出するためのペリ排気ポート１４が形成されている。

【００４０】

図６に示すように、ペリ排気ポート１４は、サイド排気ポート１３よりも遅い時期に開口するように配置されている。

【００４１】

図９は、図３のＩＸ－ＩＸ線断面の一部を示した図である。図９に示すように、ペリ排気ポート１４は、ロータハウジング５の前後方向中央を挟んで前方および後方に延びる略長方形状を有している。ペリ排気ポート１４は、アペックスシール１０１の脱落を回避するべく、ロータハウジング５の前後方向の両縁付近、を除く部分に設けられている。例えば、ペリ排気ポート１４の前後方向の寸法は、ロータハウジング５の前後方向の寸法の０

．８倍程度に設定されている。

【００４２】

このように、ロータハウジング５にペリ排気ポート１４が設けられることで、本実施形態では、エンジン本体１をより適正に稼働させることができる。

【００４３】

具体的には、ロータリエンジン１では、ロータ３の回転に伴ってロータ収容室２内の物質に遠心力が作用するため、燃焼後のガスや燃焼に伴って生成された煤および凝縮水はロータ収容室２の外周縁付近に溜まりやすい。そのため、前記のようにロータ収容室２の外周縁から離間するように形成されたサイド排気ポート１３しか設けられていない場合には、燃焼後のガス等がロータ収容室２の外部に適切に排出されないおそれがある。そして、排出されなかった煤がアペックスシール１０１に付着してアペックスシール１０１とロータ収容室２の内周面との間の気密性が低下し、圧縮行程において混合気が適切に圧縮されず膨張仕事が低下するおそれがある。また、排出されなかった凝縮水が点火プラグ２１等に悪影響をおよぼすおそれがある。また、ロータ収容室２内の煤が点火源となってロータ収容室２内で予期せず燃焼が開始するおそれがある。

【００４４】

これに対して、本実施形態では、ロータハウジング５にペリ排気ポート１４が設けられていることで、ロータ収容室２の外周縁付近に溜まった煤をこのペリ排気ポート１４からロータ収容室２外に排出することができる。特に、アペックスシール１０１に煤が付着した場合であっても、この煤をペリ排気ポート１４内に脱落させることができる。詳細には、図３の一部を拡大した図１０において、矢印で示すようにロータ３の頂部３ｒがペリ排気ポート１４を通過する際、アペックスシール１０１がペリ排気ポート１４の開口縁１４ｒにロータ３の回転方向の下流側から上流側に向かって当接することで、アペックスシール１０１に付着している煤Ｃがペリ排気ポート１４の開口縁１４ｒによってアペックスシール１０１からかき落とされる。また、ロータ収容室２の外周縁付近に溜まった凝縮水をペリ排気ポート１４から排出することができる。従って、膨張仕事を確保することができるとともに点火プラグ２１等を適正に作動させること、および、適切な燃焼を実現できる。

【００４５】

各排気ポート１３、１４は、基本的に排気行程が行われる領域に設けられており、図３の例では、ロータ収容室２の内側面の左下側の領域に開口している。ただし、図６および図７（ａ）、（ｂ）に示すように、サイド排気ポート１３は、その閉口時期が排気上死点付近となるように設けられる一方、ペリ排気ポート１４は、サイド排気ポート１３よりも遅角側でかつその閉口時期が排気上死点を超えるように設けられている。これに伴い、吸気行程にある作動室Ａにおいて、サイド排気ポート１３が開口している期間と、各吸気ポート１１、１２が開口している期間とは重複しない一方、ペリ排気ポート１４が開口している期間と、各吸気ポート１１、１２が開口している期間とは重複する。

【００４６】

ここで、サイド排気ポート１３の開口面積は、サイド排気ポート１３のロータ３の径方向についての寸法を大きくすることによって大きくすることができる。これに対して、ペリ排気ポート１４の前後方向の寸法はロータハウジング５の前後方向の寸法によって規定される。そのため、ペリ排気ポート１４の開口面積を大きくしようとすると、ロータ３の回転方向についてのペリ排気ポート１４の寸法を大きくせねばならない。しかしながら、ペリ排気ポート１４のこの回転方向の寸法を大きくすると、ペリ排気ポート１４の開口開始時期が早くなる、あるいは、閉口時期が遅くなって、膨張行程中にペリ排気ポート１４が開口する、あるいは、吸気行程中にペリ排気ポート１４が開口する期間が過剰に長くなり、膨張仕事あるいは吸気効率が低下してしまう。そこで、本実施形態では、ペリ排気ポート１４の開口開始時期と閉口時期とを適切な時期とし、サイド排気ポート１３の開口面積を大きくすることで、排気ポート１３、１４全体での開口面積を確保している。これに伴い、図６に示すように、サイド排気ポート１３の開口面積（最大値）は、ペリ排気ポー

