

(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2005-54778

(P2005-54778A)

(43) 公開日 平成17年3月3日(2005.3.3)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F02M 25/07

F I

F O 2 M 25/07 5 8 0 A  
 F O 2 M 25/07 5 2 0 D  
 F O 2 M 25/07 5 3 0 C  
 F O 2 M 25/07 5 4 0 E  
 F O 2 M 25/07 5 5 0 Q

テーマコード (参考)

3 G 0 6 2

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L 公開請求 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2004-215804 (P2004-215804)

(22) 出願日

平成16年7月23日 (2004.7.23)

(71) 出願人 304029066

石田 明男

神奈川県横浜市金沢区釜利谷西5-18-11

(72) 発明者 石田 明男

横浜市金沢区釜利谷西5丁目18番11号

Fターム(参考) 3G062 AA01 AA05 CA08 DA01 EA00  
 EA12 ED01 ED08 ED11 ED12  
 FA11 FA24 GA00 GA14 GA23

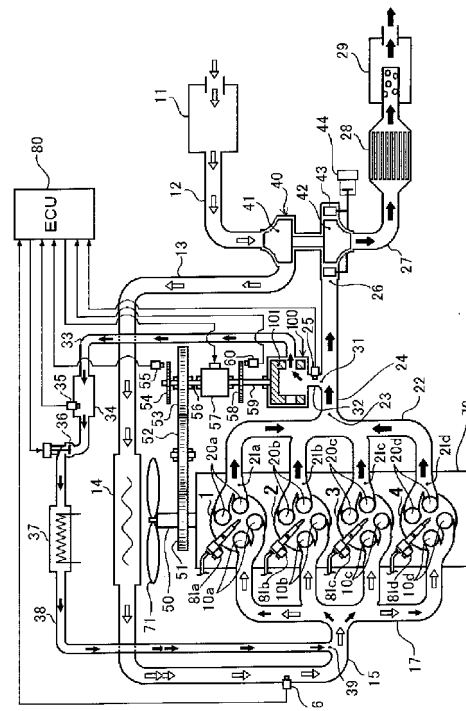
(54) 【発明の名称】 多気筒過給エンジンのEGR装置

(57) 【要約】

【課題】 排気脈動圧力のピーク圧力が伝播するタイミングでロータリー式EGR弁を開弁させ、給気ブースト圧力が排気ガス圧力より高圧となる運転状態において、EGR率の増大による多気筒過給エンジンのNOxの低減を図る

【解決手段】 多気筒エンジン70の排気マニホールド集合部23と過給機の排出ガス入口26の間の排気管24にEGRガス32通路のEGRガス入口31を設け、EGRガス通路32にはロータリー式EGR弁100を配設し、クランク軸51で回転駆動されるロータリー式EGR弁100は回転位相可変装置57により異なるエンジン運転条件での排気脈動圧力のピーク圧力が伝播するタイミングで開弁させようように制御し、過給エンジンの広範囲な運転領域でのEGR率の増大を図ること。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

多気筒エンジンの排気マニホールド集合部と過給機の排出ガス入口の間の排気管にEGRガス通路のEGRガス取入口を設け、上記排気管または上記EGRガス通路にロータリー式EGR弁を配設し、上記多気筒エンジンの排気行程で生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が上記ロータリー式EGR弁に伝播するタイミングで上記ロータリー式EGR弁を開弁させて排気ガスの一部を吸気管に還流させることを特徴とする多気筒過給エンジンのEGR装置

## 【請求項2】

上記ロータリー式EGR弁は、円筒ケースと上記円筒ケースの内部に回転可能に嵌合した円筒弁から構成され、上記円筒弁は上記多気筒エンジンのクランク軸により回転駆動され、上記円筒ケースの円筒面には円筒ケース第1ポートが配設され、上記円筒弁の円筒面には上記円筒弁の回転周方向に回転中心空間部に貫通した複数の円筒弁ポートが配設され、上記円筒ケースには上記円筒弁の何れの回転角度位置においても上記円筒弁の回転中心空間部と常に連通させるようにした円筒ケース第2ポートが配設され、上記円筒ケースに上記円筒弁を組み込んだ状態では上記円筒弁の回転により上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁ポートが順次、係合して上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁ポートが連通するように配設しており、上記円筒弁の回転により上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁の上記回転中心空間部が連通する毎に上記ロータリー式EGR弁が開弁し、上記ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが上記円筒ケース第1ポートから流入する場合は上記円筒ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが上記円筒ケース第2ポートから流入する場合は上記円筒ケース第1ポートから流出するようした円筒弁型ロータリー式EGR弁であることを特徴とする請求項1記載の多気筒過給エンジンのEGR装置。

## 【請求項3】

上記ロータリー式EGR弁は、円板ケースと上記円板ケースの内部に回転可能に嵌合した円板弁から構成され、上記円板弁は上記多気筒エンジンのクランク軸により回転駆動され、上記円板ケースの一方の円端面に円板ケース第1ポートを配設すると共に対面する上記円板弁との機密性を有した構成とし、上記円板ケースの他方の円端面は円板ケース第2ポートを配設すると共に対面する上記円板弁との間に円板ケース室を設け、上記円板ケース第2ポートと上記円板ケース室は常に連通した構造とし、上記円板弁の円板面には回転周方向に複数の円板弁ポートが配設され、上記円板ケースに上記円板弁を組み込んだ状態では上記円板弁の回転により上記円板ケース第1ポートと係合して上記円板弁ポートと上記円板ケース第1ポートが連通するように配設しており、上記円板弁の回転により上記円板弁ポートと上記円板ケース第1ポートが順次、連通してロータリー式EGR弁が開弁し、上記ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが上記円板ケース第1ポートから流入する場合は上記円板ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが上記円板ケース第2ポートから流入する場合は上記円板ケース第1ポートから流出するようした円板弁型ロータリー式EGR弁であることを特徴とする請求項1記載の多気筒過給エンジンのEGR装置。

## 【請求項4】

上記クランク軸から上記円筒弁又は上記円板弁に回転駆動が伝達される回転駆動力の伝達回路の途中に回転位相が変更できる回転位相可変装置を配設し、上記多気筒エンジンの排気行程で生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が上記ロータリー式EGR弁に伝播するタイミングでロータリー式EGR弁を開弁するように、エンジンの運転条件に対応して上記回転位相可変装置によりエンジン回転の位相と上記ロータリー式EGR弁の回転の位相を変更して上記ロータリー式EGR弁の開弁時期を進角又は遅角させることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンのEGR装置。

## 【請求項5】

上記排気管から上記吸気管に還流するEGRガスの流れ回路の途中において、上記ロータ

リー式 EGR 弁の EGR ガス流れの下流に EGR ガス蓄圧器を配設し、上記 EGR ガス蓄圧器の下流に EGR 量調節弁を設け、エンジンの運転条件に対応して上記 EGR 量調節弁の開口面積を制御することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンの EGR 装置。

【請求項 6】

上記ロータリー式 EGR 弁をバイパスして EGR ガスを流すためのバイパス通路とバイパス通路の途中にバイパス遮断弁を配設し、特定のエンジン運転条件において上記バイパス遮断弁を開弁させ、EGR ガスがロータリー式 EGR 弁をバイパスして流せるようにしたこと特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンの EGR 装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は過給機を備えた多気筒エンジンの排気ガス再循環装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジン等の内燃機関から排出される排気ガス中には人体に有害な NOx が含有されている。エンジンから排出される NOx を減少させる手段の一つとして、従来から排気ガスの一部を排気通路の途中から取り出して再びエンジンの吸気管に戻して吸入空気混合させる排気ガス再循環 (Exhaust Gas Re-circulation) (以下 EGR という) が採用されている。この排気通路の途中から分流して取り出した排気ガスである EGR ガスを吸入空気に混合してエンジンに吸気として吸入させることにより、燃焼室内の混合気の不活性ガス (N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O 等) の割合が増加し、燃焼温度が下がることにより NOx の発生を抑えることができる。この EGR を円滑に行わせるためには排気通路の圧力が吸気管の圧力より高圧であることが必要となる。無過給エンジンではこの条件は満たされるため、エンジンの全運転領域での EGR が可能である。

20

しかし、ターボ過給エンジンの高負荷の運転条件においては排気タービン入口の排気通路から分流した排気ガスは EGR 管を経由して給気ブローア下流のブースト圧力の高いエンジン入口の吸気管に還流される状態となる。このような排気ガス圧力よりも給気ブースト圧力が高くなる特定のエンジンの運転条件では、排気ガスが吸気に還流できず、EGR が不可となる状態となる場合がある。このような排気ガスの平均圧力よりも給気ブースト平均圧力が高くなる特定のエンジンの運転条件においてもエンジン運転時の排気脈動の高圧の排気脈動圧力は給気ブースト圧力よりも高い現象があり、この高圧の排気脈動圧力を利用して EGR を可能とすることが行われている。かかる技術に関連する資料としては特許文献 1、特許文献 2 および特許文献 3 が公知である。

30

【0003】

特許文献 1 および特許文献 2 記載の技術は、EGR ガス通路と吸気管の連結部にリードバルブを設け、このリードバルブがエンジンの排気行程により生じる高圧の排気脈動圧力がブースト圧力よりも高い状態の時にリードバルブが排気脈動の高圧ピークの圧力によって開放されることにより排気ガスが吸気に還流され、EGR が行われるようにしたものである。これにより排気ガス通路の排気ガス平均圧力よりも吸気管の給気ブースト平均圧力が高くなる特定のエンジンの運転条件においても EGR が可能となるようにしたことである。

