

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5231908号
(P5231908)

(45) 発行日 平成25年7月10日(2013.7.10)

(24) 登録日 平成25年3月29日(2013.3.29)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 M 25/07 (2006.01)

F O 2 M 25/07 5 7 O M

F O 2 M 25/07 5 7 O P

F O 2 M 25/07 5 7 O B

F O 2 M 25/07 5 8 O E

請求項の数 1 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-232534 (P2008-232534)
(22) 出願日 平成20年9月10日(2008.9.10)
(65) 公開番号 特開2010-65601 (P2010-65601A)
(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)
審査請求日 平成23年3月30日(2011.3.30)

(73) 特許権者 000005348
富士重工業株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(74) 代理人 100076233
弁理士 伊藤 進
(72) 発明者 米虫 祐介
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
重工業株式会社内
審査官 石黒 雄一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の気筒群或いは第2の気筒群の何れかにそれぞれ分類される複数の気筒と、
前記第1の気筒群の前記各気筒に連通する第1の吸気通路部と前記第2の気筒群の前記
各気筒に連通する第2の吸気通路部とに下流側が分岐する吸気通路と、
前記第1の吸気通路部にコンプレッサが介装される第1の過給機と、
前記第2の吸気通路部にコンプレッサが介装される第2の過給機と、
ディーゼルパティキュレートフィルタよりも下流側の排気通路と前記第1の過給機のコ
ンプレッサよりも上流側の前記第1の吸気通路部とを連通して前記排気通路内の排気ガス
の一部をEGRガスとして前記第1の吸気通路部に還流させる第1のEGR通路と、
前記第1の吸気通路部に対する前記第1のEGR通路の開度を調整する第1のEGR制
御弁と、

第1のEGRクーラと、当該第1のEGRクーラをバイパスする第1のバイパス通路に
設けられた第1のヒータと、前記第1のEGRクーラと前記第1のバイパス通路との流量
比を可変調整する第1の切換弁とを備え、前記第1のEGR通路を流通する前記EGRガ
スを冷却或いは加熱することが可能であり、前記第1のEGR通路を流通する前記EGR
ガスの温度調整を行う第1の調温手段と、

前記ディーゼルパティキュレートフィルタよりも下流側の前記排気通路と前記第2の過
給機のコンプレッサよりも上流側の前記第2の吸気通路部とを連通して前記排気通路内の
排気ガスの一部をEGRガスとして前記第2の吸気通路部に還流させる第2のEGR通路

10

20

と、

前記第2の吸気通路部に対する前記第2のEGR通路の開度を調整する第2のEGR制御弁と、

第2のEGRクーラと、当該第2のEGRクーラをバイパスする第2のバイパス通路に設けられた第2のヒータと、前記第2のEGRクーラと前記第2のバイパス通路との流量比を可変調整する第2の切換弁とを備え、前記第2のEGR通路を流通する前記EGRガスを冷却或いは加熱することが可能であり、前記第2のEGR通路を流通する前記EGRガスの温度調整を行う第2の調温手段と、

前記第1のEGRクーラの直上流でのEGRガス温度と前記第1の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度とに基づいて前記第1のヒータと前記第1の切換弁を制御するとともに、前記第2のEGRクーラの直上流でのEGRガス温度と前記第2の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度とに基づいて前記第2のヒータと前記第2の切換弁を制御する制御手段と、を備え、

前記制御手段は、EGRガス中の水蒸気が凝縮を開始する凝縮温度よりも所定に高い設定温度に基づいて制御を行うものであり、前記第1の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度が前記設定温度よりも高い場合であっても前記第1のEGRクーラの直上流でのEGRガス温度が前記設定温度以下である場合には前記第1の切換弁の制御を通じて前記第1のEGRクーラへのEGRガスの流通を遮断し、前記第2の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度が前記設定温度よりも高い場合であっても前記第2のEGRクーラの直上流でのEGRガス温度が前記設定温度以下である場合には前記第2の切換弁の制御を通じて前記第2のEGRクーラへのEGRガスの流通を遮断することを特徴とするディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、排気通路内の排気ガスの一部を吸気通路に還流するディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ディーゼルエンジンには、 NO_x の排出を低減することを目的として、排気ガス再循環（EGR：Exhaust Gas Recirculation）装置が設けられている。EGR装置は、排気通路内の排気ガスの一部をEGRガスとして吸気通路に還流させることにより、吸気中の CO_2 等の不活性ガス成分を増加させる。これにより、EGR装置は、エンジンの燃焼温度を低下させて NO_x の排出量を低下させる。ここで、吸気中に占めるEGRガスの割合（EGR率）が所定未満である場合において、排気ガス中における NO_x と煤（SOOT）の発生量はトレードオフの関係にあり、SOOTの発生量は、EGR率が高くなるほど増加する。これは、エンジン筒内の酸素濃度が低下し、燃料の過濃領域が増加すると共に燃焼中のSOOTの酸化反応が緩慢となるためであると考えられる。その一方で、EGR率を所定以上まで増加させると（例えば、EGR率50%以上の大量EGRを行うと）、燃焼温度がSOOT生成温度以下の低温燃焼を実現することができ、 NO_x とSOOTの発生を同時に低減させることができる。

