

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02012/140751

発行日 平成26年7月28日 (2014. 7. 28)

(43) 国際公開日 平成24年10月18日 (2012. 10. 18)

| | | |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F 1 | テーマコード (参考) |
| FO2D 13/02 (2006.01) | FO2D 13/02 K | 3G092 |
| FO2D 23/00 (2006.01) | FO2D 23/00 J | |
| FO2D 21/08 (2006.01) | FO2D 23/00 K | |
| | FO2D 21/08 3O1Z | |
| | FO2D 21/08 311B | |

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 24 頁) 最終頁に続く

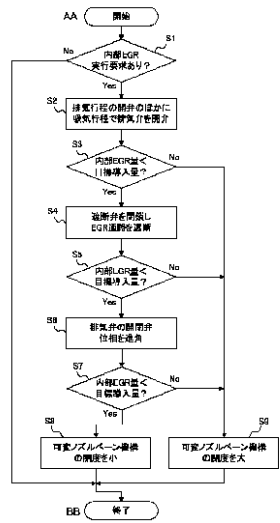
| | |
|---------------------------------------|---|
| 出願番号 特願2011-548464 (P2011-548464) | (71) 出願人 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (21) 国際出願番号 PCT/JP2011/059173 | (74) 代理人 100087480 弁理士 片山 修平 |
| (22) 国際出願日 平成23年4月13日 (2011. 4. 13) | (72) 発明者 岩田 一康 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| (11) 特許番号 特許第5126424号 (P5126424) | (72) 発明者 柳瀬 佳紀 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |
| (45) 特許公報発行日 平成25年1月23日 (2013. 1. 23) | (72) 発明者 伊藤 勝広 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

エンジンシステム1は、エンジン100の運動作を総括的に制御するエンジンECU10と、排気弁23を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁可能で、かつ、排気弁23の開弁および閉弁の位相を変更する油圧VV T機構27と、排気マニホールドに連結したEGR通路16を遮断可能な遮断弁163と、ターボチャージャ14の過給効率を制御する可変ノズルベーン機構141と、を備える。エンジンECU10は、油圧VV T機構27を調節して排気弁23を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させて、前サイクルの排ガスの一部(内部EGR)を燃焼室に導入する。また、エンジンECU10は、遮断弁163、油圧VV T機構27、および可変ノズルベーン機構141を調節し、燃焼室への内部EGRの導入量を制御する。



AA Start
 S1 Request for implementing internal EGR present?
 S2 Open exhaust valve in intake stroke as well as in exhaust stroke
 S3, S4, S7, S9 Close cutoff valve and block EGR passage
 S4 Advance opening/closing phase of exhaust valve
 S6 Decrease opening degree of variable nozzle vane mechanism
 S8 Increase opening degree of variable nozzle vane mechanism
 EB End

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁可能な可変動弁手段と、

前記排気弁の開弁および閉弁の位相を変更する位相変更手段と、

前記内燃機関の排気マニホールドの容積と前記排気マニホールドに連通する空間の容積との和である排気系容積を変更可能な排気系容積変更手段と、

前記内燃機関の排ガスのエネルギーを利用して吸入空気を過給する過給機の過給効率を制御する過給効率制御手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【請求項 2】

前記可変動弁手段は、前記内燃機関の運転状態に応じて、前記内燃機関の前記排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させ、前記内燃機関の燃焼室から排気側に流出した排ガスの一部を前記燃焼室に導入する制御を実行し、

前記可変動弁手段の制御によって前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記排気系容積変更手段が前記排気系容積を小さくする制御を実行することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記排気系容積変更手段の制御が実行された後の前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記位相変更手段が前記排気弁の開弁および閉弁の位相を進角させる制御を実行することを特徴とする請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

20

【請求項 4】

前記位相変更手段の制御が実行された後の前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記過給効率制御手段が前記過給機の過給効率を向上させる制御を実行することを特徴とする請求項 3 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記可変動弁手段の制御によって前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量を超える場合に、前記過給効率制御手段が前記過給機の過給効率を低下させる制御を実行することを特徴とする請求項 2 から 4 のいずれか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記内燃機関の運転状態に応じて、前記位相変更手段が前記内燃機関の排気行程における前記排気弁の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させる制御を実行し、かつ、前記排気系容積変更手段が前記排気系容積を小さくする制御を実行し、

前記可変動弁手段は、前記位相変更手段の制御と前記排気系容積変更手段の制御とが実行された後に、前記内燃機関の前記排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させ、前記内燃機関の燃焼室に残留する排ガスを排気側へ流出させる制御を実行することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 7】

前記過給効率制御手段は、前記位相変更手段の制御と前記排気系容積変更手段の制御とが実行された後の前記過給機の過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、前記過給機の過給効率を低下させる制御を実行することを特徴とする請求項 6 記載の内燃機関の制御装置。

40

【請求項 8】

前記過給機よりも上流の排気側と吸気側とを連通し、排ガスの一部を前記吸気通路に還流させる排ガス還流通路と、

前記排ガス還流通路の排ガス入口部分の近傍に設けられた遮断弁と、を備え、

前記排気系容積変更手段は、前記遮断弁を閉鎖することで排気系容積を小さくすることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関（特にディーゼル機関）において、燃焼室から排出される窒素酸化物（NOx）の量を低減するために、排ガスの一部を燃焼室に導入する排ガス還流（Exhaust Gas Recirculation: EGR）を行う技術が知られている。EGRを行う手法としては、内燃機関の排気通路と吸気通路とを連結するEGR通路を設けて、排気通路を流通する排ガスの一部を吸気通路に流入させる手法（以下、外部EGRという）が広く知られている。