40

【0004】

特許文献 3 に記載の技術は、ターボ過給機を備えた多気筒エンジンの各気筒の排気ポートに接続する排気マニホールドの分岐管部のそれぞれにロータリー弁を設け、このロータリー弁は排気脈動が生じるタイミングで周期的に開弁して給気ブースト圧力よりも高い排気脈動圧力の排気ガスを EGR ガス通路に導き、排気ガスが吸気に還流されるようにしたものである。このロータリー弁は、クランクシャフトからの回転駆動により常時回転し、排気脈動の高圧ピークと同期して開弁する構造となっている。これにより排気ガスの平均圧力よりも給気ブースト平均圧力が高くなる特定のエンジンの運転条件においても EGR が

50

可能となるようにしたことである。

【特許文献1】実開平6-40343

【特許文献2】特開平9-137754

【特許文献3】特開平8-338322

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1および上記特許文献2のものにあっては、EGRガス通路と吸気管の連結部に設けたリードバルブはエンジンの排気行程により生じる排気脈動圧力の高いピーク圧力によりリードバルブのバネ力とブースト圧力に抗して押し上げられて開弁され、排気脈動圧力が低圧の波形になった時にリードバルブのバネ力とブースト圧力により閉弁される構造である。このように排気脈動圧力の高いピーク圧力のエネルギーの一部はリードバルブのバネ力に抗してリードバルブを押し上げて開弁するため消費されるため、EGRガスの還流は残りの排気脈動圧力の圧力エネルギーにより行われることになる。このようにEGR弁にリードバルブを用いた場合にはEGRガス流れの圧力損失が大きくなるため、大量の排気ガスを還流し、EGR率の増大による大幅なNOxの低減を得ることができないことが問題となっている。

10

【0006】

また、リードバルブが排気脈動に追従して開閉させ、且つリードバルブの耐久性を向上させるためにはリードバルブ本体の剛性を増大し、バネ力を増大する必要があり、その場合には更にEGRガス流れの圧力損失が大きくなるため、EGR率が低下することになり、EGR装置としての十分な機能が果たせなる不具合が生じる。

20

また、排気ガスの還流を制御するリードバルブはEGRガス通路と吸気管の連結部に配置されているため、排気脈動がEGRガス通路を圧力伝播する間に減衰し、排気脈動圧力の高いピーク圧力のエネルギーが低下することもEGR率の低下を引き起こす不具合がある。

【0007】

上記特許文献3のものにあっては、多気筒エンジンの各気筒の排気ポートに接続する排気マニホールドの分岐管部のそれぞれに排気ガスの還流を制御するロータリー式EGR弁を設けたものである。各気筒の排気脈動圧力の高いピーク圧力により排気ガスを吸気に還流させるために気筒毎にロータリー式EGR弁を配設し、所定のタイミングで開閉する構造である。このように記特許文献3では気筒毎にロータリー式EGR弁を配設しているため、気筒数と同数のロータリーEGR弁が必要となるため、エンジンのコスト増加となり、実用上、問題である。また、これら気筒毎に設けたロータリー式EGR弁は所定のタイミングで開閉させる必要があるため、エンジンの排気マニホールドの分岐管部に設けた各ロータリー式EGR弁を円滑に駆動させるためには構成部品には高い剛性と精度の部品で構成する必要があり、その構造が複雑なものとなる。そのため上記特許文献3のものにあっては極めてコストの高いものとなる問題がある。

30

【0008】

本発明は上記問題に鑑みて案出されたものであり、排気ガスの一部を吸気に還流させるEGRガス通路とロータリー式EGR弁を有し、複数の気筒から排出された排気ガスが排気マニホールド集合部で合流させて過給機に流入させるように構成された多気筒過給エンジンにおいて、排気マニホールド集合部と過給機の排出ガス入口の間にEGRガス通路のEGRガス取入口を設け、上記EGRガス取入口の近傍又は上記EGRガス通路の途中にロータリー式EGR弁を配設し、各気筒の排気脈動圧力の高いピーク圧力がこのロータリー式EGR弁に伝播するタイミングでロータリー式EGR弁を開弁し、排気ガスを吸気に還流させるようにすることにより、複数の気筒から伝播した排気脈動圧力の高いピーク圧力を一つのロータリー式EGR弁の作動によりコンパクトで効果的に排気ガスを吸気に還流させることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

50

## 【0009】

本発明は、上記目的を達成するために、次のような構成を採用することとした。すなわち、請求項1記載の発明に係る多気筒過給エンジンのEGR装置は、多気筒エンジンの排気マニホールド集合部と過給機の排出ガス入口の間の排気管にEGRガス通路のEGRガス取入口を設け、上記排気管または上記EGRガス通路にロータリー式EGR弁を配設し、上記多気筒エンジンの排気行程で生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が上記ロータリー式EGR弁に伝播するタイミングで上記ロータリー式EGR弁を開弁させて排気ガスの一部を吸気管に還流させることを特徴とする。

## 【0010】

この請求項1記載の発明では多気筒過給エンジンの複数の気筒から排出された排気ガスは各気筒の排気ポートと接続された排気マニホールド分岐管部を経て排気マニホールド集合部で合流させた後、過給機に流入される。排気マニホールド集合部と過給機の排出ガス入口の間にEGRガス通路のEGRガス取入口を設け、このEGRガス通路にロータリー式EGR弁を配設する。または排気マニホールド集合部と過給機の排出ガス入口の間の排気管に直接、ロータリー式EGR弁を配設する。排気マニホールド集合部に合流される排気ガスの流れには排気ガスを合流せる各気筒の排気行程で生じた排気脈動が伝播し、排気マニホールド集合部からEGRガス通路のEGRガス取入口からEGRガス通路にも排気脈動が伝播し、ロータリー式EGR弁の入口に伝播する。ロータリー式EGR弁の入口に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミングに同期してロータリー式EGR弁を開弁させることにより、排気ガスの一部が吸気に還流させるようにしたものである。このときロータリー式EGR弁の入口の排気圧力が給気ブースト圧力よりも高い期間、ロータリー式EGR弁を開弁させるようにして、エンジン燃焼のNOx制御に必要な排気ガスを吸気管の還流させるEGRガスのガス量を確保できるようにする。なお、ロータリー式EGR弁はEGRガス取入口の近傍に配設することが最も望ましいが、EGRガス通路の途中であっても良い。

## 【0011】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の多気筒過給エンジンのEGR装置に係り、上記ロータリー式EGR弁は、円筒ケースと上記円筒ケースの内部に回転可能に嵌合した円筒弁から構成され、上記円筒弁は上記多気筒エンジンのクランク軸により回転駆動され、上記円筒ケースの円筒面には円筒ケース第1ポートが配設され、上記円筒弁の円筒面には上記円筒弁の回転周方向に回転中心空間部に貫通した複数の円筒弁ポートが配設され、上記円筒ケースには上記円筒弁の何れの回転角度位置においても上記円筒弁の回転中心空間部と常に連通させるようにした円筒ケース第2ポートが配設され、上記円筒ケースに上記円筒弁を組み込んだ状態では上記円筒弁の回転により上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁ポートが順次、係合して上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁ポートが連通するように配設しており、上記円筒弁の回転により上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁の上記回転中心空間部が連通する毎に上記ロータリー式EGR弁が開弁し、上記ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが上記円筒ケース第1ポートから流入する場合は上記円筒ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが上記円筒ケース第2ポートから流入する場合は上記円筒ケース第1ポートから流出するようした円筒弁型ロータリー式EGR弁であることを特徴とする特徴とする。

## 【0012】

この請求項2記載の発明では、ロータリー式EGR弁は円筒ケースと上記円筒ケース内で回転可能に機密性を有して嵌合した円筒弁から構成され、円筒弁は上記多気筒エンジンにより回転駆動される。円筒ケースの円筒面にはEGRガスが流入または流出する円筒ケース第1ポートが配設され、円筒ケースの円筒面と直交する円筒端面の何れか一方の端面にはEGRガスが流入または流出する円筒ケース第2ポートが配設されている。そのためロータリー式EGR弁のEGRガス取入口が円筒ケース第1ポートと連通する場合にはロータリー式EGR弁のEGRガス出口と円筒ケース第2ポートは連通しており、ロータリー式EGR弁のEGRガス取入口が円筒ケース第2ポートと連通する場合にはロータリー式

EGR弁のEGRガス出口と円筒ケース第1ポートは連通する構造である。

【0013】

また、円筒弁の円筒面には回転周方向に円筒弁の回転中心空間部に貫通した複数の円筒弁ポートが配設されている。また、上記円筒ケースに上記円筒弁を組み込んだ状態では、円筒ケース第2ポートは円筒弁の何れの回転角度位置においても上記円筒弁の回転中心空間部と常に連通する構造とし、上記円筒弁の回転により上記円筒ケース第1ポートと上記円筒弁ポートが順次、係合して円筒ケース第1ポートと円筒弁ポートが連通するように配設されている。そして円筒ケース内で円筒弁が回転し、円筒ケース第1ポートと円筒弁ポートが係合して円筒ケース第1ポートと円筒弁の中心部空間とが連通した時に円筒ケース第1ポートと円筒ケース第2ポートが連通した状態となり、ロータリー式EGR弁は開弁した状態となる。円筒ケース内で円筒弁が回転し、円筒ケース第1ポートと円筒弁ポートの係合が逸れた状態ではロータリー式EGR弁は閉弁した状態となる。円筒弁の回転により円筒ケース第1ポートと円筒弁の回転中心空間部が連通する毎に上記ロータリー式EGR弁が開弁する。ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが上記円筒ケース第1ポートから流入する場合は上記円筒ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが上記円筒ケース第2ポートから流入する場合は上記円筒ケース第1ポートから流出する構造となっている。また円筒弁型ロータリー式EGR弁の円筒弁に配設する円筒弁ポートの数はエンジンの気筒数や機関サイクルの仕様、クランク軸の回転速度に対する円筒弁の回転速度の比率等により異なる。