【0003】

ところで、過給機付きのエンジンに用いられるEGR装置としては、コンプレッサの下流側にEGRガスを還流させる高圧式のEGR装置が多く採用されている。

【0004】

しかしながら、高圧式のEGR装置は、コンプレッサの下流側にEGRガスを還流させる構成であるため、吸気圧よりも排気圧が十分に大きい低負荷時においては大量EGRを実現可能であるが、過給圧を増加させる中・高負荷時においては大量EGRを実現することが困難であった。

【0005】

10

20

30

40

50

そこで、近年では、タービンの下流側でディーゼルパティキュレートフィルタ（D P F : Diesel Particulate Filter）を通過後の排気ガスの一部をコンプレッサの上流側に E G R ガスとして還流させる低圧式の E G R 装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。この種の低圧 E G R 装置は、コンプレッサの上流側に E G R ガスを導入するため、過給圧が増加するエンジンの中・高負荷時においても十分な E G R ガスを還流させることができる。また、D P F 通過後のガスは S O O T が除去され、E G R ガスをクリーンな状態でエンジン内に導入することができるため、エンジンから排出される S O O T の低減にも繋がる。

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 4 0 7 5 8 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

しかしながら、低圧式の E G R 装置によって大量 E G R を実現可能な負荷領域を拡大することができたとしても、ある一定の負荷以上の領域においては、燃料噴射量を増加させても必要なトルクを発生できないという新たな問題が生じる。これは、大量 E G R によって酸素濃度が低下している状況下で燃料噴射量を増加させると、燃料の拡散が緩慢となり、燃料と空気の混合が不十分となることに起因する。そして、目標トルクを発生させることができない場合、エンジンの運転状態を、大量 E G R による低温燃焼の状態から、E G R ガスの導入を行わない通常のディーゼル燃焼に移行しなければならない。

【0 0 0 7】

従って、低圧式の E G R 装置を採用した場合にも、依然として、大量 E G R による低温燃焼を適用可能な負荷領域を拡大するには限界があった。なお、吸気通路に還流させる E G R ガスの流量を制限することにより（E G R 率を低下させることにより）、目標トルクを発生可能な領域に拡大することも考えられるが、このような場合、上述のように、N O_x と同時に S O O T の発生を低減させることが困難となり、良好な排気特性を維持することが困難となる。

【0 0 0 8】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、好適なトルク特性と排気特性とを維持しつつ、大量 E G R による低温燃焼の適用範囲を拡大することができるディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置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】

【0 0 0 9】

本発明の一態様によるディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置は、第 1 の気筒群或いは第 2 の気筒群の何れかにそれぞれ分類される複数の気筒と、前記第 1 の気筒群の前記各気筒に連通する第 1 の吸気通路部と前記第 2 の気筒群の前記各気筒に連通する第 2 の吸気通路部とに下流側が分岐する吸気通路と、前記第 1 の吸気通路部にコンプレッサが介装される第 1 の過給機と、前記第 2 の吸気通路部にコンプレッサが介装される第 2 の過給機と、ディーゼルパティキュレートフィルタよりも下流側の排気通路と前記第 1 の過給機のコンプレッサよりも上流側の前記第 1 の吸気通路部とを連通して前記排気通路内の排気ガスの一部を E G R ガスとして前記第 1 の吸気通路部に還流させる第 1 の E G R 通路と、前記第 1 の吸気通路部に対する前記第 1 の E G R 通路の開度を調整する第 1 の E G R 制御弁と、第 1 の E G R クーラと、当該第 1 の E G R クーラをバイパスする第 1 のバイパス通路に設けられた第 1 のヒータと、前記第 1 の E G R クーラと前記第 1 のバイパス通路との流量比を可変調整する第 1 の切換弁とを備え、前記第 1 の E G R 通路を流通する前記 E G R ガスを冷却或いは加熱することが可能であり、前記第 1 の E G R 通路を流通する前記 E G R ガスの温度調整を行う第 1 の調温手段と、前記ディーゼルパティキュレートフィルタよりも下流側の前記排気通路と前記第 2 の過給機のコンプレッサよりも上流側の前記第 2 の吸気通路部とを連通して前記排気通路内の排気ガスの一部を E G R ガスとして前記第 2 の吸気通路部に還流させる第 2 の E G R 通路と、前記第 2 の吸気通路部に対する前記第 2 の E G R 通路の開度を調整する第 2 の E G R 制御弁と、第 2 の E G R クーラと、当該第 2 の E