10

【0003】

また、EGRを行う手法としては、外部EGRのほかに、前サイクルの既燃ガスを利用する手法（以下、内部EGRという）がある。内部EGRを実行する内燃機関の技術としては、内燃機関の吸気行程に排気弁を開くことで、前サイクルに燃焼室から排気側に流出した既燃ガス（排ガス）の一部を再び燃焼室に導入する技術が特許文献1に開示されている。また、内燃機関の吸気弁と排気弁とが共に閉じた負のバルブオーバーラップ期間を可変とすることで内部EGRの導入量を制御する技術が特許文献2に開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-144713号公報

【特許文献2】特開2007-303355号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

このような内部EGRの実行によって燃焼室に導入される排ガスの量は、内燃機関の吸気側と排気側との圧力バランスによって変化する。特に、内燃機関には排気側の圧力が周期的に変動する排気脈動が生じるために、吸気側と排気側との圧力差を把握せずに内部EGRの制御を行うと、燃焼室へ導入される排ガスの実導入量が目標導入量と大きく異なってしまう場合がある。

30

【0006】

また、内部EGRの実行が要求されない運転領域では、燃焼室への吸入空気の導入量を増大させるために、できるだけ既燃ガスを燃焼室から排気側に排出させることが望ましい。このような内燃機関の運転領域では、排気脈動によって排気側の圧力が吸気側の圧力を下回るタイミングに排気弁を開弁させることで、燃焼室の既燃ガスを掃気して吸入空気の導入量を増大させることができる。このような掃気制御についても、吸気側と排気側との圧力差を把握せずに排気弁を開弁させると十分な掃気効果が得られない場合がある。

【0007】

40

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる内燃機関の制御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】

【0008】

上記目的を達成するために、本発明の内燃機関の制御装置は、内燃機関の排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁可能な可変動弁手段と、前記排気弁の開弁および閉弁の位相を変更する位相変更手段と、前記内燃機関の排気マニホールドの容積と前記排気マニホールドに連通する空間の容積との和である排気系容積を変更可能な排気系容積変更手段と、前記内燃機関の排ガスのエネルギーを利用して吸入空気を過給する過給機の過

50

給効率を制御する過給効率制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0009】

上記のように、可変動弁手段、位相変更手段、排気系容積変更手段および過給効率制御手段を備える構成によって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0010】

特に、本発明の内燃機関の制御装置は、前記可変動弁手段が、前記内燃機関の運転状態に応じて、前記内燃機関の前記排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させ、前記内燃機関の燃焼室から排気側に流出した排ガスの一部を前記燃焼室に導入する制御を実行し、前記可変動弁手段の制御によって前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記排気系容積変更手段が前記排気系容積を小さくする制御を実行する構成であってもよい。

10

【0011】

内燃機関の排気系容積を小さくすると排気脈動が強まる、すなわち排気側の圧力が高まることが知られている。そのため、上記の構成により、内燃機関の排気系容積を小さくして排気側の圧力を高めることで、燃費を悪化させることなく燃焼室への排ガスの導入量を増大させることができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0012】

また、本発明の内燃機関の制御装置は、前記排気系容積変更手段の制御が実行された後の前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記位相変更手段が前記排気弁の開弁および閉弁の位相を進角させる制御を実行する構成であってもよい。

20

【0013】

上記の構成により、排気弁の開弁の位相を進角させて排気側の圧力を高めると共に、排気弁の閉弁の位相を進角させて燃焼室に排ガスを閉じ込めることで、燃費の悪化を抑制しつつ燃焼室への排ガスの導入量を増大させることができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0014】

そして、本発明の内燃機関の制御装置は、前記位相変更手段の制御が実行された後の前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量未満である場合に、前記過給効率制御手段が前記過給機の過給効率を向上させる制御を実行する構成であってもよい。

30

【0015】

上記の構成により、過給機の過給効率を向上させて排気側の圧力を高めることで、燃焼室への排ガスの導入量を増大させることができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0016】

更に、本発明の内燃機関の制御装置は、前記可変動弁手段の制御によって前記燃焼室へ導入される排ガスの導入量が目標導入量を超える場合に、前記過給効率制御手段が前記過給機の過給効率を低下させる制御を実行する構成であってもよい。

40

【0017】

上記の構成により、過給機の過給効率を低下させて排気側の圧力を低減することで、燃焼室への排ガスの導入量を減少させることができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0018】

また、本発明の内燃機関の制御装置は、前記内燃機関の運転状態に応じて、前記位相変更手段が前記内燃機関の排気行程における前記排気弁の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させる制御を実行し、かつ、前記排気系容積変更手段が前記排気系容積を小さくする制御を実行し、前記可変動弁手段が、前記位相変更手段の制御と前記排気系容積変更手段の制御とが実行された後に、前記内燃機関の前記排気弁を排気行程における開弁動