ト１４の開口面積（最大値）よりも大きくなっている。
【００４７】
（１－２）吸気通路
吸気通路３０は、１本の吸気上流側通路部３１と、吸気上流側通路部３１の下流端から延びる２つの分岐通路部３２、３３とを備える。
【００４８】
吸気上流側通路部３１には、上流側から順に、エアクリーナー４１、ターボ過給機７０のコンプレッサ７１、インタークーラ４２、スロットルバルブ４３が設けられている。
【００４９】
一方の分岐通路部３２であるプライマリ吸気通路部３２の下流側部分はさらに２つ通路部３２ａ、３２ｂに分岐しており、これら通路部３２ａ、３２ｂがそれぞれ独立して第１ロータ収容室２ａのプライマリ吸気ポート１１と第２ロータ収容室２ｂのプライマリ吸気ポート１１とに接続されている。また、他方の分岐通路部３３であるセカンダリ吸気通路部３３の下流側部分もさらに２つの通路部３３ａ、３３ｂに分岐しており、これら通路部３３ａ、３３ｂがそれぞれ独立して第１ロータ収容室２ａのセカンダリ吸気ポート１２と第２ロータ収容室２ｂのセカンダリ吸気ポート１２とに接続されている。
【００５０】
セカンダリ吸気ポート１２にそれぞれ接続された２本の通路部３３ａ、３３ｂには、それぞれこの通路ひいてはセカンダリ吸気ポート１２、１２を開閉する吸気ポート開閉弁１８、１８が設けられている。
【００５１】
図１１は、吸気ポート開閉弁１８の開閉領域を示した図である。図１１に示すように、本実施形態では、吸気ポート開閉弁１８は、エンジン回転数が予め設定された吸気側基準回転数Ｎ１以下で且つエンジン負荷が予め設定された吸気側基準負荷Ｔｑ１よりも高い低速高負荷領域Ｒ１でエンジン本体１が運転されている場合に閉弁され、その他の領域Ｒ２では開弁される。
【００５２】
これは、次の理由による。
【００５３】
エンジン回転数が高い場合には、吸気脈動の作用によって吸気下死点を過ぎた後でも吸気ポートから作動室Ａ内には吸気が導入される。そのため、エンジン回転数が高い場合には、吸気下死点を過ぎた後も比較的長い時間開口するセカンダリ吸気ポート１２を開放することで吸気効率を高めることができる。
【００５４】
一方、エンジン回転数が低い場合にセカンダリ吸気ポート１２が開放されて吸気下死点を過ぎた後長い時間吸気ポートが開放されていると、作動室Ａ内の吸気がセカンダリ吸気ポート１２およびこれに接続される吸気通路３０に吹き返されて作動室Ａ内の吸気量（新気量）が低減してしまう。そのため、エンジン回転数が低い場合には、セカンダリ吸気ポート１２を閉鎖することで新気量を多くすることができる。ただし、エンジン負荷が低い場合は、必要な新気量は少なくなる。さらには、前記のように吸気の吹き返しを生じさせることで、スロットルバルブ４３を絞る量を少なくすることができ、ポンピングロスを低減できる。そこで、本実施形態では、低速高負荷領域Ｒ１では、吸気ポート開閉弁１８を閉弁してセカンダリ吸気ポート１２を閉鎖し（セカンダリ吸気ポート１２を介した吸気通路３０と作動室Ａとの間でのガスの流通を停止し）、その他の領域Ｒ２では吸気ポート開閉弁１８を開弁してセカンダリ吸気ポート１２を開放する（セカンダリ吸気ポート１２を介した吸気通路３０と作動室Ａとの間でのガスの流通を許可する）。
【００５５】
（１－３）排気通路
排気通路５０は、２つのペリ排気ポート１４に接続されるペリ側排気通路部（第２排気通路部）５１と、２つのサイド排気ポート１３に接続されるサイド側排気通路部（第１排

気通路部）５４とを備える。
【００５６】
ターボ過給機７０のタービン７２は、サイド側排気通路部５４に設けられている。一方、ペリ側排気通路部５１の下流端は、タービン７２を迂回してサイド側排気通路部５４のタービン７２よりも下流側の部分（後述する下流側通路部５６）に接続されている。サイド側排気通路部５４のうちペリ側排気通路部５１との接続部分よりも下流側には、排気を浄化するための三元触媒等の浄化装置５８が設けられている。
【００５７】
サイド側排気通路部５４は、サイド側排気通路部５４の上流側部分を構成して第１ロータ収容室２ａのサイド排気ポート１３に接続される第１サイド側独立通路部（第１独立通路部）５５と、サイド側排気通路部５４の上流側部分を構成して第２ロータ収容室２ｂのサイド排気ポート１３に接続される第２サイド側独立通路部（第１独立通路部）５５とを備える。
【００５８】
図１２は、タービン７２の概略断面図である。図１３は、図１２のＸＩＩＩ－ＸＩＩＩ線断面図である。タービン７２は、いわゆるラジアルタービンであり、外周に複数の羽根７３を有しこれら羽根７３に排気が衝突することで回転するタービン本体（いわゆるタービンインペラ）７４と、タービン本体７４を内側に収容するタービンハウジング７５とを有している。
【００５９】
タービンハウジング７５は、排気を内側に導入するための吸入部７６と、吸入部７６の下流端からタービン本体７４の外周に沿って延びてタービン本体７４を囲むタービンスクロール部７７と、タービン本体７４で膨張した後の排気を下流側に導出するための導出部７８とを有する。本実施形態では、吸入部７６は上下流方向にわたって流路面積が一定の略円管状を有している。
【００６０】
タービンスクロール部７７の下流端には、タービン本体７４に向かって突出して、吸入部７６とタービンスクロール部７７の下流側部分とを仕切る舌部７９が設けられている。タービンスクロール部７７は渦巻状を有しており、タービンスクロール部７７の流路面積は舌部７９（タービンスクロール部７７の下流端）に向かって下流側ほど小さくなっている。
【００６１】
このように、タービンハウジング７５の流路面積は、その上流端（吸入部７６の上流端）から、タービンスクロール部７７の上流端（吸入部７６の下流端）までは一定とされ、その後、舌部７９に向かって漸減していく。ここで、タービンハウジング７５の舌部７０の先端を通る部分であってタービンスクロール部７７と吸入部７６との境界部分は、この部分からタービン本体７４に向かって流路面積が減少していくことに伴ってのど部８０と呼ばれている。
【００６２】
本実施形態に係るタービン７２は、いわゆるツインスクロールタービンであり、タービンハウジング７５のうち吸入部７６とタービンスクロール部７７とからなる部分の内側空間は、タービン本体７４の回転軸方向について並ぶ２つの空間に区画されており、この内側空間には、２つの独立した吸入通路８１、８１が形成されている。そして、一方の吸入通路８１に第１サイド側独立通路部５５が接続されて、他方の吸入通路８１に第２サイド側独立通路部５５が接続されている。
【００６３】
タービンスクロール部７７の導出部７８には、サイド側排気通路部５４の下流側部分を構成する１本の下流側通路部５６が接続されており、タービン本体７４を回転させた後の排気はこの下流側通路部５６に導入される。
【００６４】

前記のように構成されることで、一方のサイド排気ポート１３から排出されて一方のサイド側独立通路部５５を通りタービンハウジング７５に流入した排気は、他方のサイド側独立通路部５５に回り込むことなくタービン本体７４の各羽根７３に衝突する。そのため、本実施形態では、各サイド排気ポート１３から排出された排気のエネルギーを高く維持したまま各羽根７３に付与することができる。つまり、排気干渉によってタービン本体７４に供給される排気のエネルギーが減少するのを回避でき、タービン本体７４の駆動力を高めることができる。

【００６５】

特に、本実施形態では、サイド排気ポート１３は、ペリ排気ポート１４よりも早いタイミング、つまり、作動室Ａ内の圧力がより高いタイミングで開口する。そのため、サイド側独立通路部５５には高圧のブローダウンガス（排気ポートの開口とともに排出される高圧の排気）が流入し、サイド側独立通路部５５内の圧力（実線）と、後述するペリ側独立通路部５２内の圧力（破線）とを比較して示した図１４に示されるように、サイド側独立通路部５５およびタービン本体７４に導入される排気の圧力は高く、より高いエネルギーがタービン本体７４に供給される。