10

20

30

40

50

G Rクーラをバイパスする第2のバイパス通路に設けられた第2のヒータと、前記第2のE G Rクーラと前記第2のバイパス通路との流量比を可変調整する第2の切換弁とを備え、前記第2のE G R通路を流通する前記E G Rガスを冷却或いは加熱することが可能であり、前記第2のE G R通路を流通する前記E G Rガスの温度調整を行う第2の調温手段と、前記第1のE G Rクーラの直上流でのE G Rガス温度と前記第1の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度とに基づいて前記第1のヒータと前記第1の切換弁を制御するとともに、前記第2のE G Rクーラの直上流でのE G Rガス温度と前記第2の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度とに基づいて前記第2のヒータと前記第2の切換弁を制御する制御手段と、を備え、前記制御手段は、E G Rガス中の水蒸気が凝縮を開始する凝縮温度よりも所定に高い設定温度に基づいて制御を行うものであり、前記第1の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度が前記設定温度よりも高い場合であっても前記第1のE G Rクーラの直上流でのE G Rガス温度が前記設定温度以下である場合には前記第1の切換弁の制御を通じて前記第1のE G RクーラへのE G Rガスの流通を遮断し、前記第2の過給機のコンプレッサの直上流での吸気温度が前記設定温度よりも高い場合であっても前記第2のE G Rクーラの直上流でのE G Rガス温度が前記設定温度以下である場合には前記第2の切換弁の制御を通じて前記第2のE G RクーラへのE G Rガスの流通を遮断するものである。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明のディーゼルエンジンの排気ガス再循環装置によれば、好適なトルク特性と排気特性とを維持しつつ、大量E G Rによる低温燃焼の適用範囲を拡大することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の形態を説明する。図面は本発明の一実施形態に係わり、図1は排気ガス再循環装置を備えたエンジンの概略構成図、図2はエンジンの各燃焼領域を示す図表、図3は排気ガス再循環装置を備えたエンジンの変形例を示す概略構成図である。

【0012】

図1に示すエンジンは、例えば、自動車等の車両に搭載される過給機付きのディーゼルエンジンであり、本実施形態では、水平対向型4気筒エンジンが示されている。このエンジン1のシリンダブロック2の左右両バンクにはシリンダヘッド3 L, 3 Rがそれぞれ冠設されている。そして、例えば、シリンダブロック2の左バンクにはシリンダヘッド3 Lとの間に# 1, # 3気筒2 aが形成され、シリンダブロック2の右バンクにはシリンダヘッド3 Rとの間に# 2, # 4気筒2 aが形成されている。ここで、本実施形態において、これらの気筒2 aは、2つの気筒群(第1, 第2の気筒群)に分類されている。具体的には、# 1 ~ # 4気筒2 aのうち、例えば、エンジン1の左バンクに形成される# 1, # 3気筒2 aが第1の気筒群に分類され、エンジン1の右バンクに形成される# 2, # 4気筒2 aが第2の気筒群に分類されている。

30

【0013】

各シリンダヘッド3 L, 3 Rには、気筒2 a毎に吸気ポート3 aと排気ポート3 bとが形成されている。また、各シリンダヘッド3 L, 3 Rには、各吸、排気ポート3 a, 3 bを開閉する吸、排気弁を動作させるための動弁機構4 0がそれぞれ設けられている。本実施形態において、各動弁機構4 0は、可変バルブタイミング機構を備えており、クランク軸に対する吸気カム軸の回転位相(変位角)を連続的に変更することにより、吸気弁の開閉タイミングをバンク毎に変更することが可能となっている。また、各シリンダヘッド3 L, 3 Rには、燃料を筒内に直接噴射するためのインジェクタ4 1が気筒2 a毎にそれぞれ設けられている。

40

【0014】

各吸気ポート3 aは、吸気マニホールド5 L, 5 Rを介して上流側で気筒群毎に集合され、この集合部に形成されたエアチャンバ6 L, 6 Rを介して吸気通路7に個別に接続され

50

ている。具体的に説明すると、吸気通路 7 の下流側は、第 1 の吸気通路部 7 L と第 2 の吸気通路部 7 R とに分岐されている。そして、第 1 の吸気通路部 7 L の下流端がエアチャンバ 6 L に接続され、第 2 の吸気通路部 7 R の下流端がエアチャンバ 6 R に接続されている。

【 0 0 1 5 】

第 1 の吸気通路部 7 L には、第 1 のインタークーラ 1 0 L が介装され、この第 1 のインタークーラ 1 0 L の上流側に第 1 のターボ過給機 1 1 L のコンプレッサ 1 1 L a が介装されている。同様に、第 2 の吸気通路部 7 R には、第 2 のインタークーラ 1 0 R が介装され、この第 2 のインタークーラ 1 0 R の上流側に第 2 のターボ過給機 1 1 R のコンプレッサ 1 1 R a が介装されている。

10

【 0 0 1 6 】

さらに、第 1 , 第 2 の吸気通路部 7 L , 7 R の分岐部よりも上流側において、吸気通路 7 には、エアクリーナ 1 2 が介装され、このエアクリーナ 1 2 の上流側に吸気チャンバ 1 3 が連通されている。

【 0 0 1 7 】

一方、各排気ポート 3 b は、排気マニホールド 1 5 を介して下流側で集合され、排気通路 1 7 に接続されている。本実施形態において、排気通路 1 7 の中途は、第 1 , 第 2 の気筒群に対応して第 1 の排気通路部 1 7 L と第 2 の排気通路部 1 7 R とに分岐された後、再度集合されている。そして、第 1 の排気通路部 1 7 L には第 1 のターボ過給機 1 1 L のタービン 1 1 L b が介装され、第 2 の排気通路部 1 7 R には第 2 のターボ過給機 1 1 R のタービン 1 1 R b が介装されている。