50

作のほかに吸気行程で開弁させ、前記内燃機関の燃焼室に残留する排ガスを排気側へ流出させる制御を実行する構成であってもよい。

【0019】

上記の構成により、内部EGRの実行が要求されない運転領域において、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回ったときに排気弁を開弁させることができることから、燃焼室の既燃ガスを適切に掃気することができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0020】

そして、本発明の内燃機関の制御装置は、前記過給効率制御手段が、前記位相変更手段の制御と前記排気系容積変更手段の制御とが実行された後の前記過給機の過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、前記過給機の過給効率を低下させる制御を実行する構成であってもよい。

10

【0021】

上記の構成により、過給機の過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、過給機の過給効率を低下させて排気側の圧力を低減することで、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る機会を増大させることができる。よって、燃焼室の既燃ガスを適切に掃気することができることから、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【0022】

更に、本発明の内燃機関の制御装置は、前記過給機よりも上流の排気側と吸気側とを連通し、排ガスの一部を前記吸気通路に還流させる排ガス還流通路と、前記排ガス還流通路の排ガス入口部分の近傍に設けられた遮断弁と、を備え、前記排気系容積変更手段が、前記遮断弁を閉鎖することで排気系容積を小さくする構成であってもよい。

20

【0023】

上記の構成により、内燃機関の排気系容積を排ガス還流通路の容積ぶん小さくすることができることから、排気側の圧力を適切に制御することができる。よって、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】図1は、実施例のエンジンシステムの一構成例を示した図である。

【図2】図2は、実施例のエンジンの一気筒の構成例を示した断面図である。

【図3】図3は、エンジンの排気側の圧力挙動とバルブリフト例を示している。

【図4】図4は、エンジンECUの処理の一例を示すフローチャートである。

【図5】図5は、エンジンの吸気側および排気側の圧力挙動とバルブリフト例を示している。

【図6】図6は、エンジンECUの処理の一例を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明を実施するための形態を図面と共に詳細に説明する。

【実施例1】

【0027】

本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。図1は、本発明の内燃機関の制御装置を搭載したエンジンシステム1の一構成例を示した図である。なお、図1にはエンジンの一部の構成のみを示している。

【0028】

図1に示すエンジンシステム1は、動力源であるエンジン100を備えており、エンジ

50

ン100の運転動作を総括的に制御するエンジンECU(Electronic Control Unit)10を備えている。また、エンジンシステム1は、エンジン100の排気マニホールド13の下流側にターボチャージャ14を備えており、ターボチャージャ14の過給効率を制御する可変ノズルベーン機構141を備えている。そして、エンジンシステム1は、エンジン100の排気弁23のバルブタイミングを変更する油圧VVT機構27を備えている。更に、エンジンシステム1は、エンジン100のEGR通路16の排ガス入口部分に遮断弁163を備えている。また、エンジンシステム1は、エンジン100の冷却水温を検出する水温センサ42、エンジン100の排ガス温度を検出する排気温センサ43、および外部の気圧を検出する気圧センサ44を備えている。

【0029】

図2は、実施例のエンジン100の一気筒の構成例を示した断面図である。エンジン100は、車両に搭載される4気筒ディーゼルエンジンであって、各気筒は燃焼室を構成するピストンを備えている。各燃焼室のピストンは、エンジン100のシリンダに摺動自在に嵌合されており、それぞれコネクティングロッドを介して出力軸部材であるクランクシャフト21に連結されている。

【0030】

エンジンECU10は、エアフロメータ46からの吸入空気量、クランク角センサ41からのピストンの位置等の情報に基づき、燃料の噴射量および噴射タイミングを決定しインジェクタ17に信号を送る。インジェクタ17は、エンジンECU10の信号に従って、指示された燃料噴射量および噴射タイミングで燃焼室内に燃料を噴射する。インジェクタ17より噴射された燃料は、燃焼室内で霧化し、吸気弁の開弁に伴って燃焼室内へ流入する吸入空気と混合気を形成する。そして、混合気は、ピストンの上昇運動により燃焼室内で圧縮されて着火することで燃焼し、燃焼室内を膨張させてピストンを下降させる。この下降運動がコネクティングロッドを介してクランクシャフト21の軸回転に変更されることにより、エンジン100は動力を得る。この場合、エンジン100は、4気筒に限定されず、多気筒ディーゼルエンジンを適用することができる。また、エンジン100は、軽油を燃料とするディーゼルエンジンが好ましいが、それに限定されない。

なお、エンジン100は、本発明の内燃機関の一構成例である。

【0031】

クランクシャフト21の軸の近傍には、クランク角センサ41が設けられている。クランク角センサ41は、クランクシャフト21軸の回転角度を検出するように構成されており、検出結果をエンジンECU10に送信する。それにより、エンジンECU10は、運転時のクランクシャフト21軸の回転数や回転角速度など、クランク角に関する情報を取得する。そして、エンジンECU10は、取得したクランクシャフト21軸の回転数や回転角速度に基づきエンジン回転数やエンジントルクを算出してエンジン100の出力を認識する。