【００６６】

なお、図示は省略したが、各サイド側独立通路部５５には、各サイド側独立通路部５５の下流端付近と下流側通路部５６とを連通して、各サイド側独立通路部５５内の排気をタービン７２を迂回して下流側通路部５６に流すためのバイパス通路と、これを開閉するウエストゲートバルブとが設けられている。また、前記のように、タービンハウジング７５の流路面積は、のど部８０から下流側に向かって漸減する。そのため、のど部８０よりも下流側では排気の流速は高められ、所定の通路からタービンハウジング７５に流入した排気の他の通路への回り込みすなわち排気干渉は抑制されて、タービン本体７４の駆動力を高めることができる。従って、タービンスクロール部７７の内側空間のほぼ全体が２つの空間に区画された前記構成に代えて、タービンハウジング７５の内側空間のうちその上流端から舌部７９よりも上流側の部分までの空間が、２つに区画されるように構成してもよい。

【００６７】

ペリ側排気通路部５１は、第１ロータ収容室２ａのペリ排気ポート１４と連通する第１ペリ側独立通路部（第２独立通路部）５２と、第２ロータ収容室２ｂのペリ排気ポート１４と連通する第２ペリ側独立通路部（第２独立通路部）５２と、これら２つのペリ側独立通路部５２が集合したペリ側集合通路部（集合通路部）５３とからなる。

【００６８】

各ペリ側独立通路部５２には、それぞれ、各ペリ側独立通路部５２ひいては各ペリ排気ポート１４を開閉可能な排気ポート開閉弁６１が設けられている。

【００６９】

前記のように、ロータ収容室２内の煤および凝縮水はペリ排気ポート１４によって効果的に除去される。そこで、本実施形態では、エンジンの運転領域によらずエンジンを始動してから所定期間の間、ペリ排気ポート開閉弁６１を開弁させてロータ収容室２内に溜まった煤および凝縮水を除去する。

【００７０】

また、本実施形態では、エンジン始動後において、排気ポート開閉弁６１は図１５に示すように制御される。具体的には、排気ポート開閉弁６１は、エンジン回転数が予め設定された排気側基準回転数（基準回転数）Ｎ２以下且つエンジン負荷が予め設定された排気側基準負荷（第１基準負荷）Ｔｑ１１以下の低速低負荷領域Ｒ１１でエンジン本体１が運転されている場合に閉弁され、その他の領域Ｒ１２で開弁される。

【００７１】

これは、次の理由による。

【００７２】

前記のように、本実施形態では、ペリ排気ポート１４の開口期間と各吸気ポート１１、

１２の開口期間とが重複しており、吸気行程にある作動室Ａにおいてこれらのポート１１、１２、１４がともに所定期間開口可能に構成されている。そのため、排気ポート開閉弁６１を開弁してペリ排気ポート１４を開放する（ペリ排気ポート１４を介した排気通路５０と作動室Ａとの間でのガスの流通を許可する）と、吸気ポート１１、１２から作動室Ａに流入した吸気によって作動室Ａ内の排気（燃焼後のガス）をペリ排気ポート１４側に押しやり掃気性能を高めることができる。

【００７３】

ただし、低速低負荷領域Ｒ１１では、エンジン回転数およびエンジン負荷が低く吸気の圧力が燃焼後の作動室Ａ内の圧力よりも低いことに伴い、ペリ排気ポート１４を開放すると、作動室Ａ内の排気が吸気ポート１１、１２側に流入して作動室Ａ内への吸気の導入を阻害するおそれがある。そこで、本実施形態では、低速低負荷領域Ｒ１１では排気ポート開閉弁６１を閉弁してペリ排気ポート１４を閉鎖し（ペリ排気ポート１４を介した排気通路５０と作動室Ａとの間でのガスの流通を停止し）、これにより、作動室Ａ内つまりロータ収容室２内への吸気の導入を促進する一方、その他の領域Ｒ２では排気ポート開閉弁６１を開弁して前記のように掃気性能を高め、これにより、作動室Ａ内つまりロータ収容室２内への吸気の導入を促進する。

【００７４】

（１－４）ＥＧＲ装置

ＥＧＲ装置９０は、排気の一部を吸気に還流するための装置であり、排気通路５０と吸気通路３０とを連通するＥＧＲ通路９１と、これを開閉するＥＧＲバルブ９２と、ＥＧＲ通路９１を通過してロータ収容室２に導入される排気であるＥＧＲガスを冷却するＥＧＲクーラ９３とを備える。

【００７５】

ＥＧＲ通路９１は、ペリ側集合通路部５３とプライマリ吸気通路部３２とに接続されている。本実施形態では、ＥＧＲ通路９１は、ペリ側集合通路部５３の途中部に、後述するボルテックスチューブ６９を介して接続されている。また、ＥＧＲ通路９１は、プライマリ吸気通路部３２の上流側部分であって各プライマリ吸気ポート１１に向かって２つの通路に分岐する部分よりも上流側の部分に接続されている。従って、ＥＧＲ通路９１には、各ペリ排気ポート１４から排出された排気のみが導入されるとともに、ＥＧＲ通路９１を流通するＥＧＲガスはプライマリ吸気ポート１１のみからロータ収容室２内に導入される。

【００７６】

このように、ＥＧＲ通路９１がペリ側集合通路部５３に接続されていることで、本実施形態では、ＥＧＲガスをより適切に各ロータ収容室２に導入することができる。

【００７７】

図１６は、サイド側独立通路部５１内の圧力（破線）とペリ側集合通路部５３内の圧力（実線）とを比較して示した図である。前記のように、ペリ排気ポート１４からはブローダウン（サイド排気ポート１３の開口に伴って高圧の排気が排出された）後の比較的低い圧力の排気が導入される。そのため、ペリ排気ポート１４と連通するペリ側集合通路部５３内の圧力は比較的低くなる。さらに、ペリ側集合通路部５３が２つのペリ側排気ポート１４と連通していることで、ペリ側集合通路部５３内では各ペリ側排気ポート１４から排出された排気の圧力脈動が平均化される。従って、ペリ側集合通路部５３内の圧力変動幅は小さくなり、ペリ側集合通路部５３に接続されたＥＧＲ通路９１内の圧力変動も小さくなる。従って、各作動室Ａおよび各ロータ収容室２に導入されるＥＧＲガス量の変動は小さくなり、各作動室Ａおよび各ロータ収容室２内にそれぞれ均一にＥＧＲガスが導入される。なお、前記のように各ペリ排気ポート１４からペリ側集合通路部５３に導出される排気の圧力が小さいことから、一方のペリ排気ポート１４からペリ側集合通路部５３へ導出された排気が他方のペリ排気ポート１４からペリ側集合通路部５３への排気の導出に与える悪影響は小さく抑えられる。