20

【 0 0 1 8 】

さらに、第 1 , 第 2 の排気通路部 1 7 L , 1 7 R の集合部よりも下流側において、排気通路 1 7 には、ディーゼルパティキュレートフィルタ (D P F : Diesel Particulate Filter) 1 8 が介装され、この D P F 1 8 の下流側にマフラ 1 9 が介装されている。ここで、D P F 1 8 は、周知のように、排気中の P M (パティキュレートマター : 粒子状物質 = 主に黒煙 (煤 : S O O T) 、 S O F と称される燃え残った燃料や潤滑油の成分、サルフェートと称される軽油燃料中の硫黄分から生成される成分を含む) を捕集することで、これらの大気中への排出を抑制する。

【 0 0 1 9 】

30

このようなエンジン 1 の吸排気系において、吸気通路 7 と排気通路 1 7 との間には、排気ガス再循環装置 (E G R 装置) 3 0 が備えられている。本実施形態において、E G R 装置 3 0 は、排気通路 1 7 内の排気ガスの一部を E G R ガスとしてコンプレッサ 1 1 L a , 1 1 R a の上流側に還流させる低圧式の E G R 装置で構成され、この E G R 装置 3 0 は第 1 , 第 2 の E G R 通路 3 1 L , 3 1 R を有する。

【 0 0 2 0 】

第 1 の E G R 通路 3 1 L の一端側は D P F 1 8 よりも下流側で排気通路 1 7 に接続され、他端側はコンプレッサ 1 1 L a の上流側で第 1 の吸気通路部 7 L に接続されている。これにより、第 1 の E G R 通路 3 1 L は、排気通路 1 7 と第 1 の吸気通路部 7 L との間を連通し、D P F 1 8 で煤等が捕集された後の排気ガスの一部を、E G R ガスとしてコンプレッサ 1 1 L a の上流側に還流することが可能となっている。

40

【 0 0 2 1 】

同様に、第 2 の E G R 通路 3 1 R の一端側は D P F 1 8 よりも下流側で排気通路 1 7 に接続され、他端側はコンプレッサ 1 1 L a の上流側で第 2 の吸気通路部 7 R に接続されている。これにより、第 2 の E G R 通路 3 1 R は、排気通路 1 7 と第 2 の吸気通路部 7 R との間を連通し、D P F 1 8 で煤等が捕集された後の排気ガスの一部を、E G R ガスとしてコンプレッサ 1 1 R a の上流側に還流することが可能となっている。

【 0 0 2 2 】

また、第 1 の E G R 通路 3 1 L の中途には、第 1 の E G R 通路 3 1 L を開閉する第 1 の E G R 制御弁 3 2 L が介装されている。第 1 の E G R 制御弁 3 2 L は、例えば、バタフラ

50

イ式の弁体（図示せず）を有し、この弁体の開度がエンジン１の運転状態に応じてＥＣＵ５０で制御されることにより、第１のＥＧＲ通路３１Ｌ内を流通するＥＧＲガスの流量を調整する。

【００２３】

同様に、第２のＥＧＲ通路３１Ｒの中途には、第２のＥＧＲ通路３１Ｒを開閉する第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒが介装されている。第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒは、例えば、バタフライ式の弁体（図示せず）を有し、この弁体の開度がエンジン１の運転状態に応じてＥＣＵ５０で制御されることにより、第２のＥＧＲ通路３１Ｒ内を流通するＥＧＲガスの流量を調整する。

【００２４】

そして、ＥＧＲ装置３０は、気筒群に応じた２系統のＥＧＲ通路（第１，第２のＥＧＲ通路３１Ｌ，３１Ｒ）を有し、これら第１，第２のＥＧＲ通路３１Ｌ，３１Ｒのそれぞれに個別に介装されたＥＧＲ制御弁（第１，第２のＥＧＲ制御弁３２Ｌ，３２Ｒ）がエンジン制御ユニット（ＥＣＵ）５０を通じて開閉制御されることにより、第１，第２の気筒群をそれぞれ異なる燃焼形態で燃焼させることが可能となっている。

【００２５】

また、第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌよりも上流側において、第１のＥＧＲ通路３１Ｌの中途には、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌが介装されている。第１のＥＧＲクーラ３３Ｌは、例えば、水冷式のクーラで構成され、この第１のＥＧＲクーラ３３Ｌにはエンジン１の冷却水が循環される。そして、この冷却水との熱交換により、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌは、第１のＥＧＲ通路３１Ｌの内部を流通するＥＧＲガスを冷却する。

【００２６】

また、第１のＥＧＲ通路３１Ｌの中途には、第１のバイパス通路３４Ｌが介装されている。この第１のバイパス通路３４Ｌは、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌと並列に介装される迂回路であり、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌよりも上流側で第１のＥＧＲ通路３１Ｌから分岐し、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌよりも下流側且つ第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌよりも上流側で第１のＥＧＲ通路３１Ｌに合流する。

【００２７】

また、第１のＥＧＲ通路３１Ｌ上において、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌと第１のバイパス通路３４Ｌとの上流側の分岐部には、第１の切換弁３５Ｌが設けられている。この第１の切換弁３５Ｌは、例えば、三方バルブで構成され、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ側を流通するＥＧＲガスと第１のバイパス通路３４Ｌ側を流通するＥＧＲガスとの流量比を調整する。すなわち、第１の切換弁３５Ｌは、ＥＣＵ５０の制御により、第１のＥＧＲ通路３１Ｌに対する第１のＥＧＲクーラ３３Ｌと第１のバイパス通路３４Ｌとの連通量を切り換えることにより、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌと第１のバイパス通路３４Ｌに対するＥＧＲガスの流量比を、１：０から０：１までの間で可変調整する。