10

【0014】

例えば1台の過給機を備えた4サイクル4気筒エンジンの場合、ロータリー式EGR弁が1個の円筒ケース第1ポートを持ち、クランクシャフトの2分の1の回転数で回転駆動される時には、エンジンの1サイクル運転中に排気行程が4回となるため、4回の排気脈動圧力の高いピーク圧力が生じるため、1サイクルで1回転する円筒弁には円筒面に4個の円筒弁ポートが配設する。また、例えば、2台の過給機を備えた4サイクル6気筒エンジンで2つの気筒群に分け、2つの気筒群では等間隔着火とし、2つの気筒群には気筒群毎に独立し1個の円筒弁型ロータリー式EGR弁を配設し、各円筒弁型ロータリー式EGR弁には1個の円筒ケース第1ポートとクランクシャフトの2分の1の回転数で回転駆動される円筒弁を備え、2つの気筒群毎に独立した吸気、排気およびEGRガスの流れ回路とした場合には、エンジンの1サイクル運転中の各気筒群の排気行程が3回となるため、3回の排気脈動圧力の高いピーク圧力が生じるため、エンジンの1サイクルで1回転する円筒弁には円筒面に3個の円筒弁ポートを配設する。

20

30

【0015】

請求項3記載の発明は、請求項1記載の多気筒過給エンジンのロータリー式EGR弁装置に係り、上記ロータリー式EGR弁は、円板ケースと上記円板ケースの内部に回転可能に嵌合した円板弁から構成され、上記円板弁は上記多気筒エンジンのクランク軸により回転駆動され、上記円板ケースの一方の円端面に円板ケース第1ポートを配設すると共に対向する上記円板弁との機密性を有した構成とし、上記円板ケースの他方の円端面は円板ケース第2ポートを配設すると共に対向する上記円板弁との間に円板ケース室を設け、上記円板ケース第2ポートと上記円板ケース室は常に連通した構造とし、上記円板弁の円板面には回転周方向に複数の円板弁ポートが配設され、上記円板ケースに上記円板弁を組み込んだ状態では上記円板弁の回転により上記円板ケース第1ポートと係合して上記円板弁ポートと上記円板ケース第1ポートが連通するように配設しており、上記円板弁の回転により上記円板弁ポートと上記円板ケース第1ポートが順次、連通してロータリー式EGR弁が開弁し、上記ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが上記円板ケース第1ポートから流入する場合は上記円板ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが上記円板ケース第2ポートから流入する場合は上記円板ケース第1ポートから流出するようした円板弁型ロータリー式EGR弁であることを特徴とする特徴とする。

40

【0016】

この請求項3記載の発明では、ロータリー式EGR弁は円板ケースと上記円板ケース内で

50

回転可能に嵌合した円板弁から構成され、円板弁は上記多気筒エンジンにより回転駆動される。円板ケースの一方の円端面には円板ケース第1ポートを配設すると共に円板ケース第1ポートを配設した円板ケースの円端面と対向する円板弁との間は機密性を有した構成としている。また円板ケースの他方の円端面には円板ケース第2ポートを配設し、円板ケース第2ポートを配設した円板ケースの円端面と円板弁との間に円板ケース室が設けられ、円板ケース第2ポートと上記円板ケース室は常に連通した構造となっている。また、円板弁の回転円周の同一半径方向には複数の円板弁ポートが設けられており、円板弁が円板ケース内で回転するとき、円板弁ポートは円板ケースの円板ケース第1ポートに係合できる位置に配設されている。円板ケースに円板弁を組み込んだ状態で円板弁を回転させることにより、円板弁は円板ケース第1ポートと係合して円板弁ポートと円板ケース第1ポートが連通し、板弁型ロータリー式EGR弁が開弁する構造となっている。そのため円板弁の回転により円板弁ポートと円板ケース第1ポートが順次、連通してロータリー式EGR弁が開弁する。ロータリー式EGR弁の開弁時にはEGRガスが円板ケース第1ポートから流入する場合は円板ケース第2ポートから流出し、逆にEGRガスが円板ケース第2ポートから流入する場合は円板ケース第1ポートから流出するようになる。

10

なお、円板ケース第2ポートは円板ケース室に常時、連通が可能な位置に配設すれば良い。また円板弁型ロータリー式EGR弁の円板弁に配設する円板弁ポートの数はエンジンの気筒数や機関サイクルの仕様、クランク軸の回転速度に対する円筒弁の回転速度の比率等により異なる。例えば1台の過給機を備えた4サイクル4気筒エンジンの場合、円板弁型ロータリー式EGR弁が1個の円板ケース第1ポートを持ち、クランクシャフトの2分の1の回転数で回転駆動される時には、エンジンの1サイクル運転中に排気行程が4回となるため、4回の排気脈動圧力の高いピーク圧力が生じるため、1サイクルで1回転する円板弁には円筒面に4個の円板弁ポートを配設する。

20

#### 【0017】

請求項4記載の発明は、請求項2又は請求項3のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンのロータリー式EGR弁装置に係り、上記クランク軸から上記円筒弁又は上記円板弁に回転駆動が伝達される回転駆動力の伝達回路の途中に回転位相が変更できる回転位相可変装置を配設し、上記多気筒エンジンの排気行程で生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が上記ロータリー式EGR弁に伝播するタイミングでロータリー式EGR弁を開弁するように、エンジンの運転条件に対応して上記回転位相可変装置によりエンジン回転の位相と上記ロータリー式EGR弁の回転の位相を変更して上記ロータリー式EGR弁の開弁時期を進角又は遅角させることを特徴とする。

30

#### 【0018】

この請求項4記載の発明では、各気筒の排気脈動圧力の高いピーク圧力が円筒弁型ロータリー式EGR弁又は円板弁型ロータリー式EGR弁に音速で伝播するタイミング(クランク角度)はエンジンの運転条件により変化するため、円筒弁又は円板弁から成るロータリー式EGR弁の排気脈動圧力の高いピーク圧力が到達したエンジンクランク角度のタイミングで円筒弁又は円板弁を開弁させるため、円筒弁又は円板弁から成るロータリー式EGR弁の開弁のタイミングはエンジンの運転状態に対応して変更する必要がある。

#### 【0019】

本発明では、円筒弁又は円板弁から成るロータリー式EGR弁とクランクシャフトの間の回転駆動力伝達回路の間に回転位相が変更できる回転位相可変装置を配設し、エンジン運転条件に対応して予め定められたクランク角度だけ回転位相可変装置の回転の位相を変更して、円筒弁又は円板弁から成るロータリー式EGR弁はEGRガス取入口に排気脈動圧力の高いピーク圧力が到達したエンジンクランク角度のタイミングで開弁させるようにしたことである。エンジン運転条件に対応して予め定められたクランク角度だけ回転位相可変装置の回転の位相を変更し、エンジンの全てのエンジン運転状態で円筒弁又は円板弁から成るロータリー式EGR弁のEGRガス取入口に排気脈動圧力の高いピーク圧力が到達するエンジンクランク角度のタイミングでロータリー式EGR弁が開弁するようにしたことにより、吸気のブースト圧力が高い場合においても大量の排気ガスを吸気に還流させる

40

50

ことを可能としたものである。

【0020】

請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンのEGR装置に係り、上記排気管から上記吸気管に還流するEGRガスの流れ回路の途中において、上記ロータリー式EGR弁のEGRガス流れの下流にEGRガス蓄圧器を配設し、上記EGRガス蓄圧器の下流にEGR量調節弁を設け、エンジンの運転条件に対応して上記EGR量調節弁の開口面積を制御することを特徴とする。

【0021】

この請求項5記載の発明では、ロータリー式EGR弁と吸気管の間に、新たにEGR量調節弁を設け、またロータリー式EGR弁とEGR量調節弁の間にEGRガス蓄圧室を設けたことである。そのためロータリー式EGR弁の入口に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミングに同期してロータリー式EGR弁を開弁させることにより、排気ガスの一部がEGRガス蓄圧室に流入し、EGRガス蓄圧室の圧力が上昇する。エンジンの運転条件に対応してEGR量調節弁の開口面積を制御することにより、そのエンジンの運転条件に適したEGRガス量を吸気に還流させるようにしたことである。

10

【0022】

請求項6記載の発明は、請求項1又は請求項4のいずれか一項に記載の多気筒過給エンジンのEGR装置に係り、上記ロータリー式EGR弁をバイパスしてEGRガスを流すためのバイパス通路とバイパス通路の途中にバイパス遮断弁を配設し、特定のエンジン運転条件において上記バイパス遮断弁を開弁させ、EGRガスがロータリー式EGR弁をバイパスして流せるようにしたこと特徴とする。