【0032】

エンジン100の燃焼室の周辺にはその内部を冷却水が循環するウォータジャケットが設けられており、ウォータジャケットには冷却水の温度を測定するための水温センサ42が設けられている。水温センサ42は、ウォータジャケット内部の冷却水の温度を検出して結果をエンジンECU10へ送信する。それにより、エンジンECU10はエンジン100の冷却水の温度を認識する。この場合、水温センサ42は、エンジン100内部を循環する冷却水の温度を検出可能な任意の位置に設けることができる。また、エンジンECU10は、水温センサ42の検出結果に代えて、排ガス温度等の他の検出温度から冷却水温を認識してもよいし、エンジン100の運転履歴から冷却水温を推定する構成であってもよい。

【0033】

各燃焼室には複数の吸気弁、排気弁が設けられている。図2には吸気弁、排気弁をそれぞれ1つずつ示している。燃焼室の各吸気ポートには、それぞれ吸気弁22が配置されており、吸気弁22を開閉駆動させるための吸気カムシャフト24が配置されている。更に

10

20

30

40

50

、燃焼室の各排気ポートには、それぞれ排気弁 2 3 が配置されており、排気弁 2 3 を開閉駆動させるための排気カムシャフト 2 5 が配置されている。

【 0 0 3 4 】

吸気弁 2 2 および排気弁 2 3 はクランクシャフト 2 1 の回転が連結機構（例えばタイミングベルト、タイミングチェーンなど）により伝達された吸気カムシャフト 2 4 および排気カムシャフト 2 5 の回転により開閉され、吸気ポートおよび排気ポートと燃焼室とを連通・遮断する。なお、吸気弁 2 2、および排気弁 2 3 の位相は、クランク角を基準にして表される。

【 0 0 3 5 】

吸気カムシャフト 2 4 は可変動弁機構（以下、V V T 機構という）である電動 V V T 機構 2 6 を有している。この電動 V V T 機構 2 6 はエンジン E C U 1 0 の指示により電動モータで吸気カムシャフト 2 4 を回転させる。それにより吸気カムシャフト 2 4 のクランクシャフト 2 1 に対する回転位相が変更されることから、吸気弁 2 2 のバルブタイミングが変更される。この場合、吸気カムシャフト 2 4 の回転位相は、吸気カム角センサ 4 8 にて検出され、エンジン E C U 1 0 へと出力される。それにより、エンジン E C U 1 0 は、吸気カムシャフト 2 4 の位相を取得することができるとともに、吸気弁 2 2 の位相を取得することができる。また、吸気カムシャフト 2 4 の位相は、クランク角を基準にして表される。

10

【 0 0 3 6 】

排気カムシャフト 2 5 は油圧 V V T 機構 2 7 を有している。この油圧 V V T 機構 2 7 はエンジン E C U 1 0 の指示によりオイルコントロールバルブ（以下、O C V という）で排気カムシャフト 2 5 を回転させる。それにより排気カムシャフト 2 5 のクランクシャフト 2 1 に対する回転位相が変更されることから、排気弁 2 3 のバルブタイミングが変更される。この場合、排気カムシャフト 2 5 の回転位相は、排気カム角センサ 4 9 にて検出され、エンジン E C U 1 0 へと出力される。それにより、エンジン E C U 1 0 は、排気カムシャフト 2 5 の位相を取得することができるとともに、排気弁 2 3 の位相を取得することができる。また、排気カムシャフト 2 5 の位相は、クランク角を基準にして表される。更に、油圧 V V T 機構 2 7 は、エンジン E C U 1 0 の指示により O C V を調節することでエンジン 1 0 0 の吸気行程に排気弁 2 3 を開弁させることができる。本実施例の油圧 V V T 機構 2 7 は油圧駆動式であるが、吸気カムシャフト 2 4 と同様の電動式であってもよい。

20

30

なお、油圧 V V T 機構 2 7 は、本発明の可変動弁手段および位相変更手段の一構成例である。

【 0 0 3 7 】

図 1 に戻り、エンジン 1 0 0 は、インジェクタ 1 7、コモンレール 1 8、低圧燃料ポンプ、高圧燃料ポンプ等より構成されるコモンレール式燃料噴射システムを備えている。燃料タンクより低圧燃料ポンプにより吸引された燃料は、高圧燃料ポンプにてコモンレール 1 8 へ高圧で吐出し蓄圧される。

【 0 0 3 8 】

コモンレール 1 8 は、インジェクタ 1 7 に供給する高圧燃料を蓄圧する容器である。高圧燃料ポンプから圧送された燃料は、コモンレール 1 8 内で噴射に必要な圧力まで蓄圧され、高圧配管を通じて各燃焼室のインジェクタ 1 7 に供給される。また、コモンレール 1 8 にはレール圧センサおよび減圧弁が設けられている。エンジン E C U 1 0 は、レール圧センサから出力されたコモンレール 1 8 内部の燃圧が規定値を超えた場合に、減圧弁を開放するように指示する。そして、減圧弁より燃料を排出することで、コモンレール圧が常に規定値以下になるよう調整する。減圧弁より排出された燃料は、リリーフ配管を通過して燃料タンクへと戻される。

40

【 0 0 3 9 】

各燃焼室には、それぞれインジェクタ 1 7 が装着されている。コモンレール 1 8 より高圧配管を通じて供給された燃料は、エンジン E C U 1 0 の指示によりインジェクタ 1 7 にてエンジン気筒内の燃焼室に噴射供給される。エンジン E C U 1 0 は、エアフロメータ 4