【００２８】

また、第１のバイパス通路３４Ｌには、内部を流通するＥＧＲガスを適宜昇温させるための第１のヒータ３６Ｌが設けられている。この第１のヒータ３６Ｌは、例えば、ＥＣＵ５０によって通電制御される電気抵抗式のヒータで構成され、第１のバイパス通路３４Ｌの外周に周設されている。

【００２９】

本実施形態において、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ、第１のバイパス通路３４Ｌ、第１の切換弁３５Ｌ、及び、第１のヒータ３６Ｌは、第１の調温手段を構成し、これらは、第１の切換弁３５Ｌ及び第１のヒータ３６ＬがＥＣＵ５０を通じて適宜作動制御されることにより、第１のＥＧＲ通路３１Ｌを流通するＥＧＲガスの温度調整を行う。

【００３０】

同様に、第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒよりも上流側において、第２のＥＧＲ通路３１Ｒの中途には、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒが介装されている。第２のＥＧＲクーラ３３Ｒは、例えば、水冷式のクーラで構成され、この第２のＥＧＲクーラ３３Ｒにはエンジン１の冷

10

20

30

40

50

却水が循環される。そして、この冷却水との熱交換により、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒは、第２のＥＧＲ通路３１Ｒの内部を流通するＥＧＲガスを冷却する。

【００３１】

また、第２のＥＧＲ通路３１Ｒの中途には、第２のバイパス通路３４Ｒが介装されている。この第２のバイパス通路３４Ｒは、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒと並列に介装される迂回路であり、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒよりも上流側で第２のＥＧＲ通路３１Ｒから分岐し、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒよりも下流側且つ第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒよりも上流側で第２のＥＧＲ通路３１Ｒに合流する。

【００３２】

また、第２のＥＧＲ通路３１Ｒ上において、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒと第２のバイパス通路３４Ｒとの上流側の分岐部には、第２の切換弁３５Ｒが設けられている。この第２の切換弁３５Ｒは、例えば、三方バルブで構成され、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒ側を流通するＥＧＲガスと第２のバイパス通路３４Ｒ側を流通するＥＧＲガスとの流量比を調整する。すなわち、第２の切換弁３５Ｒは、ＥＣＵ５０の制御により、第２のＥＧＲ通路３１Ｒに対する第２のＥＧＲクーラ３３Ｒと第２のバイパス通路３４Ｒとの連通量を切り換えることにより、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒと第２のバイパス通路３４Ｒに対するＥＧＲガスの流量比を、１：０から０：１までの間で可変調整する。

【００３３】

また、第２のバイパス通路３４Ｒには、内部を流通するＥＧＲガスを適宜昇温させるための第２のヒータ３６Ｒが設けられている。この第２のヒータ３６Ｒは、例えば、ＥＣＵ５０によって通電制御される電気抵抗式のヒータで構成され、第２のバイパス通路３４Ｒの外周に周設されている。

【００３４】

本実施形態において、第２のＥＧＲクーラ３３Ｒ、第２のバイパス通路３４Ｒ、第２の切換弁３５Ｒ、及び、第２のヒータ３６Ｒは、第２の調温手段を構成し、これらは、第２の切換弁３５Ｒ及び第２のヒータ３６ＲがＥＣＵ５０を通じて適宜作動制御されることにより、第２のＥＧＲ通路３１Ｒを流通するＥＧＲガスの温度調整を行う。

【００３５】

ＥＣＵ５０は、第１の気筒群と第２の気筒群の燃焼形態を、大量のＥＧＲガスを還流させることにより低圧燃焼、或いは、ＥＧＲガスを還流させない通常燃焼の何れかに、それぞれ異なるタイミングで選択的に切り換えることが可能となっている。本実施形態において、ＥＣＵ５０は、第１、第２の気筒群の燃焼形態の切換制御を、例えば、エンジン回転数センサ５１やアクセル開度センサ５２等の各種センサ類からの入力信号に基づいて行う。すなわち、ＥＣＵ５０には、例えば、図２に示すように、エンジン回転数と、アクセル開度等から演算される目標トルクと、に基づいて各気筒群の燃焼形態を決定するためのマップが予め実験等に基づいて設定され格納されている。

【００３６】

図２のマップにおいて、低温燃焼領域は、第１の気筒群及び第２の気筒群を共に低温燃焼させた場合にも目標トルクを発生させ得る運転領域に基づいて設定されている。従って、この低温燃焼領域内にエンジン回転数と目標トルクとがあるとき、ＥＣＵ５０は、第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌ及び第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒを共に開制御する。これにより、第１の気筒群及び第２の気筒群にＥＧＲガスが還流され、全気筒２ａで低温燃焼が実現される。

【００３７】

図２のマップにおいて、遷移領域は、第１の気筒群及び第２の気筒群を共に低温燃焼させた場合に、目標トルクに対して出力トルクが不足し始める運転領域に基づいて設定されている。従って、この遷移領域内にエンジン回転数と目標トルクとがあるとき、ＥＣＵ５０は、例えば、第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌを開制御する一方で、第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒを閉制御する。これにより、第１の気筒群では低温燃焼が行われる一方、第２の気筒群では、ＥＧＲガスの還流が遮断されて通常燃焼が行われる。そして、第１の気筒群で低温