【００７８】

また、前記のように、セカンダリ吸気ポート１２には、主としてエンジン回転数が低い領域において、ロータ収容室２からの吹き返しが生じる。そのため、セカンダリ吸気ポート１２にＥＧＲ通路９１が接続されていると、セカンダリ吸気通路部３３に吹き返された吸気が、ＥＧＲ通路９１からセカンダリ吸気通路部３３へのＥＧＲガスの流入を阻害するおそれがある。また、セカンダリ吸気ポート１２にＥＧＲ通路９１が接続されていると、所定の作動室Ａからセカンダリ吸気通路部３３に吸気とともに吹き返されたＥＧＲガスが、他の作動室Ａに流入して各作動室Ａ内のＥＧＲガス量が不適切になるおそれがある。これに対して、本実施形態では、閉口時期が早くロータ収容室２からの吹き返しがほとんどないプライマリ吸気ポート１１およびプライマリ吸気通路部３２にＥＧＲ通路９１が接続されていることで、各ロータ収容室２および各作動室Ａに適切な量のＥＧＲガスを導入することができる。

【００７９】

また、ペリ側排気ポート１４からペリ側排気通路部５１には、圧力とともに温度の低い排気が導出される。そのため、ＥＧＲガスの温度をより低くすること、あるいは、ＥＧＲガスの温度を所定の温度に低下させつつＥＧＲクーラ９３の性能を低く抑えること（例えば、ＥＧＲクーラの容量を小さく抑えること）が可能となる。

【００８０】

ここで、前記のようにＥＧＲ通路９１が接続されるペリ側集合通路部５３内の圧力は比較的低い。そのため、エンジンの運転条件によってはＥＧＲ通路９１の前後差圧が小さくなって十分なＥＧＲガスをロータ収容室２内に導入できないおそれがある。これに対して、本実施形態では、ペリ側集合通路部５３のうちＥＧＲ通路９１の接続部分よりも下流側に、ペリ側集合通路部５３を開閉する排気開閉弁６３が設けられている。従って、この排気開閉弁６３を閉じ側にすることで、前記の運転条件においても、ロータ収容室２内に適切な量のＥＧＲガスを導入することができる。例えば、排気開閉弁６３は、エンジン負荷が予め設定されたＥＧＲ基準負荷以下の領域において閉じ側に制御され、その開度は、吸気圧（吸気通路３０内の圧力）に応じて変更される。あるいは、排気開閉弁６３として、全閉と全開とに切り替えられるものが用いられて、吸気圧に応じて全閉と全開とに切り替えられる。なお、ＥＧＲ通路９１を介して吸気通路３０から排気通路５０に吸気が導入されるのを回避するべく、排気ポート開閉弁６１の閉弁時には、排気開閉弁６３は全閉とされる。

【００８１】

図１７は、ボルテックスチューブ６９の概略断面図である。ボルテックスチューブ６９は、例えば、特開２００２－７０６５７に開示されているようなものを使用することができ、ここでは簡単に説明する。

【００８２】

図１７に示すように、ボルテックスチューブ６９は、旋回室６４ａが内側に区画された略円筒状の旋回流形成部６４と、旋回流形成部６４の一端に接続された暖気吐出部６５と、旋回流形成部６４の他端に接続された冷気吐出部６６と、旋回流形成部６４の周壁に形成されたガス導入部６７とを有する。旋回室６４ａは、図１７に示すようにその内側で旋回流Ｓが形成されるように構成されている。ボルテックスチューブ６９では、ガス導入部６７から高温高圧のガスが導入されると旋回室６４ａ内でその外周面に沿い暖気吐出部６５に向かう旋回流Ｓ１と、この旋回流Ｓ１の内側を通り暖気吐出部６５側から冷気吐出部６６に向かう旋回流Ｓ２とが生じ、これら旋回流Ｓ１、Ｓ２間での熱交換により、導入されたガスが高温のガスと低温のガスとに分離される。そして、高温のガスは暖気吐出部６５から外部に導出されて、低温のガスは冷気吐出部６６から外部に吐出される。

【００８３】

本実施形態では、このように構成されたボルテックスチューブ６９のガス導入部６７と暖気吐出部６５にそれぞれペリ側集合通路部５３の途中部が接続されて、冷気吐出部６６にＥＧＲ通路９１の上流端が接続されており、ボルテックスチューブ６９を介して、ペリ側集合通路部５３とＥＧＲ通路９１とが接続されている。

【００８４】
このように構成されることで、ペリ側集合通路部５３から排出された高温高圧のガスの一部は冷却されてＥＧＲ通路９１に導入され、他部は下流側通路部５６へと導出される。従って、本実施形態では、ＥＧＲガスの温度をより一層低くすること、あるいは、ＥＧＲガスの温度を所定の温度に低下させつつＥＧＲクーラ９３の性能をより一層低く抑えることができる。
【００８５】
ここで、前記の温度分離を実現するためには暖気吐出部６５の圧力を十分に高くする必要がある。これに対して、本実施形態では、前記排気開閉弁６３がペリ側集合通路部５３の下流側部分に設けられており、この排気開閉弁６３が閉じ側に制御されることで前記圧力が高く維持される。
【００８６】
なお、車両には、エンジンの各部を制御可能なＥＣＵ（不図示）が設けられており、このＥＣＵによって、吸気ポート開閉弁１８、排気ポート開閉弁６１、排気開閉弁６３、ＥＧＲバルブ９２、スロットルバルブ４３等が制御される。
【００８７】
（１－５）作用等
以上のように、本実施形態では、各ロータ収容室２のサイド排気ポート１３とタービン７２の各吸入通路８１とが個別にサイド側独立通路部５１によって接続されていることで、排気干渉によるエネルギーロスを回避して各ロータ収容室２から高いエネルギーを有する排気をタービン本体７４に導入することができる。特に、本実施形態では、各吸入通路８１が吸入部７６とスクロール部７７のほぼ全体にわたって独立しているため、排気干渉を確実に回避することができる。また、ペリ排気ポート１４に接続されるペリ側排気通路部５３がタービン７２を迂回していることで、サイド側独立通路部５１内の排気がペリ側排気通路部５３側に膨張するのを回避することができ、サイド側独立通路部５１から吸入通路８１へより確実に高い圧力の排気を導入することができる。さらに、サイド排気ポート１３の開口時期がペリ排気ポート１４よりも早い時期に設定されていることで、より高圧のブローダウンガスをタービン本体４１に導入することができる。従って、タービン７２の駆動力を高くすることができる。
【００８８】
そして、排気行程が互いに重なる２つのロータ収容室２のペリ排気ポート１４に共通して接続されるペリ側排気通路部５３にＥＧＲ通路９１が接続されていることで、前記のように、ＥＧＲ通路９１内での圧力脈動を小さく抑えて各ロータ収容室２により均一にＥＧＲガスを導入することができる。
【００８９】
特に、本実施形態では、ＥＧＲ通路９１が吸気通路３０のうち吸気の吹き返しの少ないプライマリ吸気通路部３２に接続されていることによっても、各ロータ収容室２に適切な量のＥＧＲガスを導入できる。
【００９０】
また、本実施形態では、ペリ側排気通路部５３のうちＥＧＲ通路９１が接続される部分よりも下流側に排気開閉弁６３が設けられている。そのため、この排気開閉弁６３を閉じ側にすることで、ＥＧＲ通路９１に導入される排気の量を多くすることができ、各ロータ収容室２内のＥＧＲガス量をより確実に確保することができる。
【００９１】
また、本実施形態では、前記のように、タービン７２が設けられたサイド側排気通路５４と連通するサイド排気ポート１３はサイドハウジング６に設けられており、これによってその開口面積が大きく確保されている。そのため、サイド側排気通路５４を流通する排気の量を多くして、タービン７２の駆動力をより確実に高めることができる。
【００９２】
（２）第２実施形態