20

【0023】

この請求項6記載の発明では、ロータリー式EGR弁の上流のEGRガス通路から下流のEGRガス通路33に至るEGRガスのバイパス通路とこのバイパス通路の途中のバイパス遮断弁を配設する。バイパス遮断弁を開弁することにより、EGRガスはロータリー式EGR弁をバイパスして吸気に還流させることが可能となる。エンジンの部分負荷等の排気温度の低い運転条件では排気ガスの温度および圧力が低いために排気ガスは排気エネルギーが少なく、排気ターボ過給機による給気ブースト圧力が上昇しないため、給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも十分に低い状態である。そのためバイパス通路とバイパス遮断弁の開弁により、EGRガスを排気管から吸気管に流入させることができる。

30

【発明の効果】

【0024】

以上により、請求項1記載の発明によれば、複数の気筒の排気ポートに接続された排気マニホールドの排気マニホールド集合部の下流と過給機の排気ガス入口の上流の間の排気ガス通路から排気ガスの一部をEGRガスとして分流させるEGRガス通路のEGRガス取入口を配設し、このEGRガス取入口の近傍にロータリー式EGR弁を設けている。複数の気筒の排気行程により生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が一つのロータリー式EGR弁に伝播し、複数の気筒の排気脈動圧力の高いピーク圧力がこのロータリー式EGR弁に伝播する毎に高いピーク圧力の伝播するタイミングでロータリー式EGR弁を開弁するこのように多気筒エンジンの複数の気筒の排気行程により生じた複数の排気脈動圧力の高いピーク圧力が一つのロータリー式EGR弁に伝播させるようにし、複数の気筒の複数の排気脈動圧力の高いピーク圧力がロータリー式EGR弁に伝播する毎にロータリー式EGR弁を開弁させるようにしたものである。

40

【0025】

そのため本発明のロータリー式EGR弁は多気筒エンジンの1サイクル運転中にロータリー式EGR弁に伝播する排気脈動圧力の高いピーク圧力の伝播するタイミングで複数回数の開弁を行わせるようにしたものである。請求項1記載の発明では一つのロータリー式EGR弁を使用して複数の気筒の排気脈動圧力の高いピーク圧力利用によるEGRを行うことができるため、気筒毎の排気通路に気筒毎のロータリー式EGR弁を使用する場合に比

50

較してロータリー式 EGR 弁の個数が少なくなり、構造が簡単となり、コストの低減が可能となる効果がある。

【0026】

また、EGR ガスが吸気と混合させる EGR ガス通路と吸気管との接続位置の近傍にロータリー式 EGR 弁が配設される場合には、複数の気筒の排気行程により生じた排気脈動圧力の高いピーク圧力が EGR ガス通路を伝播する間に減衰してロータリー式 EGR 弁に伝播した時点では排気脈動圧力の高いピーク圧力が低下し、EGR 率が低下し、必要とする NOx 低減ができなくなる不具合を生じる恐れがある。しかし、請求項 1 記載の発明によれば、ロータリー式 EGR 弁は排気ガスの一部を EGR ガスとしてを排気管から分流する EGR ガス通路の EGR ガス取入口の近傍に配設されているため、ロータリー式 EGR 弁の EGR ガス取入口に伝播する排気脈動圧力の高いピーク圧力の減衰が防止されるため、ロータリー式 EGR 弁の開弁時に排気脈動圧力の高いピーク圧力による EGR が可能となるため、エンジンの運転条件によっては比較的高い給気ブースト圧力の状態においても EGR 率の増加による十分な NOx の低減を図ることができる効果がある。

10

【0027】

また、請求項 2 記載の発明によれば、ロータリー式 EGR 弁は円筒ケースと上記円筒ケース内で回転可能に嵌合した円筒弁から構成され、円筒弁はエンジンのクランクシャフトから回転軸および歯車等を介して回転駆動され、円筒弁の回転により円筒ケース第 1 ポートと円筒弁ポートが係合して連通したタイミングでロータリー式 EGR 弁は開弁する。そのため、円筒弁とクランクシャフトとの回転軸の連結部分や回転軸同士の連結部分の回転位相の調節または回転駆動伝達歯車の歯の噛み合わせ位置を調節し、任意のクランク角度のタイミングでロータリー式 EGR 弁を開弁させることが可能である。

20

【0028】

ターボ過給エンジンでは排気ガス圧力よりも給気ブースト圧力が高くなって排気ガスを吸気管に還流できない特定のエンジンの運転条件がある。この特定のエンジンの運転条件において、円筒弁とクランクシャフトとの回転軸の連結部分や回転軸同士の連結部分の回転位相の調節または回転駆動伝達歯車の歯の噛み合わせ位置を調節し、排気脈動圧力の高いピーク圧力が各気筒の排気弁から排気管を通過してロータリー式 EGR 弁まで伝播したクランク角度のタイミングでロータリー式 EGR 弁が開弁するようにする。これにより、排気ガス圧力よりも給気ブースト圧力が高くなる特定のエンジンの運転条件において EGR を可能にしたことである。そして請求項 2 記載の発明ではロータリー式 EGR 弁の開閉はクランクシャフトにより駆動される円筒弁の回転により行うため、排気脈動圧力の高いピーク圧力エネルギーはロータリー式 EGR 弁の開弁のために消費されることは無い。したがって、ロータリー式 EGR 弁にリードバルブを用いた時のようにリードバルブのバネ力に抗してリードバルブ押し上げて開弁するために排気脈動圧力の高いピーク圧力のエネルギーの損失がない。このように排気脈動圧力の高いピーク圧力エネルギーは全て排気ガスの還流に使われるため、大量の排気ガスを還流し、EGR 率の増大による大幅な NOx の低減を得ることができる効果がある。

30

【0029】

また、複数の気筒から伝播される複数の排気脈動圧力の高いピーク圧力が各気筒の排気弁から排気管を通過して一つのロータリー式 EGR 弁に伝播するタイミングでロータリー式 EGR 弁が複数回の開弁を行う構造のため、ロータリー式 EGR 弁はコンパクト化することができる。そのため、エンジンへの装着が容易となる。そして、本発明にロータリー式 EGR 弁を装着したエンジンは外形寸法の大幅な増加がさけられるため、自動車への搭載も容易となる効果がある。

40

【0030】

また、請求項 3 記載の発明によれば、ロータリー式 EGR 弁は円板ケースと上記円板ケース内で回転可能に嵌合した円板弁から構成され、円板弁はエンジンのクランクシャフトから回転軸および歯車等を介して回転駆動され、円板弁の回転により円板ケース第 1 ポートと円板弁ポートが係合して連通することによりロータリー式 EGR 弁は開弁する。そのた

50

め、円板弁とクランクシャフトとの回転軸の連結部分や回転軸同士の連結部分の回転位相の調節または回転駆動伝達歯車の歯の噛み合わせ位置を調節し、任意のクランク角度のタイミングでロータリー式 EGR 弁を開弁させることが可能である。

【0031】

そのため、ターボ過給エンジンでは排気ガス圧力よりも給気ブースト圧力が高くなって排気ガスを吸気管に還流できないエンジンの特定運転条件において、排気脈動圧力の高いピーク圧力が各気筒の排気弁から排気管を通過してロータリー式 EGR 弁まで伝播したクランク角度のタイミングでロータリー式 EGR 弁を開弁することにより、EGR を可能としたことである。そしてロータリー式 EGR 弁の開閉はクランクシャフトにより駆動される円板弁の回転により行うため、排気脈動圧力の高いピーク圧力エネルギーはロータリー式 EGR 弁のために消費されず、排気ガスを吸気管に還流するために消費される構造である。したがって、ロータリー式 EGR 弁にリードバルブを用いた時のようにリードバルブのパネ力に抗してリードバルブ押し上げて開弁するために排気脈動圧力の高いピーク圧力のエネルギーの一部が開弁するため消費されることがない。そのため排気脈動圧力の高いピーク圧力エネルギーが排気ガスの還流に使われるため、大量の排気ガスを還流し、EGR 率の増大による大幅な NOx の低減を得ることができる効果がある。

10

【0032】

また、複数の気筒から伝播される複数の排気脈動圧力の高いピーク圧力が各気筒の排気弁から排気管を通過して一つのロータリー式 EGR 弁の EGR ガス取入口に伝播するタイミングで円筒弁の回転により複数回の開弁を行わせるため、コンパクトなロータリー式 EGR 弁とすることができる。そのため、エンジンへの装着が容易となる。そして、本発明にロータリー式 EGR 弁を装着したエンジンは外形寸法の大幅な増加がさけられるため、自動車への搭載も容易となる効果がある。

20

【0033】

また、請求項 4 記載の発明によれば、円筒弁又は円板弁はクランクシャフトにより回転駆動されるが、この回転駆動の駆動力伝達回路の間に回転位相が変更できる回転位相可変装置を配設する。異なるエンジンの運転状態では円筒弁又は円板弁から成るロータリー式 EGR 弁に排気脈動圧力の高いピーク圧力が到達するエンジンのクランク角度のタイミングは異なることになる。そのため円筒弁又は円板弁から成るロータリー式 EGR 弁に排気脈動圧力の高いピーク圧力が到達したエンジンクランク角度のタイミングで円筒弁又は円板弁を開弁させるため、円筒弁又は円板弁から成るロータリー式 EGR 弁の開弁のエンジンのクランク角度のタイミングはエンジンの運転状態に対応して変更する必要がある。そのためエンジン運転条件に対応して回転位相可変装置によりエンジン回転の位相と上記円筒弁または円板弁の回転の位相を予め定められたクランク角度を相対的に進角又は遅角させるようにしたことにより、エンジン運転領域の広範囲において、排気脈動圧力の高いピーク圧力を利用した EGR が可能となり、エンジン運転領域の広範囲における EGR 率が増大可能となり、エンジン運転領域の広範囲において大幅に NOx を低減できる効果がある。