50

6からの吸入空気量、およびクランク角センサ41からのピストンの位置の情報等に基づき、燃料噴射量と噴射タイミングを決定しインジェクタ17に信号を送る。インジェクタ17はエンジンECU10の信号に従って、指示された燃料噴射量・噴射タイミングにて燃焼室内へ燃料を高圧噴射する。インジェクタ17のリーク燃料は、リリーフ配管を通じて燃料タンクへと戻される。この場合、インジェクタ17は、エンジン100の仕様に応じて燃焼室の任意の位置に装着することができる。

【0040】

エンジン100の各燃焼室には、それぞれの燃焼室と連通する吸気マニホールド11が接続されている。吸気マニホールド11は、吸気通路12によってエアフロメータ46、ディーゼルスロットル19、インタークーラ、ターボチャージャ14のコンプレッサを介してエアクリーナに連結されており、エンジン100の外部から取り込まれた吸入空気を各燃焼室内へ導入する。

10

【0041】

ディーゼルスロットル19にはスロットルポジションセンサ47が設けられている。エアフロメータ46およびスロットルポジションセンサ47は、それぞれ吸気通路12を通過する吸入空気量、およびディーゼルスロットル19の弁開度を検出し、検出結果をエンジンECU10に送信する。エンジンECU10は、送信された検出結果に基づいて吸気マニホールド11へ導入される吸入空気量を認識し、ディーゼルスロットル19の弁開度を調節することでエンジン100の運転に必要な吸入空気を燃焼室へ導入する。

ディーゼルスロットル19は、ステップモータを用いたスロットルバイワイヤ方式を適用することが好ましいが、ディーゼルスロットル19の弁開度を任意に変更可能なその他の機構を適用してもよい。

20

【0042】

更に、エンジン100の各燃焼室には、それぞれの燃焼室と連通する排気マニホールド13が接続されている。排気マニホールド13は、排気通路15によってターボチャージャ14の排気タービンを介して排気浄化装置30に連結されており、燃焼後の排ガスをエンジン100の外部へと排出させる。

【0043】

ターボチャージャ14は、排ガスの運動エネルギーを利用して排気タービンを回転させ、エアクリーナを通過した吸入空気を圧縮してインタークーラへと送り込む。圧縮された吸入空気は、インタークーラで冷却された後に吸気マニホールド11へと導入される。

30

ターボチャージャ14は、可変ノズル式ターボチャージャ(Variable Nozzle Turbo, 以下、VNTと略記する)であって、排気タービン側に可変ノズルベーン機構141が設けられている。この可変ノズルベーン機構141の開度を調整することにより、タービンインペラ翼への排ガスの流入角度を制御して、吸気マニホールド11へ導入する吸入空気の過給圧を調節する。例えば、可変ノズルベーン機構141の開度をより小さくすると、より多くの排ガスがタービンインペラ翼に流入するために排ガスのエネルギー利用率が高くなって過給効率が向上する。また、可変ノズルベーン機構141の開度をより大きくすると、タービンインペラ翼に流入する排ガス量がより少なくなるために排ガスのエネルギー利用率が低くなって過給効率が低下する。この場合、ターボチャージャ14はVNTに限られず、ウェイストゲートによって過給圧の調節(排ガスのエネルギー利用率の制御)を行う構成であってもよい。

40

なお、ターボチャージャ14は、本発明の過給機の一構成例である。また、可変ノズルベーン機構141は、本発明の過給効率制御手段の一構成例である。

【0044】

排気浄化装置30は、エンジン100の排ガスを浄化するものであって、排ガス中のNOx、HCおよびCOを浄化する浄化触媒31と、煤などの粒子状物質(PM)を捕集するDPF32とを有している。この場合、排気浄化装置30は、パティキュレートフィルタにNOx吸蔵還元触媒を組み合わせたDPNR(Diesel Particulate NOx Reduction system)を適用してもよい。

50

【 0 0 4 5 】

排気浄化装置 30 の上流側の排気通路 15 には、エンジン 100 の空燃比を検出する A / F センサ 45、および排ガスの温度を検出する排気温センサ 43 が設けられている。これによって、エンジン ECU 10 は、様々な負荷状態におけるエンジン 100 の空燃比、および排ガスの温度を認識することができる。

【 0 0 4 6 】

排気マニホールド 13 は、EGR 通路 16 によって吸気マニホールド 11 と連通されている。EGR 通路 16 へと流入した排気ガスは、EGR クーラ 161 にて冷却された後に EGR バルブ 162 で流量を調節されつつ吸気マニホールド 11 へ進み、吸入空気とともに燃焼室内へ導入される。EGR バルブ 162 は、エンジン ECU 10 の指令に従ってバルブ開度を調節することで、吸気マニホールド 11 への排ガスの還流量を適切な量へと調節する。これら EGR 通路 16、EGR クーラ 161 および EGR バルブ 162 は、排気マニホールド 13 を流通する排ガスの一部を吸気マニホールド 11 に還流供給するための外部 EGR として機能する。