第１実施形態では、各ロータハウジング５にペリ排気ポート５２を設け、これらペリ排気ポート１４に接続されるペリ側排気通路部５１にＥＧＲ通路９１を接続させた場合について説明したが、これに代えて、図１８に示すように構成してもよい。図１８では、第１実施形態と同じ構成要素には、第１実施形態と同じ符号を付している。

【００９３】

図１８に示した本発明の第２実施形態に係るエンジンでは、各サイド側独立通路部５５に連通するサイド排気ポート１３がそれぞれ第１サイドハウジング６ａと第２サイドハウジング６ｂに設けられている。また、各ロータハウジング５に排気ポートは設けられておらず、インターミディエイトハウジング６ｃに第１ロータ収容室２ａと連通する排気ポート１１４と第２ロータ収容室２ｂと連通する第２排気ポート１１４が設けられている。そして、これら２つの第２排気ポート１１４、１１４が第２排気通路部２５１に接続されている。また、第２排気通路部２５１が、２つの第２排気ポート１１４にそれぞれ接続された第２独立通路部２５２、２５２と、２つの第２独立通路部２５２、２５２が集合した１本の集合通路部２５３とを有し、この集合通路部２５３にＥＧＲ通路９１が接続されている。また、インターミディエイトハウジング６ｃに設けられた２つの排気ポート１１４、１１４の開口開始時期が、第１サイドハウジング６ａおよび第２サイドハウジング６ｂに設けられたサイド排気ポート１３、１３の開口開始時期よりも遅くされている。

【００９４】

この第２実施形態に係るエンジンにおいても、第１実施形態と同様に、開口開始時期が遅い２つの排気ポート１１４、１１４に共通して接続され且つタービン７２を迂回する第２排気通路部２５１の集合通路部２５３にＥＧＲ通路９１が接続されるとともに、開口開始時期が早い２つのロータ収容室２のサイド排気ポート１３とタービン７２の２つの吸入通路８１とがそれぞれ独立してサイド側独立通路部５５により接続されていることで、タービン７２の駆動力を高めつつ各ロータ収容室２により均一にＥＧＲガスを導入することができる。

【００９５】

（３）第３実施形態

第１実施形態および第２実施形態では、エンジン本体がロータリエンジンである場合について説明したが、本発明に係るエンジン本体は複数の気筒を有するレシプロエンジンであってもよい。図１９は、エンジン本体が多気筒のレシプロエンジンの場合の本発明の第３実施形態に係るエンジンの概略構成図である。図１９では、第１実施形態と同じ構成要素には、第１実施形態と同じ符号を付している。

【００９６】

図１９に示した例では、エンジン本体は直列４気筒の４サイクルエンジンであり、所定の方向に並ぶ４つの気筒を有している。具体的には、エンジン本体には、図１９の左から順に第１気筒３０２ａ、第２気筒３０２ｂ、第３気筒３０３ｃ、第４気筒３０３ｄが形成されている。このエンジンでは、各行程が第１気筒３０２ａ→第３気筒３０３ｃ→第４気筒３０３ｄ→第２気筒３０３ｂの順で行われる。

【００９７】

エンジン本体には、各気筒３０２ａ～ｄに、それぞれ２つの吸気ポート３１１、３１１と、２つの排気ポート３１３、３１４（第１排気ポート３１３、第２排気ポート３１４）とが設けられている。また、エンジン本体には、各吸気ポート３１１をそれぞれ開閉する吸気バルブ３２１と、各排気ポート３１３、３１４をそれぞれ開閉する排気バルブ３２３、３２４とが設けられている。

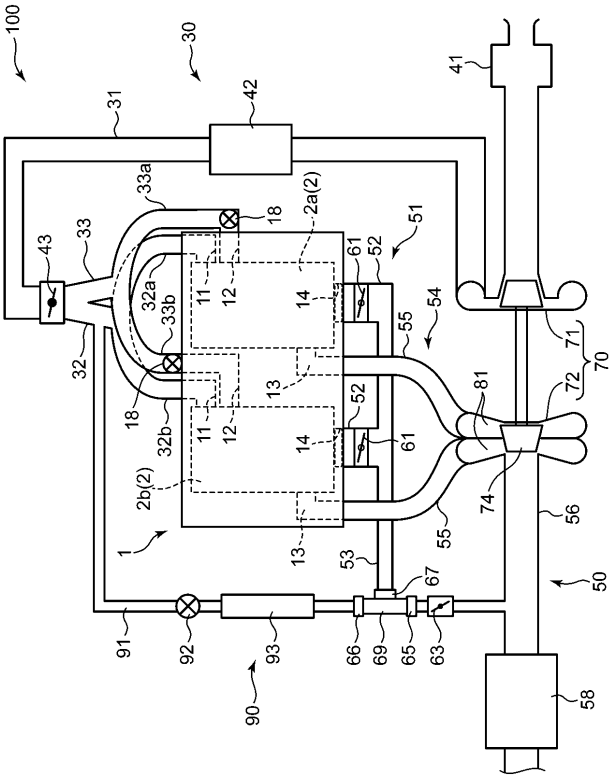
【００９８】

各気筒３０２ａ～ｄにおいて、一方の排気バルブ３２３（以下、第１排気バルブ３２３という）の開弁開始時期は、他方の排気バルブ３２４（以下、第２排気バルブ３２４という）の開弁開始時期よりも早い時期に設定されており、第１排気バルブ３２３によって開閉される第１排気ポート３１３は、第２排気バルブ３２４によって開閉される第２排気ポート３１４よりも早い時期に開口を開始する。