10

20

30

40

50

燃焼が行われるとともに第２の気筒群で通常燃焼が行われることにより、 NO_x と SOOT の発生を共に低減可能な燃焼形態を一部の気筒（＃１，＃３気筒）２aで維持しつつ、目標トルクに対して不足する出力トルク分が残りの気筒（＃２，＃４気筒）２aで補われる。

【００３８】

図２のマップにおいて、通常燃焼領域は、第１の気筒群及び第２の気筒群を共に通常燃焼させなければ、目標トルクに達する出力トルクを発生させることが困難な運転領域に基づいて設定されている。従って、この通常燃焼領域にエンジン回転数と目標トルクとがあるとき、ＥＣＵ５０は、第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌ及び第２のＥＧＲ制御弁３２Ｒを共に閉制御する。これにより、第１の気筒群及び第２の気筒群に対するＥＧＲガスの還流が遮断され、全気筒２aで通常燃焼が実現される。

10

【００３９】

なお、ＥＣＵ５０は、判定した燃焼形態に応じて、動弁機構４０やインジェクタ４１を気筒群毎に制御し、これにより、吸気弁の開閉タイミングや燃料噴射タイミング等が最適化される。

【００４０】

ここで、第１，第２のＥＧＲ通路３１Ｌ，３１Ｒには各ＥＧＲクーラ３３Ｌ，３３Ｒの直上流でのＥＧＲガス温度（以下、クーラ前ガス温度という） T_{efL} ， T_{efR} をそれぞれ検出するための第１，第２の温度センサ３８Ｌ，３８Ｒが設けられている。また、第１，第２の吸気通路部７Ｌ，７Ｒには、第１，第２のコンプレッサ１１Ｌa，１１Ｒaの直上流での吸気温度（ＥＧＲガスを含む吸気温度：以下、コンプレッサ前ガス温度という） T_{cfL} ， T_{cfR} をそれぞれ検出するための第１，第２の温度センサ３９Ｌ，３９Ｒが設けられている。

20

【００４１】

そして、ＥＣＵ５０は、温度センサ３８Ｌ，３９Ｌで検出された各検出温度 T_{efL} ， T_{cfL} に基づいて切換弁３５Ｌ及びヒータ３６Ｌの制御を行うことで第１のＥＧＲ通路３１Ｌを流通するＥＧＲガスの温度制御を行い、ＥＧＲガス中の水蒸気が凝縮水となることを抑制する。

【００４２】

具体的に説明すると、第１のＥＧＲ制御弁３２Ｌが開弁制御されて第１の気筒群にＥＧＲガスが還流されている場合において、ＥＣＵ５０は、基本的には、コンプレッサ前ガス温度 T_{cfL} に基づいて第１の切換弁３５Ｌ及び第１のヒータ３６Ｌを制御する。すなわち、ＥＣＵ５０は、まず、コンプレッサ前ガス温度 T_{cfL} が設定温度 T_2 以下である場合には、第１の切換弁３５Ｌの制御を通じて、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ側を流通するＥＧＲガスの流量比を減少させる（第１のバイパス通路３４Ｌ側を流通するＥＧＲガスの流量比を増加させる）。さらに、ＥＣＵ５０は、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ側へのＥＧＲガスの流通が遮断された場合であっても依然としてコンプレッサ前ガス温度 T_{cfL} が設定温度 T_2 以下である場合、第１のヒータ３６Ｌの通電制御を通じて、第１のバイパス通路３４Ｌ内を流通するＥＧＲガスの昇温制御を行う。但し、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ内での凝縮水の発生を防止するため、コンプレッサ前ガス温度 T_{cfL} が設定温度 T_2 より高い場合であっても、クーラ前ガス温度 T_{efL} が設定温度 T_2 以下である場合、ＥＣＵ５０は、第１のＥＧＲクーラ３３Ｌ側へのＥＧＲガスの流通を遮断する。ここで、設定温度 T_2 は、例えば、ＥＧＲガス中の水蒸気が凝縮を開始する温度（凝縮温度） T_1 を基準として設定されるもので、具体的には、凝縮温度 T_1 （例えば、 $T_1 = 100$ ）よりも所定温度高い温度に設定されている。

30

40

【００４３】

同様に、ＥＣＵ５０は、温度センサ３８Ｒ，３９Ｒで検出された各検出温度 T_{efR} ， T_{cfR} に基づいて切換弁３５Ｒ及びヒータ３６Ｒの制御を行うことで第２のＥＧＲ通路３１Ｒを流通するＥＧＲガスの温度制御を行い、ＥＧＲガス中の水蒸気が凝縮水となることを抑制する。

50

【 0 0 4 4 】

具体的に説明すると、第2のEGR制御弁32Rが開弁制御されて第2の気筒群にEGRガスが還流されている場合において、ECU50は、基本的には、コンプレッサ前ガス温度TcfRに基づいて第2の切換弁35R及び第2のヒータ36Rを制御する。すなわち、ECU50は、まず、コンプレッサ前ガス温度TcfRが設定温度T2以下である場合には、第2の切換弁35Rの制御を通じて、第2のEGRクーラ33R側を流通するEGRガスの流量比を減少させる（第2のバイパス通路34R側を流通するEGRガスの流量比を増加させる）。さらに、ECU50は、第2のEGRクーラ33R側へのEGRガスの流通が遮断された場合であっても依然としてコンプレッサ前ガス温度TcfRが設定温度T2以下である場合、第2のヒータ36Rの通電制御を通じて、第2のバイパス通路34R内を流通するEGRガスの昇温制御を行う。但し、第2のEGRクーラ33R内での凝縮水の発生を防止するため、コンプレッサ前ガス温度TcfRが設定温度T2より高い場合であっても、クーラ前ガス温度TefRが設定温度T2以下である場合、ECU50は、第2のEGRクーラ33R側へのEGRガスの流通を遮断する。