なお、EGR 通路 16 は本発明の排ガス還流通路の一構成例である。

【 0 0 4 7 】

遮断弁 163 は、排気マニホールド 13 と EGR 通路 16 との接続部位、すなわち EGR 通路 16 の排ガス入口部分に設けられている。遮断弁 163 は、エンジン ECU 10 の指示に従って EGR 通路 16 を遮断可能に構成されている。遮断弁 163 によって EGR 通路 16 を遮断することで、エンジン 100 の排気系容積（少なくとも排気マニホールド 13 および EGR 通路 16 の容積の和）を EGR 通路 16 の容積ぶん縮小することができる。一方、遮断弁 163 を開いて EGR 通路 16 を開放することで、エンジン 100 の排気系容積を EGR 通路 16 の容積ぶん拡大することができる。この場合、遮断弁 163 は EGR 通路 16 の任意の位置に設けることができるが、EGR 通路 16 の排ガス入口部分に設けることで、エンジン 100 の排気系容積をより大きく変更することができる。

なお、遮断弁 163 は、本発明の排気系容積変更手段の一構成例である。

【 0 0 4 8 】

気圧センサ 44 は、エンジン 100 を搭載する車両の外部の気圧を検出し、結果をエンジン ECU 10 に送信する。それにより、エンジン ECU 10 は、車両の外部の気圧を認識する。

【 0 0 4 9 】

エンジン ECU 10 は、演算処理を行う CPU (Central Processing Unit) と、プログラム等を記憶する ROM (Read Only Memory) と、データ等を記憶する RAM (Random Access Memory) や NVRAM (Non Volatile RAM) と、を備えるコンピュータである。エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の各部に備えられた複数のセンサの検出結果を読み込み、それら検出結果に基づいてエンジン 100 の運転動作を統合的に制御する。

【 0 0 5 0 】

更に、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の運転状態に応じて油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を調節し、エンジン 100 の燃焼室に排ガスを導入する制御（内部 EGR）を実行する。以下に、エンジン ECU 10 が実行する内部 EGR の制御について説明する。

【 0 0 5 1 】

まず、エンジン ECU 10 は、受信した水温センサ 42、排気温センサ 43 および気圧センサ 44 の検出結果に基づいて、エンジン 100 の内部 EGR を実行する要求があるか否かを判断する。具体的には、エンジン ECU 10 は、水温センサ 42 が検出した冷却水の温度が、エンジン 100 が冷間運転状態にあると判断できる所定の温度（例えば 50）未満である場合に内部 EGR を実行する要求があると判断する。また、エンジン ECU 10 は、排気温センサ 43 が検出した排ガスの温度が、低温であると判断できる所定の温度（例えば 50）未満である場合に内部 EGR を実行する要求があると判断する。そし

10

20

30

40

50

て、エンジン ECU 10 は、気圧センサ 44 が検出した外部の気圧が、エンジン 100 を搭載する車両が高地にあると判断できる所定の気圧（例えば 900 hPa）未満である場合に内部 EGR を実行する要求があると判断する。

【0052】

例えば、エンジン 100 が冷間運転状態や低出力領域にあるときは排ガスの温度が比較的低温であるために、EGR 通路 16 を流通して冷却された排ガス（外部 EGR）を燃焼室に導入すると燃焼温度が過剰に低下して燃焼が悪化してしまう場合がある。また、エンジン 100 の外部の気圧が低い状態にある場合は、通常よりも燃焼室に導入される酸素量が低下するために、より低温の外部 EGR を燃焼室に導入すると酸素量が不足して燃焼が悪化してしまう場合がある。そのため、例えばエンジン 100 がこのような運転領域にある場合には、比較的高温である前サイクルの排ガス（内部 EGR）を燃焼室に導入することで、燃焼の悪化を抑制しつつ NOx の排出量を低減させることができる。この場合、エンジン ECU 10 は、排気温センサ 43 の検出結果に代えて、クランク角センサ 41 の検出結果から算出したエンジン 100 の出力に基づきエンジン 100 の排ガス温度を認識してもよい。

10

【0053】

エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の内部 EGR を実行する要求があると判断すると、油圧 VVT 機構 27 に指令してエンジン 100 の排気弁 23 を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させて、排気側に流出した排ガスの一部を燃焼室に導入する。

20

図 3 は、エンジン 100 の排気側の圧力挙動とバルブリフト例を示している。なお、図 3 は、多気筒エンジンの一例として 4 気筒エンジンの挙動について示している。エンジン 100 のある 1 気筒の排気行程において排気弁 23 が開弁されると、燃焼室から排気側に排ガスが排出されることで排気側の圧力が上昇する。この排気側の圧力の上昇が各気筒の排気行程で生じることで、エンジン 100 の排気側の圧力が周期的に変動する排気脈動が生じる。そして、エンジン 100 のある 1 気筒が吸気行程にあるときは、前記 1 気筒の次々気筒が排気行程にあるために排気側の圧力が上昇している。そのため、ある 1 気筒の吸気行程で排気弁 23 を開弁させると、排気側の高い圧力によって前サイクルで排気側に流出した排ガスの一部が燃焼室に流入する。このように、エンジン 100 の排気行程で排気弁 23 を開弁させることで、前サイクルの排ガス（内部 EGR）を燃焼室へ導入することができる。