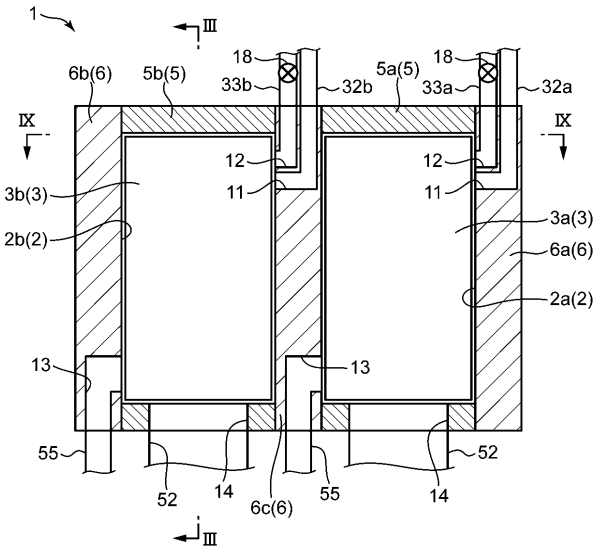
【００９９】
各吸気ポート３１１は全て共通の吸気通路３０に接続されている。
【０１００】
各気筒３０２ａ～ｄの第１排気ポート３１３は、第１排気通路部３５４に接続されている。第１排気通路部３５４には、前記第１実施形態と同様の構造を有するタービン７２が設けられている。第１排気通路部３５４は、タービン７２の各吸入通路８１と個別に接続される２本の第１独立通路部３５５、３５５と、タービン７２の導出部７８に接続される下流側通路部３５６とを有する。そして、一方の第１独立通路部３５５が、排気行程が互いに連続しない第１気筒３０２ａと第４気筒３０２ｄの各第１排気ポート３１３、３１３と連通し、他方の第１独立通路部３５５が、排気行程が互いに連続しない第２気筒３０２ｂと第３気筒３０２ｃの各第１排気ポート３１３、３１３と連通している。詳細には、各第１独立通路部３５５はその上流側部分において２つに分岐しており、この分岐通路と各第１排気ポート３１３とが接続されている。
【０１０１】
第２排気ポート３１４は、全て共通の第２排気通路部３５１に接続されている。詳細には、各排気ポート３１４からそれぞれ第２独立通路部３５２が延びており、これら第２独立通路部３５２が１本の集合通路部３５３に集合している。第２排気通路部３５１は、タービン７２を迂回して下流側通路部３５６に接続されている。そして、集合通路部３５３の途中部と吸気通路３０の途中部（スロットルバルブ４３よりも下流側の部分）とがＥＧＲ通路９１によって接続されている。また、第２排気通路部３５１のうちＥＧＲ通路９１との接続部分よりも下流側の部分に、この部分を開閉する排気開閉弁６３が設けられている。
【０１０２】
このように構成された第３実施形態に係るレシプロエンジンにおいても、第１、第２実施形態と同様に、開口開始時期が遅い第２排気ポート３２４の全てに共通して接続され且つタービン７２を迂回する第２排気通路部３５１の集合通路部３５３にＥＧＲ通路９１が接続されるとともに、排気順序が連続しない気筒の第１排気ポート３２３であって開口開始時期が早い第１排気ポート３２３にそれぞれ独立して第２独立通路部３５５が接続されていることで、タービン７２の駆動力を高めつつ各ロータ収容室２により均一にＥＧＲガスを導入することができる。
【０１０３】
（４）その他の変形例
前記のように、タービン７０として、タービンハウジング７５の内側空間のうちその上流端からのど部８０までの空間、あるいは、のど部８０を超えてタービンスクロール部７７の下流端よりも上流側の部分までの空間のみが、２つに区画されたものを用いてもよい。
【０１０４】
また、前記第１実施形態および第２実施形態では、各ロータ収容室２について吸気ポートが２つ設けられた場合について説明したが、これを一つとしてもよい。例えば、セカンダリ吸気ポート１２を省略してもよい。また、前記ボルテックスチューブ６９や排気開閉弁６３は省略可能である。また、エンジン本体１は、車両の駆動源として用いられる場合に限らず、例えば、車両の駆動源としてモータを備えたハイブリッド車両に設けられてこのモータに電力を供給するための電力源として利用されてもよい。
【符号の説明】
【０１０５】
１３　サイド排気ポート（第１排気ポート）
１４　ペリ排気ポート（第２排気ポート）
５１　ペリ側排気通路（第２排気通路部）
５２　ペリ側独立通路部（第２独立通路部）
５３　ペリ側集合通路部（集合通路部）