30

【0034】

また請求項 5 記載の発明によれば、ロータリー式 EGR 弁の入口に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミングに同期してロータリー式 EGR 弁を開弁させて EGR ガス蓄圧室の圧力を上昇させ、EGR ガス蓄圧室の EGR ガス流れの下流の EGR 量調節弁の開口面積をエンジンの運転条件に対応しての制御することにより、そのエンジンの運転条件に適した EGR ガス量を吸気に還流させるようにできるため、エンジン運転領域の広範囲における最適な EGR 率とすることが可能となり、エンジン運転領域の広範囲において更なる NOx を低減できる効果がある。

40

【0035】

また請求項 6 記載の発明によれば、エンジンの軽負荷運転状態においては給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも十分に低い状態となるため、ロータリー式 EGR 弁を介さなくてもバイパス遮断弁を開弁した状態のバイパス通路を通じて EGR ガ

50

スを吸気に還流させることができる。一方、エンジンの軽負荷運転状態においては排気脈動のピーク圧力も低いためにロータリー式 EGR 弁による EGR ガスの圧力上昇が不十分となること、および排気脈動のピーク圧力が伝播するタイミング以外にはロータリー式 EGR 弁は閉弁しているため開弁時間が不足すること等により、ロータリー式 EGR 弁のみではエンジンの NOx 低減に必要な EGR ガス量を還流できない問題がある。そのため、エンジンの軽負荷ではバイパス遮断弁を開弁した状態のバイパス通路を通じて必要な EGR ガスを吸気に還流させることにより、エンジンの軽負荷運転状態において必要な EGR 率とし、十分な NOx 低減を実現できる効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0036】

10

本発明の第1実施の形態について図1乃至図2に基づいて詳述する。先ず、本第1実施の形態の4気筒過給ディーゼルエンジンに円筒弁型ロータリー式 EGR 弁を採用した場合のエンジンのステム全体について具体的な構成を示す模式的平面図である図1に基づいて説明する。

本第1実施の形態に係るエンジンは自動車用の直列4気筒の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンである。この直列4気筒のエンジン本体70の各気筒には図示のようにクーリングファン71近くの気筒から順番に「1」～「4」の番号を付し、それぞれを「第1気筒」～「第4気筒」と呼ぶこととする。

【0037】

第1気筒1には1本の電子制御燃料インジェクタ81a、2個の吸気弁10a、2個の排気弁20a、1本の排気ポート21aが配設され、第2気筒2には1本の電子制御燃料インジェクタ81b、2個の吸気弁10b、2個の排気弁20b、1本の排気ポート21bが配設され、第3気筒3には1本の電子制御燃料インジェクタ81c、2個の吸気弁10c、2個の排気弁20c、1本の排気ポート21cが配設され、第4気筒4には1本の電子制御燃料インジェクタ81d、2個の吸気弁10d、2個の排気弁20d、1本の排気ポート21dが配設されている。そして、この直列気筒エンジン本体70は180度(クランク角度)の等間隔着火で着火し、その着火気筒順序が1-3-4-2となるように各気筒に電子制御燃料インジェクタから軽油が噴射される。

20

【0038】

次にエンジンの吸気と排気および EGR について説明する。エアクリーナ11から吸入された吸気は、吸気管12を通り可変容量型ターボ過給機(Variable Geometry Turbocharger)(以下VGターボ過給機という)40の給気プロア41により加圧される。この加圧されて高温高圧化した吸気は吸気管13により空冷式給気インタークーラ14に導かれて冷却され、この冷却された吸気は、吸気管15により吸気マニホールド17に導かれて、エンジン本体70の各気筒の吸気弁10a, 10b, 10c, 10dを經由して各気筒に吸入される。

30

【0039】

エンジン本体70の各気筒の排気ガスは、それぞれの気筒の排気弁20a, 20b, 20c, 20dおよび排気ポート21a, 21b, 21c, 21dを經由して排気マニホールド22を通り、排気管24を経てVGターボ過給機40に導かれる。

40

【0040】

VGターボ過給機40に導かれた排気ガスは、排気タービン42を駆動し、排気タービン42と同軸の給気プロア41を回転させてエンジン本体70に吸入される吸気を加圧する。VGターボ過給機40では図示しないエンジンECUからの信号により電子制御可変排気タービンノズルアクチュエータ44により可変排気タービンノズル43の弁開度が調節されて排気タービン42の回転数が制御される。この排気タービン42の回転数を調節することにより、排気タービン42と同軸駆動される給気プロア41が加圧する吸気の圧力である給気ブースト圧力を調節し、エンジン本体70に吸入される吸気量は調節される。

【0041】

次に排気タービン42から流出した排気ガスは、排気管27を通過して酸化触媒再生式の粒

50

子状物質除去装置 (Diesel Particulate Filter) (以下酸化触媒再生式DPF装置という) 28に流入し、排気ガス中のディーゼル粒子状物質 (Particulate Matter) (以下「PM」という) が酸化触媒再生式DPF装置28に捕集され、排気ガス中のPMは浄化される。次に酸化触媒再生式DPF装置28より流出した排出ガスは、排気マフラー29に流入し、その後、大気に放出される。

【0042】

また、エンジン本体70の各気筒の排気ガスは排気ポート21a, 21b, 21c, 21dを経由して排気マニホールド22の排気マニホールド集合部23で合流させるが、排気マニホールド集合部23とVGターボ過給機40の排気ガス入口26の間にEGRガス通路のEGRガス取入口31を設けている。このEGRガス通路32のEGRガス取入口31の近傍に円筒弁型ロータリー式EGR弁100を配設している。エンジン本体70の各気筒の排気行程により生じた排気脈動の高いピーク圧力が円筒弁型ロータリー式EGR弁100に伝播したタイミングで円筒弁型ロータリー式EGR弁100を開弁させることにより、比較的高圧のEGRガスがEGRガス通路33を経由してEGRガス蓄圧室34に流入させてEGRガス蓄圧室34に蓄圧される。

10

【0043】

またEGRガス蓄圧室34には圧力センサ35を配設してEGRガス蓄圧室圧力を検知し、吸気管15には圧力センサ16を配設して給気ブースト圧力を検知し、EGRガス蓄圧室圧力信号および給気ブースト圧力信号はEGR制御ECU80に inputs する。これらの入力信号とエンジンの運転状態に対応してEGR制御ECU80で予め記憶されているプログラムにしたがってEGR制御ECU80からEGR量調節弁36の開口面積の制御信号を出力し、EGR量調節弁36の開口面積を制御することにより、EGRクーラ37に流入させるEGRガスを制御する。エンジンの運転状態に対応して流量が調節されたEGRガスはEGRクーラ37で冷却された後、EGRガス通路38を経由してEGRガスが吸気管15に流入される。

20

【0044】

これにより給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも高いエンジン運転状態においても最適なEGR率に制御し、エンジンから排出されるNOxを大幅に低減できるようにした。また給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも高いエンジン運転状態においてもエンジン運転状態に最適なEGRガスを吸気に還流させることを可能にした。

30

【0045】

次に円筒弁型ロータリー式EGR弁100の開弁および閉弁について説明する。先ずクランク軸50に装着したクランク軸歯車51がアイドル歯車52を介してEGR弁駆動歯車53を回転駆動する。この歯車の組み合わせによる回転の伝達では、EGR弁駆動歯車53はクランク軸50の2分の1の回転数で回転するように各歯車の歯数が設定されている。EGR弁駆動歯車53に伝達された回転は回転伝達軸56により回転位相可変装置57に伝達され、回転位相可変装置57から回転伝達軸59により円筒弁型ロータリー式EGR弁100の円筒弁101が回転駆動される。円筒弁型ロータリー式EGR弁100の円筒弁101が回転することにより円筒弁型ロータリー式EGR弁100の開弁および閉弁が行われる。ここでEGR弁駆動歯車53はクランク軸50の2分の1の回転数で回転するように設定されているため、EGR弁駆動歯車53により駆動される円筒弁101はクランク軸50の2分の1の回転数で回転されることになる。

40

【0046】

EGR弁駆動歯車53から円筒弁101の間の回転駆動力の伝達経路に配設した回転位相可変装置57は回転伝達軸56により回転位相可変装置57に伝達された回転の位相を変更して回転伝達軸59に回転を伝達する装置である。これにより、回転伝達軸59に結合した円筒弁101の回転の位相を変更することができ、円筒弁型ロータリー式EGR弁100の開弁および閉弁の進角または遅角が可能となる。エンジンの運転条件により円筒弁型ロータリー式EGR弁100に排気脈動の高いピーク圧力が伝播するタイミング(クラ

50

ンク角度)は変化するため、回転位相可変装置57により円筒弁型ロータリー式EGR弁100の開弁を変更することにより円筒弁型ロータリー式EGR弁100に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミング(クランク角度)で円筒弁型ロータリー式EGR弁100が開弁できるようにした。