30

【0054】

つづいて、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の燃焼室に導入された排ガス（内部 EGR）の実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。この場合、例えば予め過給圧と筒内ガス量との相関マップをエンジン 100 の出力ごとに準備し、エンジン ECU 10 の ROM に記憶させておくことにより、内部 EGR の実導入量が目標導入量未満であるか否かを迅速かつ適切に判断することができる。エンジン ECU 10 は、内部 EGR の実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）と判断した場合、可変ノズルベーン機構 141 に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ 14 の過給効率を低下させる。これによって、タービンインペラ翼に流入する排ガス量がより少なくなるために、エンジン 100 の排ガス流れの抵抗が低下して排気側の圧力が低減する。そのため、吸気行程で排気弁 23 を開弁させたときに燃焼室へ導入される内部 EGR の量を減少させることができる。

40

エンジン ECU 10 は、内部 EGR の実導入量が目標導入量に達するまで、可変ノズルベーン機構 141 の開度をより大きくする制御を実行する。

【0055】

一方、エンジン ECU 10 は、内部 EGR の実導入量が目標導入量未満であると判断した場合、遮断弁 163 に閉鎖を指令して EGR 通路 16 を遮断させて、エンジン 100 の排気系容積をより小さくする。

エンジン 100 の排気系容積を小さくすると、排ガスが流通可能な容積が小さくなるこ

50

とで排気脈動の振幅が大きくなる（図3参照）ために、吸気行程で排気弁23を開弁したときに燃焼室へ導入される内部EGRの量が増大する。そして、エンジン100の運転中にEGR通路16を遮断しても燃費が悪化することはない。よって、EGR通路16を遮断して排気系容積を小さくすることで、燃費を悪化させることなく燃焼室への内部EGRの導入量を増大させることができる。

【0056】

遮断弁163の閉鎖によってEGR通路16が遮断された後に、エンジンECU10は、エンジン100の燃焼室へ導入された内部EGRの実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。エンジンECU10は、内部EGRの実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）と判断した場合は、前述したように可変ノズルベーン機構141に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ14の過給効率を低下させる。

10

【0057】

一方、エンジンECU10は、内部EGRの実導入量が目標導入量未満であると判断した場合、油圧VVT機構27に指令して排気弁23の開弁および閉弁の位相を現状より進角させる（図3参照）。

エンジン100における排気側の圧力の立ち上がりはエンジン回転数と排気弁の開弁タイミングによって決まり、同一のエンジン回転数では排気弁23の開弁タイミングが早いほど排気側の圧力が大きくなる。そのため、排気行程における排気弁23の開弁の位相を現状より進角させることで、排気側の圧力を高めて吸気行程で排気弁23を開弁したときに燃焼室へ導入される内部EGRの量を増大させることができる。また、排気弁23の開弁の位相を進角させることで、排ガス（内部EGR）を燃焼室に閉じ込めて排気側に流出することを抑制することができる。そして、エンジン100の運転中に排気弁23の開弁および閉弁の位相を現状より進角させても燃費が悪化する度合いは少ない。よって、排気弁23の開弁および閉弁の位相を現状より進角させることで、燃費の悪化を抑制しつつ燃焼室への排ガスの導入量を増大させることができる。この場合、排気弁23の位相の進角量は、予め台上試験等で作成したエンジン100の出力と進角量との相関マップに基づき設定することができる。

20

【0058】

排気弁23の開弁および閉弁の位相を進角させた後に、エンジンECU10は、エンジン100の燃焼室へ導入された内部EGRの実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。エンジンECU10は、内部EGRの実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）と判断した場合は、前述したように可変ノズルベーン機構141に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ14の過給効率を低下させる。

30

【0059】

一方、エンジンECU10は、内部EGRの実導入量が目標導入量未満であると判断した場合、可変ノズルベーン機構141に開度をより小さくするよう指令して、ターボチャージャ14の過給効率を向上させる。

可変ノズルベーン機構141の開度をより小さくすると、より多くの排ガスがタービンインペラ翼に流入するためにエンジン100の排ガス流れの抵抗が増大して排気側の圧力が上昇する。そのため、吸気行程で排気弁23を開弁させたときに燃焼室へ導入される内部EGRの量を増大させることができる。ここで、エンジン100の運転中に可変ノズルベーン機構141の開度をより小さくすると、ポンプ損失が増大して燃費が悪化する。本実施例では、前述した2つの制御によって内部EGRの導入量が目標導入量により近づいた状態になっているために、可変ノズルベーン機構141の開度の変更度合いをより少なくすることができる。すなわち、エンジンECU10は、これらの制御を実行することによってエンジン100の燃費の悪化を最小限に抑制しつつ、内部EGRによる燃焼室への排ガスの導入量を適切に制御することができる。

40

【0060】

エンジンECU10は、燃焼室への内部EGRの実導入量が目標導入量となるまで上記

50

の制御を繰り返す。

なお、エンジン ECU 10 は、本発明の可変動弁手段、位相変更手段、排気系容積変更手段および過給効率制御手段の一構成例である。

【0061】

このように、本実施例のエンジンシステム 1 は、エンジン 100 の運転状態に応じて油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を調節することで、エンジン 100 の燃焼室への内部 EGR の導入量を適切に制御することができる。また、本実施例のエンジンシステム 1 は、燃焼室への内部 EGR の実導入量が目標導入量未満である場合に、まず最も燃費への悪影響が少ない EGR 通路 16 を遮断する制御を実行して内部 EGR の導入量を増大させる。そして、次に燃費への悪影響が少ない排気弁 23 の位相をより進角させる制御を実行し、その後、次に可変ノズルベーン機構 141 の開度をより小さくする制御を実行する。すなわち、燃費への悪影響が少ない制御を優先して実行することで、エンジン 100 の燃費の悪化を最小限に抑制しつつ、燃焼室への内部 EGR の導入量を増大させることができる。