５４　サイド側排気通路（第１排気通路部）
５５　サイド側独立通路部（第１独立通路部）
５６　下流側通路部
７２　タービン
８１　吸入通路
９１　ＥＧＲ通路

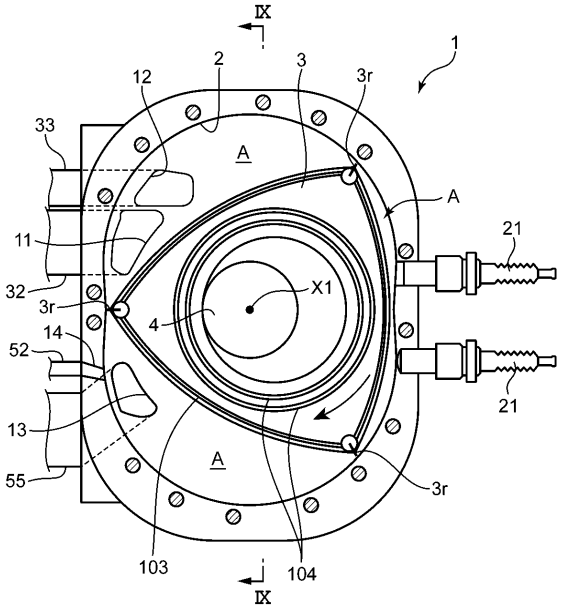
【図１】



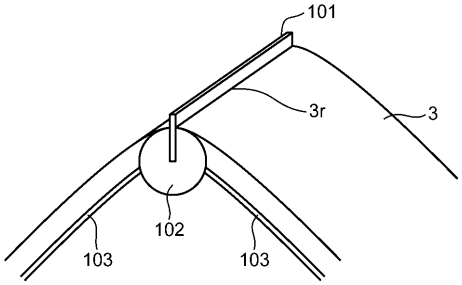
【図２】



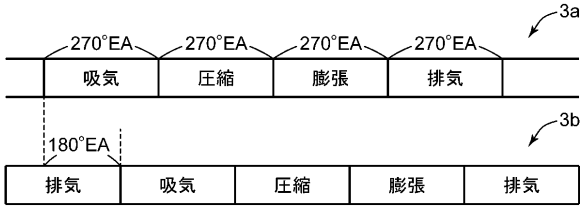
【図３】


Ⅸ
1
12
2
3
3r
33
A
A
11
21
32
3r
X1
4
14
52
13
55
21
3r
103
104
Ⅸ

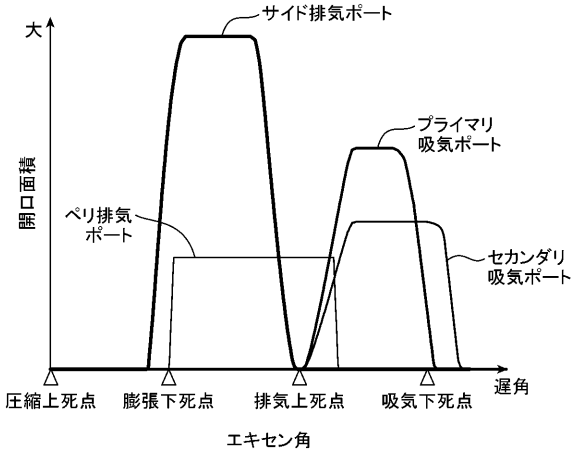
【図４】


101
3r
3
102
103
103

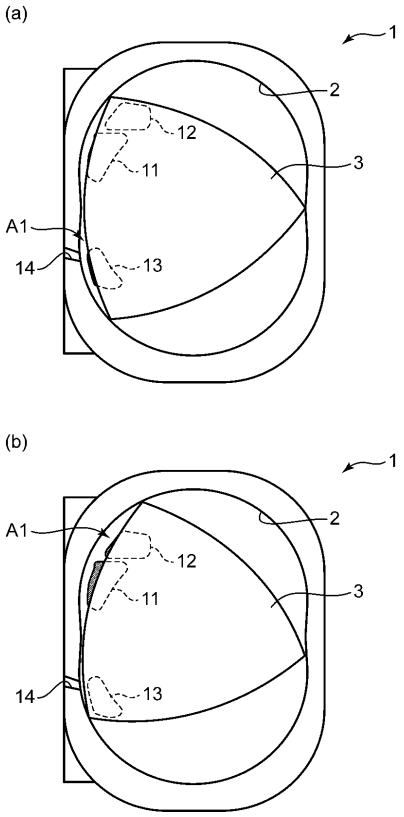
【図５】


3a
270°EA
270°EA
270°EA
270°EA
吸気
圧縮
膨張
排気
3b
180°EA
排気
吸気
圧縮
膨張
排気

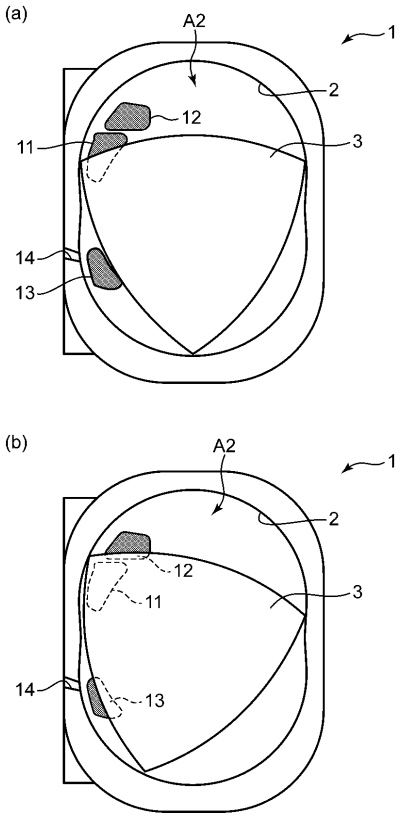
【図６】


サイド排気ポート
大
開口面積
プライマリ
吸気ポート
ペリ排気
ポート
セカンダリ
吸気ポート
遅角
圧縮上死点
膨張下死点
排気上死点
吸気下死点
エキセン角