#### 【0047】

次に回転位相可変装置57による回転伝達軸から56から回転伝達軸59に伝達される回転の位相の変更について説明する。クランク軸50の2分の1の回転数で回転するEGR弁駆動歯車53と同じ回転伝達軸56にパルサ54が固定装着されており、パルサ54の外周面の突起がパルサ54の外周面に形成された突起に対向して装着されたEGR弁駆動歯車回転数センサ55を横切る度にEGR弁駆動歯車回転数センサ55は検出信号を出力し、EGR弁駆動歯車回転数センサ55の検出信号からEGR弁駆動歯車53の回転数および回転角度が検知される。

10

#### 【0048】

なお、EGR弁駆動歯車53はクランク軸歯車51によりアイドル歯車52を介して歯車機構の組み合わせにて回転力が伝達されるため、EGR弁駆動歯車回転数センサ55の検出信号からクランク軸の回転数および回転角度が検知される。またEGR弁駆動歯車53の回転速度の検出と同様に、回転伝達軸59に配設したパルサ58の外周面の突起に対向して装着されたEGR弁回転数センサ60をパルサ58の突起が横切る度にEGR弁回転数センサ60は検出信号を出力し、EGR弁回転数センサ54の検出信号から円筒弁101の回転数および回転角度が検知される。また、EGRガス通路32に配設した圧力センサ25により円筒弁型ロータリー式EGR弁100伝播した排気脈動の高いピーク圧力が検知される。

20

#### 【0049】

これら圧力センサ25により検知した円筒弁型ロータリー式EGR弁100に伝播した排気脈動の高いピーク圧力、EGR弁駆動歯車回転数センサ55により検知したクランク軸の回転角度、EGR弁回転数センサ60により検知した円筒弁101の回転角度および図示しないエンジン負荷等のエンジン運転状態の信号がEGR制御ECU(Electronic Control Unit)80に入力される。これら入力信号を基づいてEGR制御ECU80は円筒弁型ロータリー式EGR弁100に伝播した排気脈動の高いピーク圧力が検知されたタイミング(クランク角度)で円筒弁型ロータリー式EGR弁100が開弁するように回転位相可変装置57に回転の位相を変更する信号を出力して円筒弁101の回転の位相を変更する。

30

#### 【0050】

このようにEGR制御ECU80は回転位相可変装置57から回転の位相を変更する信号を出力して円筒弁101の回転の位相を変更し、円筒弁型ロータリー式EGR弁100は排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミング(クランク角度)で円筒弁型ロータリー式EGR弁100が開弁するようにする。

#### 【0051】

または、エンジンの運転条件に対応して円筒弁型ロータリー式EGR弁100に伝播する排気脈動の高いピーク圧力のタイミング(クランク角度)のマップをEGR制御ECU80に予め記憶させておき、円筒弁型ロータリー式EGR弁100がエンジンの運転条件に対応したタイミング(クランク角度)で開弁するようにEGR制御ECU80は回転位相可変装置57から回転の位相を変更しても良い。

40

#### 【0052】

またEGRガス蓄圧室34に圧力センサ35を配設してEGRガス蓄圧室圧力を検知し、吸気管15には圧力センサ16を配設して給気ブースト圧力を検知し、それぞれのEGRガス蓄圧室圧力信号および給気ブースト圧力信号をEGR制御ECU80に入力し、EGR制御ECU80で予めプログラムされて記憶された通りにエンジンの運転状態に対応した通りにEGR制御ECU70からEGR量調節弁36の開口面積の制御信号を出力してEGR量調節弁36の開弁を制御し、高圧のEGRガスをEGRガス通路38を経由して

50

吸気管 15 に流入させて給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも高いエンジン運転状態に最適な EGR 率となるように制御し、エンジンから排出される NOx を大幅に低減できるようにした。

**【0053】**

次に円筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 の構造について、具体的な構成を示す模式的図面である図 2 に基づいて説明する。円筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 は円筒ケース本体 110 と円筒ケースカバー 113 で構成された円筒ケースの内部空間に円筒弁 101 が回転可能に嵌合されている。そして円筒弁 101 は回転伝達軸 59 によりエンジンのクランク軸の 2 分の 1 の回転速度で回転される。円筒ケースカバー 113 と対面する円筒弁 101 の円筒弁円筒端面 104 は開口しているため、円筒ケースカバー 113 に配設された円筒ケース第 2 ポート 112 は円筒弁 101 の回転位置に係らず、常時、円筒ケース第 2 ポート 112 と回転中心空間部 103 は連通した状態である。円筒ケース第 2 ポート 112 は EGR ガス通路 32 に接続されているため、回転中心空間部 103 には EGR ガス通路 32 から排気ガスが、常時、流入される構造である。

10

**【0054】**

本第 1 実施の形態に係るエンジンでは自動車用直列 4 気筒の等間隔着火の 4 サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンであるため、エンジン本体 70 は 1 サイクルでクランク軸 50 が 2 回転し、4 回の排気行程で 4 回の排気脈動の高いピーク圧力を発生する。そのため円筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 はエンジンの 1 サイクルで 4 回の開弁を行わせる必要がある。円筒弁 101 はクランク軸の 2 分の 1 の回転速度で回転する構造としたため、円筒弁 101 の円筒面には円筒弁 101 の回転周方向に 90° 間隔で合計 4 個の円筒弁ポート 102 が配設されている。円筒ケース本体 110 の円筒面には 1 個の円筒ケース第 1 ポート 111 が配設され、円筒弁 101 が回転することにより円筒弁 101 の 4 個の円筒弁ポート 102 が順次、円筒ケース第 1 ポート 111 に係合して連通する構造である。このように円筒弁 101 の 1 回転につき円筒弁ポート 102 と円筒ケース第 1 ポート 111 が 4 回、連通されるように円筒ケース第 1 ポート 111 と円筒弁ポート 102 が配置されている。また、円筒ケース第 1 ポート 111 は EGR ガス通路 33 に接続されている。

20

**【0055】**

そのため、EGR ガス通路 32 の EGR ガス取入口 31 に伝播した排気脈動の高いピーク圧力は EGR ガス通路 32 および円筒ケース第 2 ポート 112 を通過して回転中心空間部 103 に伝播する。排気脈動の高いピーク圧力が回転中心空間部 103 に伝播したタイミング(クランク角度)で円筒弁ポート 102 と円筒ケース第 1 ポート 111 を連通させて、高圧の EGR ガスを EGR ガス通路 33 に流入させるようにする。

30

**【0056】**

以上のように、本第 1 実施の形態に係るエンジンではエンジンの回転数、エンジン負荷等のエンジン運転状態によりの円筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミング(クランク角度)でクランク軸 50 の駆動力により円筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 の開弁および閉弁が制御しているため、給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも高いエンジン運転状態において、排気脈動の高いピーク圧力ノエネルギーを有効に利用して EGR ガス蓄圧室 34 の圧力を十分な高圧にすることが可能である。

40

**【0057】**

この筒弁型ロータリー式 EGR 弁 100 の開弁を制御することにより、EGR ガス蓄圧室 34 の圧力を十分に高圧化し、エンジン本体 70 の EGR 率の向上が可能となり、エンジン本体 70 から排出される NOx を大幅に低減することができる効果がある。また EGR ガス蓄圧室 34 と吸気管 15 の間に EGR 量調節弁 36 が配設され、EGR 制御 ECU 70 によりエンジン本体 70 の運転状態に対応した EGR 量調節弁 36 の開口面積が制御されているため、エンジン燃焼に最適で正確な EGR 率に制御できるため、エンジン燃焼による NOx 生成を抑えることができ、結果として極めて低い NOx 排出レベルを達成できる効果がある。

50

## 【0058】

次に本発明の第2実施の形態に係る図3乃至図4に基づいて詳述する。本第2実施の形態における4気筒過給ディーゼルエンジンに円板弁型ロータリー式EGR弁を採用した場合のエンジンシのステム全体について具体的な構成を示す模式的平面図である図3に基づいて説明する。本図においては第1実施の形態に係る図1乃至図2に示した同一要素には同一の符号を付している。

## 【0059】

本第2実施の形態は、本発明の第1実施の形態の円筒弁型ロータリー式EGR弁100を円板型ロータリー式EGR弁200に換え、新たにEGRバイパス弁220とEGR制御ECU80によるEGRバイパス弁220の電子制御の追加、そしてロータリー式EGR弁バイパス通路を追加したものである。これら以外については第1実施の形態と同じである。エンジン本体70は自動車用の直列4気筒の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンであり、また吸気系と排気系についても同じであるため、これらについての説明は省略し、円板型ロータリー式EGR弁200の構造とその駆動系およびEGRガスの流れとその制御等、EGRシステムを中心にについて説明する。

10

## 【0060】

先ず、図3に基づいて円板型ロータリー式EGR弁200の開弁および閉弁について説明する。クランク軸50に装着したクランク軸歯車51がアイドル歯車52を介してEGR弁駆動歯車53が回転駆動される。この歯車の組み合わせによる回転の伝達では、EGR弁駆動歯車53はクランク軸50の2分の1の回転数で回転するように各歯車の歯数が設定されている。EGR弁駆動歯車53に伝達された回転は回転伝達軸56により回転位相可変装置57に伝達され、回転位相可変装置57から回転伝達軸59により円板型ロータリー式EGR弁200の円筒弁201が回転駆動される。円板弁型ロータリー式EGR弁200の円板弁201を回転させることにより円板弁型ロータリー式EGR弁200の開弁および閉弁を行わせる。ここでEGR弁駆動歯車53はクランク軸50の2分の1の回転数で回転するように設定されているため、EGR弁駆動歯車53により駆動される円板弁201はクランク軸50の2分の1の回転数で回転されることになる。