10

【 0 0 4 5 】

このような実施形態によれば、#1～#4気筒2aを第1の気筒群と第2の気筒群に分類し、吸気通路7の下流側を第1、第2の吸気通路部7L、7Rに分岐させて第1、第2の気筒群にそれぞれ連通し、第1、第2の吸気通路部7L、7Rに第1、第2のターボ過給機11L、11Rのコンプレッサ11La、11Raを介装すると共に、第1、第2のEGR制御弁32L、32Rをそれぞれ備えた第1、第2のEGR通路31L、31Rをコンプレッサ11La、11Raの上流側で第1、第2の吸気通路部7L、7Rにそれぞれ接続することにより、第1、第2の気筒群の燃焼形態をそれぞれ異なるタイミングで、低温燃焼或いは通常燃焼の何れかにそれぞれ切り換えることができる。そして、第1、第2の気筒群を共に低温燃焼させた場合に目標トルクに対して出力トルクが不足し始める運転領域において、例えば、第1の気筒群を低温燃焼させ、第2の気筒群を通常燃焼させることにより、好適なトルク特性と排気特性とを維持しつつ、大量EGRによる低温燃焼の適用範囲を拡大することができる。

20

【 0 0 4 6 】

その際、第1、第2のEGR通路31L、31Rの中途に、第1、第2のEGRクーラ33L、33R、第1、第2のバイパス通路34L、34R、第1、第2の切換弁35L、35R、及び、第1、第2のヒータ36L、36R等からなる調温手段をそれぞれ設け、各EGR通路31L、31R内を流通するEGRガスを個別に温度調整可能とすることにより、EGRガスの温度を気筒群毎に精度よく制御することができる。すなわち、例えば、一方の気筒群に対してのみ低温燃焼を行う場合等においても、当該気筒群に還流させるEGRガスの流量等に適した専用の調温手段により、EGRガスの温度調整や管理等を容易に実現することができる。また、例えば、一方の気筒群のみを低温燃焼させた後、両気筒群を低温燃焼へと移行した場合等には、各EGR通路31L、31R等をはじめとする各部の温度等が異なる場合があるが、このような場合においても、EGRガスを気筒群毎に制御することで凝縮水の発生等を的確に抑制することができる。

30

【 0 0 4 7 】

また、各気筒2aをバンク毎に第1の気筒群と第2の気筒群とに分類することにより、燃焼形態に応じて変化する動弁機構40やインジェクタ41等の制御を簡単な構成で容易に実現することができる。

40

【 0 0 4 8 】

ここで、上述の実施形態においては、バンク毎に配設した第1、第2の吸気マニホールド5L、5Rにより#1～#4気筒2aをバンク毎に第1、第2の気筒群に分類した一例について説明したが、例えば、図3に示すように、バンク間に跨る第1、第2の吸気マニホールド5A、5Bによって、異バンクの気筒2aを第1、第2の気筒群に分類することも可能である。このように構成すれば、例えば、第1、第2の気筒群で燃焼形態を異ならせた場合にも、左右バンク間の振動バランスを好適に保つことができる。

50

【 0 0 4 9 】

なお、上述の実施形態においては、本発明の排気ガス再循環装置を水平対向型のエンジンに適用した一例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、V型エンジンや直列型の多気筒エンジンにも適用が可能であることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図1】排気ガス再循環装置を備えたエンジンの概略構成図

【図2】エンジンの各燃焼領域を示す図表

【図3】排気ガス再循環装置を備えたエンジンの変形例を示す概略構成図

【符号の説明】

10

【 0 0 5 1 】

- 1 ... エンジン
- 2 ... シリンダブロック
- 2 a ... 気筒
- 3 L ... シリンダヘッド
- 3 R ... シリンダヘッド
- 3 a ... 吸気ポート
- 3 b ... 排気ポート
- 5 L ... 第1の吸気マニホルド
- 5 R ... 第2の吸気マニホルド
- 6 L ... 第1のエアチャンバ
- 6 R ... 第2のエアチャンバ
- 7 ... 吸気通路
- 7 L ... 第1の吸気通路部
- 7 R ... 第2の吸気通路部
- 10 L ... 第1のインタークーラ
- 10 R ... 第2のインタークーラ
- 11 L ... 第1のターボ過給機
- 11 L a ... コンプレッサ
- 11 L b ... タービン
- 11 R ... 第2のターボ過給機
- 11 R a ... コンプレッサ
- 11 R b ... タービン
- 12 ... エアクリーナ
- 13 ... 吸気チャンバ
- 15 ... 排気マニホルド
- 17 ... 排気通路
- 17 L ... 第1の排気通路部
- 17 R ... 第2の排気通路部
- 18 ... D P F (Diesel Particulate Filter)
- 19 ... マフラ
- 30 ... 排気ガス再循環装置
- 31 ... E G R 通路
- 31 C ... E G R 通路部
- 31 L ... 第1のE G R 通路
- 31 R ... 第2のE G R 通路
- 32 L ... 第1のE G R 制御弁
- 32 R ... 第2のE G R 制御弁
- 33 L ... 第1のE G R クーラ (第1の調温手段)
- 33 R ... 第2のE G R クーラ (第2の調温手段)