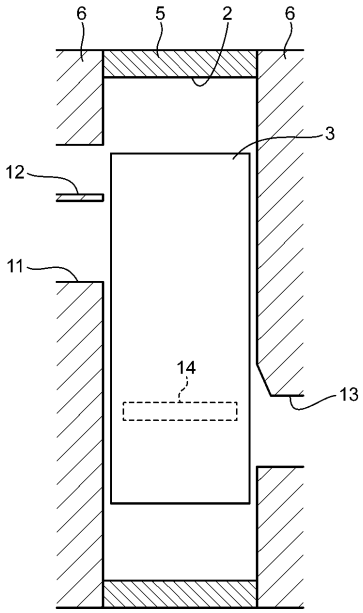
【図７】


(a)
1
2
12
11
3
A1
14
13
(b)
1
A1
2
12
11
3
14
13

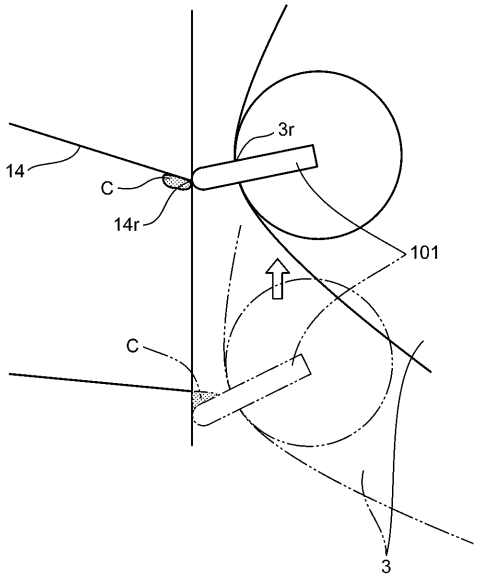
【図８】



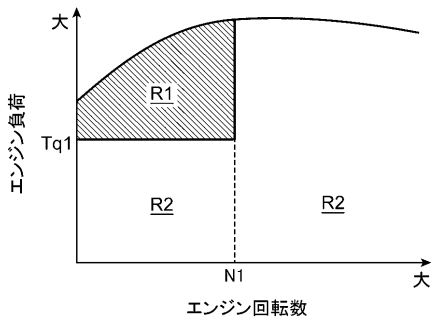
【図９】



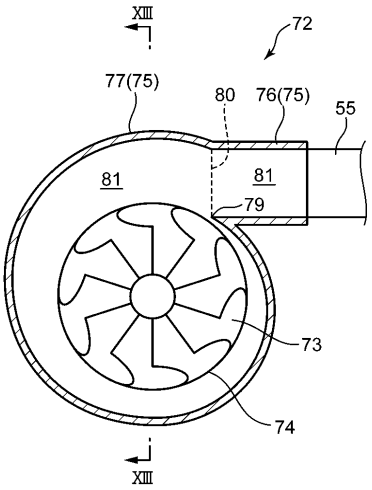
【図１０】



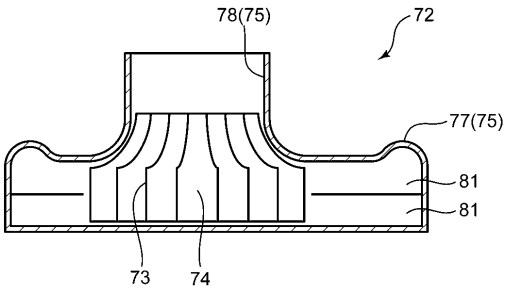
【図１１】



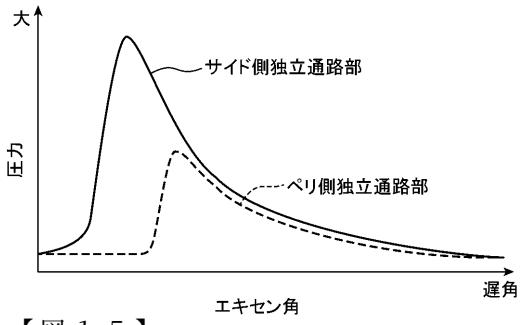
【図１２】



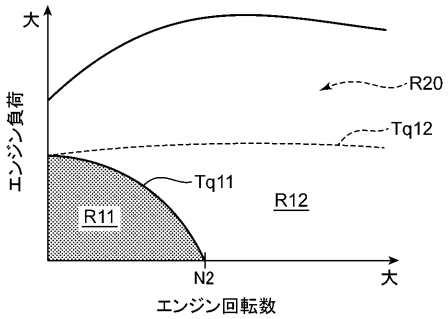
【図１３】



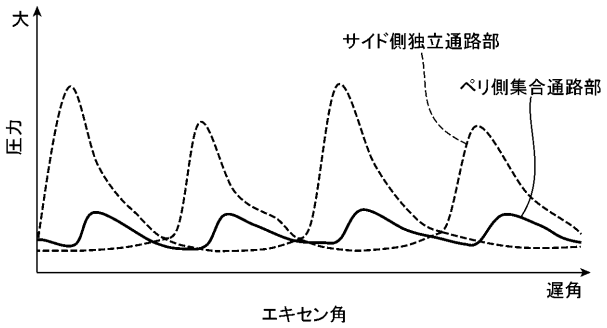
【図１４】



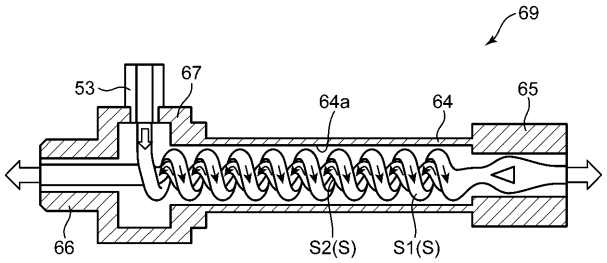
【図１５】



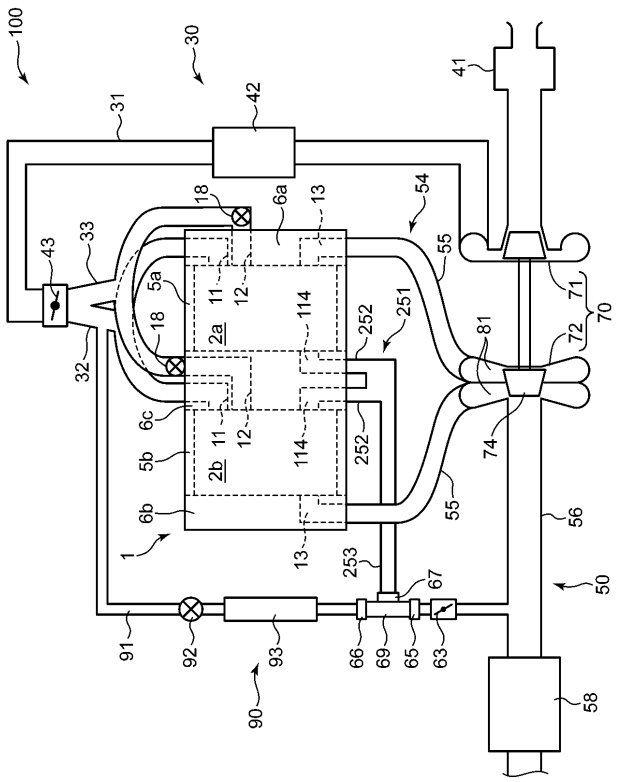
【図１６】



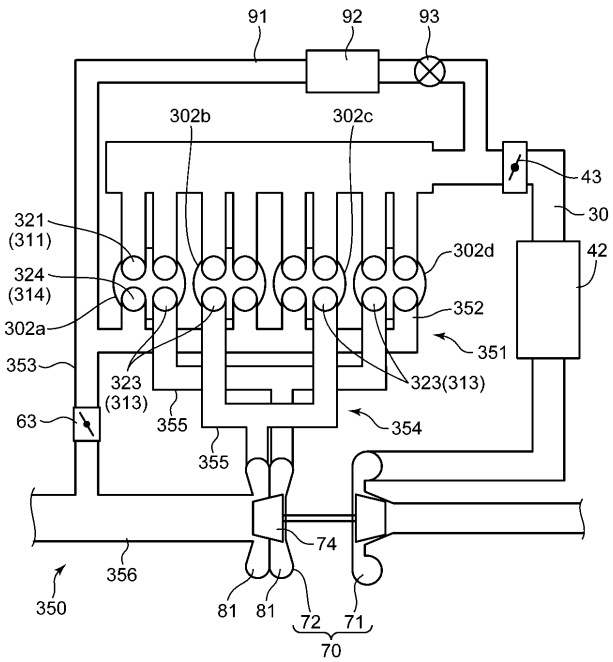
【図１７】



【図１８】



【図１９】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		ＦＩ			テーマコード（参考）
Ｆ０２Ｂ　53/08	***(2006.01)***	Ｆ０２Ｂ	53/04	Ｗ	
Ｆ０２Ｂ　37/00	***(2006.01)***	Ｆ０２Ｂ	53/04	Ｖ	
		Ｆ０２Ｂ	53/08	Ｂ	
		Ｆ０２Ｂ	37/00	３０２Ｆ	

Ｆターム(参考) 3G005 DA03 EA04 EA16 FA05 GB24 HA12
3G062 AA03 ED02 ED10