20

## 【0061】

EGR弁駆動歯車53と円板弁201の間の回転駆動力の伝達経路に配設した回転位相可変装置57は、回転伝達軸56から回転伝達軸59に伝達される回転の位相をEGR制御ECU80からの信号による変更する装置である。これにより回転伝達軸59に結合した円板弁201の回転の位相を変更させ、円板弁型ロータリー式EGR弁200の開弁および閉弁の進角または遅角ができるようにした。

30

## 【0062】

異なるエンジン本体70の運転条件では排気脈動の高いピーク圧力が円板弁型ロータリー式EGR弁200に伝播するタイミング(クランク角度)は変化する。そのため、エンジン本体70の運転条件に対応して回転位相可変装置57により円板弁型ロータリー式EGR弁200の開弁時期を変更できるようにすることにより、全てのエンジン運転条件に対して円板弁型ロータリー式EGR弁200に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミング(クランク角度)で円板弁型ロータリー式EGR弁200が開弁できるようにした。

40

## 【0063】

次に円板弁型ロータリー式EGR弁200の構造について、具体的な構成を示す模式的図面である図4に基づいて説明する。円板弁型ロータリー式EGR弁200は円板ケース本体210と円板ケースカバー213で構成された円板ケースの内部空間に円板弁201が回転可能に嵌合されている。そして円板弁201は回転伝達軸59によりエンジンのクランク軸の2分の1の回転速度で回転される。円板ケースカバー213には一方がEGRガス通路32に接続されて他方が円板ケース室203に開口した1個の円板ケース第2ポート212が配設されている。EGRガス通路32は円板ケース室203とは常に連通の状態であるため、円板ケース室203には常時、EGRガス通路32から排気ガスが流入さ

50

れている。

【0064】

また、円板弁201には円板面の回転周方向に円板を貫通した円板弁ポート202が配設されている。円板ケース本体210には一端がEGRガス通路33に接続されて他端が円板弁201の円板弁ポート202と係合して連通可能な1個の円板ケース第1ポート211が配設されている。円板弁201はそれを回転させた時には円板弁ポート202と円板ケース第1ポート211が係合する構造とする。これにより円板弁ポート202と円板ケース第1ポート211が係合して連通している期間、円板ケース室203の排気ガスは、EGRガスとして円板弁ポート202および円板ケース第1ポート211を通過してEGRガス通路33に流出する円板弁型ロータリー式EGR弁200の開弁状態となる。

10

【0065】

本第2実施の形態のエンジンは自動車用直列4気筒の等間隔着火の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンであるため、クランク軸50が2回転して4回の排気脈動の高いピーク圧力が生じる。このクランク軸50が2回転毎に発生する4回の排気脈動の高いピーク圧力が円板弁型ロータリー式EGR弁200に伝播したタイミングで円板弁型ロータリー式EGR弁200は開弁させる必要がある。

【0066】

一方、円板弁型ロータリー式EGR弁200の円板弁201はクランク軸の2分の1の回転速度で回転する構造としたことから、円板弁201の円板面には円板弁201の回転周方向に90°間隔で合計4個の円板弁ポート202を配設した。これにより円板弁201が1回転することにより、円板弁201の4個の円板弁ポート202は順次、円板ケース第1ポート211に係合して円板ケース室203と円板ケース第1ポート211が連通する円板弁型ロータリー式EGR弁200の開弁状態となり、円板ケース室203の排気ガスは、EGRガスとして円板弁ポート202および円板ケース第1ポート211を通過してEGRガス通路33に流出させることができる。つまり、円板弁型ロータリー式EGR弁200は円板弁201が1回転することにより4回の開弁を行う構造である。

20

【0067】

本第2実施の形態のエンジンはクランク軸50の2回転毎にエンジン本体70の各気筒の排気行程により生じた4回の排気脈動の高いピーク圧力が発生するため、その間に円板弁型ロータリー式EGR弁200は1回転して4回の開弁を行わせる。その場合、エンジンの運転状態に対応して回転位相可変装置57の制御による開弁時期の変更し、円板弁型ロータリー式EGR弁200に排気脈動の高いピーク圧力が伝播したタイミング(クランク角度)で円板弁型ロータリー式EGR弁200は開弁させようとする。

30

【0068】

このように排気脈動の高いピーク圧力が円板弁型ロータリー式EGR弁200に伝播したタイミング(クランク角度)で円板弁型ロータリー式EGR弁200を開弁させることにより、比較的高圧のEGRガスがEGRガス通路33を経由してEGRガス蓄圧室34に流入させてEGRガス蓄圧室34の圧力を増加させるようにした。

【0069】

またEGRガス蓄圧室34には圧力センサ35を配設してEGRガス蓄圧室圧力を検知し、吸気管15には圧力センサ16を配設して給気ブースト圧力を検知し、EGR制御ECU80にEGRガス蓄圧室圧力信号および給気ブースト圧力信号を入力する。これらの入力信号とエンジンの運転状態に対応してEGR制御ECU80で予め記憶されているプログラムにしたがってEGR制御ECU80からEGR量調節弁36の開口面積の制御信号を出力し、EGR量調節弁36の開口面積を制御することにより、EGRクーラ37に流入させるEGRガスを制御する。

40

【0070】

エンジンの運転状態に対応して流量が調節されたEGRガスはEGRクーラ37で冷却された後、EGRガス通路38を経由して吸気管15に流入される。これにより給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも高いエンジン運転状態において最適な

50

EGR率に制御することができるため、エンジンから排出されるNOxを大幅に低減できる効果が得られる。

【0071】

また、円板弁型ロータリー式EGR弁200をバイパスしてEGRガスを流すことを可能とするため、EGRガス通路32からEGRガス通路33にEGRガスを分流するバイパス通路90、バイパス遮断弁220およびバイパス通路91から構成されるバイパス回路を設ける。そして給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも十分に低い状態となるエンジン運転状態においては、EGR制御ECU80からバイパス遮断弁220に制御信号を出力してバイパス遮断弁220を開弁し、円板弁型ロータリー式EGR弁200をバイパスしてEGRガスをEGRガス通路32からEGRガス通路33に流入させる。

10

【0072】

そして、給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも十分に低い状態となるエンジン運転状態においてはバイパス遮断弁220を開弁し、EGRガス蓄圧室34の圧力増加を図るようにする。これにより、給気ブースト圧力の平均圧力が排気ガス圧力の平均圧力よりも十分に低い状態となるエンジン運転状態においてEGRガスはバイパス通路90からバイパス通路91に至るバイパス流れ回路を通過させる回路を追加して設けることにより、EGRガスの流れ圧力損失が低下し、EGRガスが円板弁型ロータリー式EGR弁200を通過する単独のEGR回路とする場合に比較してEGR率の向上が可能となる。ただし、EGRガスがバイパス流れ回路を通過させた場合においても、EGR率の正確な制御を行うためにEGR制御ECU80からEGR量調節弁36の開口面積の制御信号を出力してEGR量調節弁36の開弁を制御することとする。

20

【0073】

以上、本発明の第1実施の形態および第2実施の形態を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこれらの形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明の範囲に含まれる。すなわち、エンジン本体70は自動車用の直列4気筒の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンとしたが、これ以外のエンジンにも適用される。例えば自動車用以外でも良い。また直列4気筒の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンとしたが、直列6気筒の4サイクル直噴式過給ディーゼルエンジンや直列6気筒の4サイクルの液体燃料パイロット噴射自己着火型天然ガスエンジンでも良い。また6気筒以上のエンジンでも良い。

30

【0074】

第1実施の形態では円筒弁型ロータリー式EGR弁100とし、第2実施の形態の円板弁型ロータリー式EGR弁200とした。本発明のロータリー式EGR弁は、円筒弁型や円板弁型に限定されるものではない。例えば第1実施の形態のように円筒ケース内で円筒弁101を回転させるのと同様に円錐ケース内で回転する円錐面上の回転周方向に複数のポートを円錐形状の弁を回転させても良い。

また、第1実施の形態の円筒弁型ロータリー式EGR弁100の円筒弁101および第2実施の形態の円板弁型ロータリー式EGR弁200の円板弁201がクランク軸51と同一の回転数で回転駆動する場合には、円筒弁101の円筒弁ポート102は回転周方向に180°の間隔で合計2個を配設し、円板弁201の円板弁ポート202は回転周方向に180°の間隔で合計2個を配設する。

40

また、第1実施の形態および第2実施の形態のEGRガス蓄圧室34は特別に配設することはせず、EGRガス通路33にEGRガスを蓄圧させても良い。その場合、EGRガス通路33に蓄圧したEGRガス圧力を検知するために圧力センサ35をEGRガス通路33に配設する。

【0075】

また、直列6気筒の等間隔着火4サイクル過給エンジンで円筒弁型ロータリー式EGR弁の円筒弁および円板弁型ロータリー式EGR弁の円板弁がクランク軸の2分の1の回転速度で回転駆動する場合には、円筒弁の円筒弁ポートは回転周方向に60°の間隔で合計6

50

個が配設され、円板弁の円板弁ポートは回転周方向に60°の間隔で合計6個が配設される。

また、直列6気筒の等間隔着火4サイクル過給エンジンで円筒弁型ロータリー式EGR弁の円筒弁および円板弁型ロータリー式EGR弁の円板弁がクランク軸と同一の回転数で回転駆動する場合には、円筒弁の円筒弁ポートは回転周方向に120°の間隔で合計3個が配設され、円板弁の円板弁ポートは回転周方向に120°の間隔で合計3個が配設される。