20

30

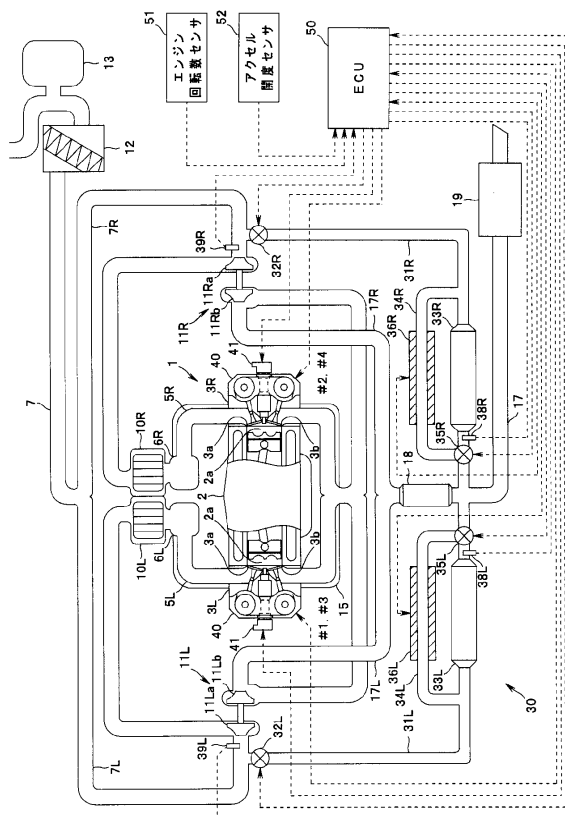
40

50

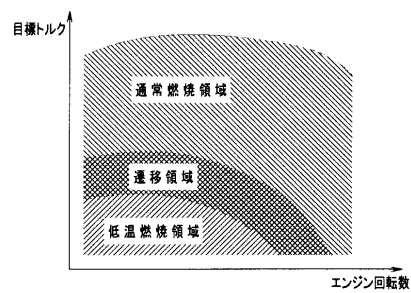
- 3 4 L ... 第1のバイパス通路(第1の調温手段)
- 3 4 L ... 第1のバイパス通路(第1の調温手段)
- 3 4 R ... 第2のバイパス通路(第2の調温手段)
- 3 5 L ... 第1の切換弁(第1の調温手段)
- 3 5 R ... 第2の切換弁(第2の調温手段)
- 3 6 L ... 第1のヒータ(第1の調温手段)
- 3 6 R ... 第2のヒータ(第2の調温手段)
- 3 8 L ... 第1の温度センサ
- 3 8 R ... 第2の温度センサ
- 3 9 L ... 第1の温度センサ
- 4 0 ... 動弁機構
- 4 1 ... インジェクタ
- 5 0 ... エンジン制御ユニット
- 5 1 ... エンジン回転数センサ
- 5 2 ... アクセル開度センサ
- 5 A ... 第1の吸気マニホルド
- 5 B ... 第2の吸気マニホルド

10

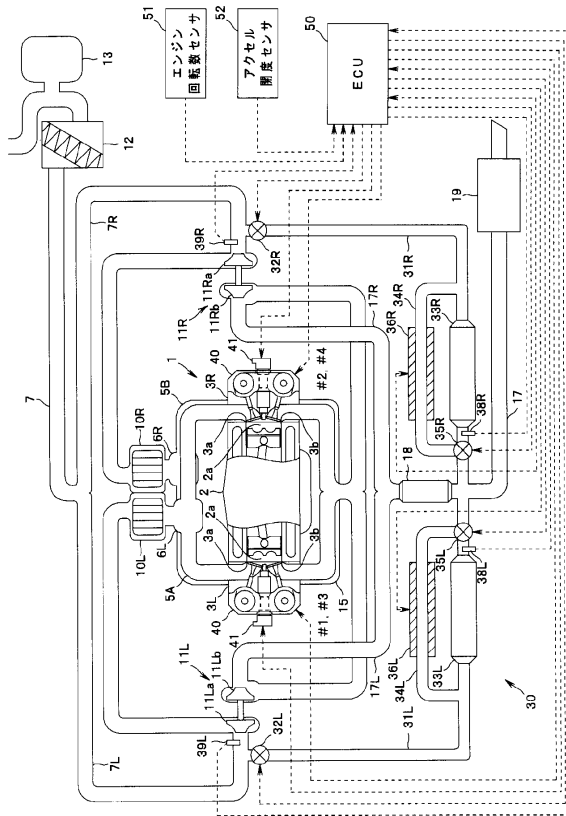
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-002728(JP,A)
特開2005-054771(JP,A)
特開2006-177191(JP,A)
特開2007-092755(JP,A)
特開2005-076508(JP,A)
特開平11-117815(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 25/07