【0076】

また多気筒エンジンの各気筒と円筒弁型ロータリー式EGR弁または円板弁型ロータリー式EGR弁の排気通路の長さが大きく異なる場合は、各気筒の排気脈動の高いピーク圧力が伝播するタイミング(クランク角度)で開弁できるように円筒弁ポートまたは円板弁ポートの複数のポートを配設する間隔を変更して等間隔としなくても良い。

10

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本第1実施の形態における4気筒過給ディーゼルエンジンに円筒弁型ロータリー式EGR弁を採用した場合のエンジンシのステム全体について具体的な構成を示す模式的平面図である

【図2】本第1実施の形態の4気筒過給ディーゼルエンジンに円筒弁型ロータリー式EGR弁の具体的な構成を示す模式的図面である。

【図3】本第2実施の形態における4気筒過給ディーゼルエンジンに円板弁型ロータリー式EGR弁を採用した場合のエンジンシのステム全体について具体的な構成を示す模式的平面図である。

20

【図4】本第1実施の形態の4気筒過給ディーゼルエンジン用の円板弁型ロータリー式EGR弁の具体的な構成を示す模式的図面である。

【符号の説明】

【0078】

- 1 第1気筒
- 2 第2気筒
- 3 第3気筒
- 4 第4気筒
- 10 a、10 b、10 c、10 d 吸気弁
- 11 エアクリーナ
- 12, 13 吸気管
- 14 空冷式給気インタークーラ
- 15 吸気管
- 16 圧力センサ
- 17 吸気マニホールド
- 20 a、20 b、20 c、20 d 排気弁
- 21 a、21 b、21 c、21 d 排気ポート
- 22 排気マニホールド
- 23 排気マニホールド集合部
- 24 排気管
- 25 圧力センサ
- 26 排気ガス入口
- 27 排気管
- 28 酸化触媒再生式DPF装置
- 29 排気マフラー
- 31 EGRガス取入口
- 32、33 EGRガス通路
- 34 EGRガス蓄圧室

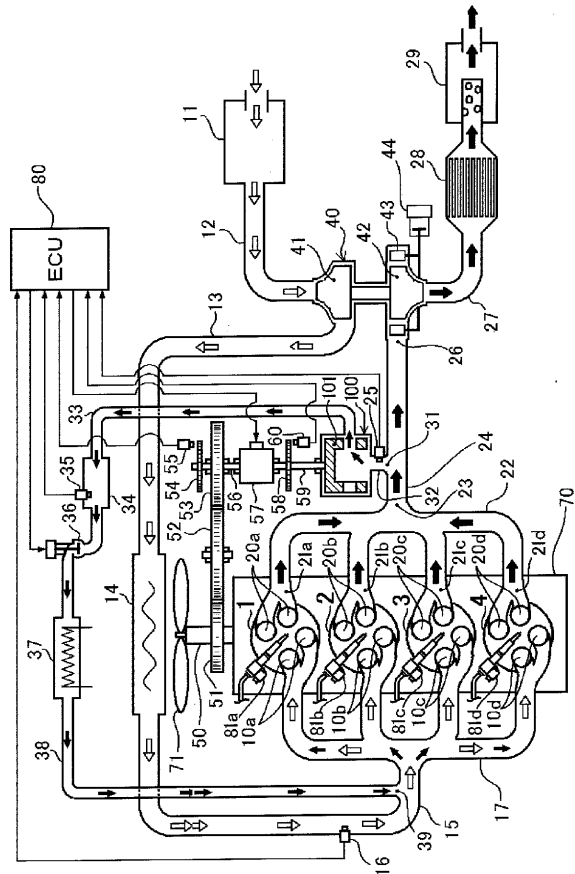
30

40

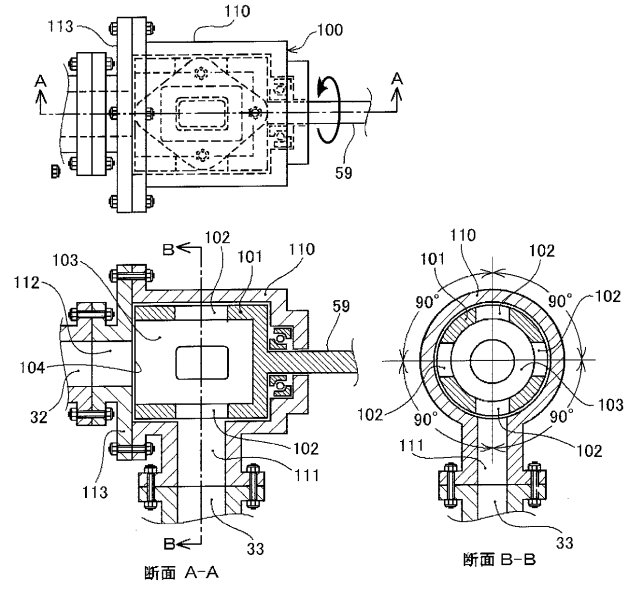
50

3 5	圧力センサ	
3 6	E G R 量調節弁	
3 7	E G R クーラ	
3 8	E G R ガス通路	
4 0	V G ターボ過給機	
4 1	給気プロア	
4 2	排気タービン	
4 3	可変排気タービンノズル	
4 4	電子制御可変排気タービンノズルアクチュエータ	
5 0	クランク軸	10
5 1	クランク軸歯車	
5 2	アイドル歯車	
5 3	E G R 弁駆動歯車	
5 4	バルサ	
5 5	E G R 弁駆動歯車回転数センサ	
5 6	回転伝達軸	
5 7	回転位相可変装置	
5 8	バルサ	
5 9	回転伝達軸	
6 0	E G R 弁回転数センサ	20
7 0	エンジン本体	
7 1	クーリングファン	
8 0	E G R 制御 E C U	
8 1 a、8 1 b、8 1 c、8 1 d	電子制御燃料インジェクタ	
9 0、9 1	バイパス通路	
1 0 0	円筒弁型ロータリー式 E G R 弁	
1 0 1	円筒弁	
1 0 2	円筒弁ポート	
1 0 3	回転中心空間部	
1 0 4	円筒弁円筒端面	30
1 1 0	円筒ケース本体	
1 1 1	円筒ケース第 1 ポート	
1 1 2	円筒ケース第 2 ポート	
1 1 3	円筒ケースカバー	
2 0 0	円板弁型ロータリー式 E G R 弁	
2 0 1	円板弁	
2 0 2	円板弁ポート	
2 0 3	円板ケース室	
2 1 0	円板ケース本体	
2 1 1	円板ケース第 1 ポート	40
2 1 2	円板ケース第 2 ポート	
2 1 3	円板ケースカバー	
2 2 0	バイパス遮断弁	

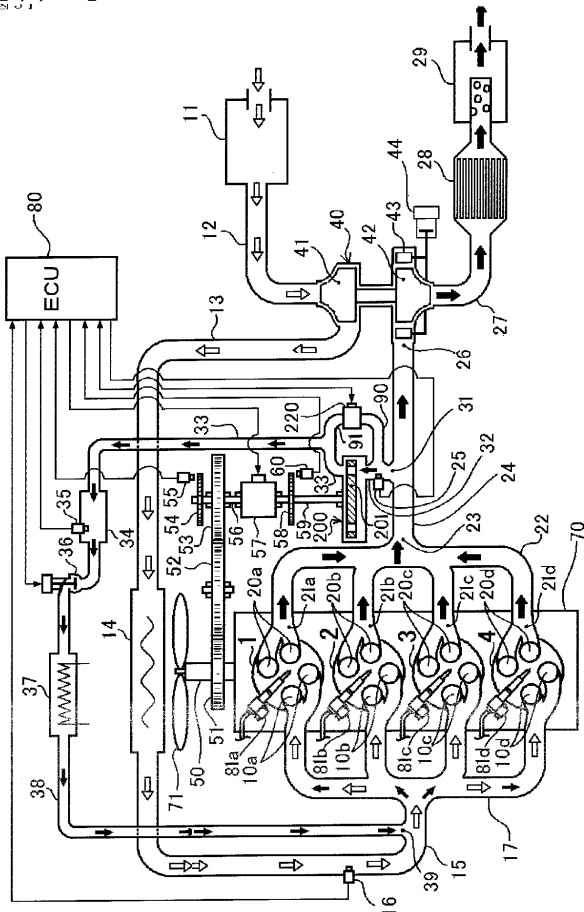
【 図 1 】



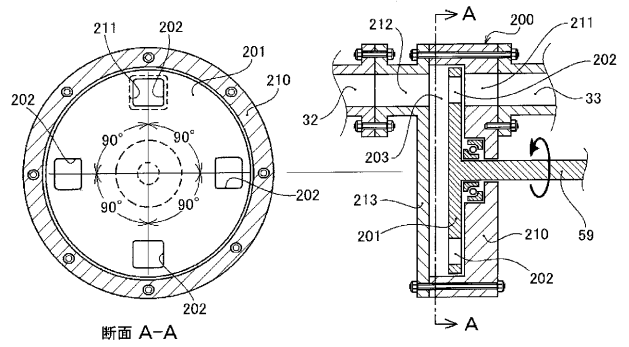
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

F I

テーマコード(参考)

F 0 2 M 25/07 5 7 0 P

F 0 2 M 25/07 5 8 0 F