10

【0062】

つづいて、エンジン ECU 10 の制御の流れに沿って、エンジンシステム 1 の動作を説明する。図 4 は、エンジン ECU 10 の処理の一例を示すフローチャートである。本実施例のエンジンシステム 1 は、油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を備えており、エンジン 100 の運転状態に応じて油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を調節することで、燃焼室への内部 EGR の導入量を調整する制御をエンジン ECU 10 が実行する。

20

【0063】

エンジン ECU 10 の制御は、イグニッションスイッチが ON されてエンジン 100 が始動されると開始し、エンジン 100 の運転中に以下の制御の処理を繰り返す。また、エンジン ECU 10 は、その制御の処理中、水温センサ 42、排気温センサ 43 および気圧センサ 44 の検出結果を常に受信する。

【0064】

まず、エンジン ECU 10 はステップ S1 で、受信した水温センサ 42、排気温センサ 43 および気圧センサ 44 の検出結果に基づいて、エンジン 100 の内部 EGR を実行する要求があるか否かを判断する。ここで、具体的な判断手法については前述したために、その詳細な説明は省略する。内部 EGR を実行する要求がない場合（ステップ S1 / NO）、エンジン ECU 10 は制御の処理を終了する。内部 EGR を実行する要求がある場合（ステップ S1 / YES）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S2 へ進む。

30

【0065】

ステップ S2 で、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の排気弁 23 を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させるよう油圧 VVT 機構 27 に指令して、排気側に流出した排ガスの一部を燃焼室に導入する。エンジン ECU 10 は、ステップ S2 の処理を終えたと、次のステップ S3 へ進む。

【0066】

ステップ S3 で、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の燃焼室に導入された内部 EGR の実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。ここで、具体的な判断手法については前述したために、その詳細な説明は省略する。内部 EGR の実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）場合（ステップ S3 / NO）、エンジン ECU 10 はステップ S9 へ進む。内部 EGR の実導入量が目標導入量未満である場合（ステップ S3 / YES）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S4 へ進む。

40

【0067】

ステップ S4 で、エンジン ECU 10 は、EGR 通路 16 を遮断させるよう遮断弁 163 に閉鎖を指令して、エンジン 100 の排気系容積をより小さくすることで排気側の圧力を増大させる。エンジン ECU 10 は、ステップ S4 の処理を終えたと、次のステップ S5 へ進む。

50

【0068】

ステップS5で、エンジンECU10は、ステップS4の処理の後にエンジン100の燃焼室に導入された内部EGRの実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。内部EGRの実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）場合（ステップS5/NO）、エンジンECU10はステップS9へ進む。内部EGRの実導入量が目標導入量未満である場合（ステップS5/YES）は、エンジンECU10は次のステップS6へ進む。

【0069】

ステップS6で、エンジンECU10は、排気弁23の開弁および閉弁の位相を現状より進角させるよう油圧VVT機構27に指令して、排気側の圧力を増大させつつ燃焼室から内部EGRが排出されるのを抑制する。エンジンECU10は、ステップS6の処理を終えたと、次のステップS7へ進む。

10

【0070】

ステップS7で、エンジンECU10は、ステップS6の処理の後にエンジン100の燃焼室に導入された内部EGRの実導入量が目標導入量未満であるか否かを判断する。内部EGRの実導入量が目標導入量未満でない（目標導入量以上である）場合（ステップS7/NO）、エンジンECU10はステップS9へ進む。内部EGRの実導入量が目標導入量未満である場合（ステップS7/YES）は、エンジンECU10は次のステップS8へ進む。

【0071】

ステップS8で、エンジンECU10は、可変ノズルベーン機構141に開度をより小さくするよう指令して、ターボチャージャ14の過給効率を向上させて排気側の圧力を増大させる。エンジンECU10は、ステップS8の処理を終えたと、制御の処理を終了する。

20

【0072】

ステップS3、ステップS5およびステップS7の判断結果がNOであるとき、エンジンECU10はステップS9へ進む。ステップS9で、エンジンECU10は、可変ノズルベーン機構141に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ14の過給効率を低下させて排気側の圧力を減少させる。エンジンECU10は、ステップS9の処理を終えたと、制御の処理を終了する。

30

【0073】

この制御を実行することで、エンジン100の燃費の悪化を最小限に抑制しつつ、燃焼室への内部EGRの導入量を適切に制御することができる。

【0074】

以上のように、本実施例のエンジンシステムは、エンジンECUと、エンジンの排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁可能で、かつ、排気弁の開弁および閉弁の位相を変更する油圧VVT機構と、排気マニホールドに連結したEGR通路を遮断可能な遮断弁と、ターボチャージャの過給効率を制御する可変ノズルベーン機構と、を備え、エンジンの運転状態に応じて油圧VVT機構、遮断弁および可変ノズルベーン機構を調節することで、エンジンの燃焼室への内部EGRの導入量を適切に制御することができる。

40

【0075】

また、本実施例のエンジンシステムは、燃焼室への内部EGRの実導入量が目標導入量未満である場合に、燃費への悪影響が少ない制御を優先して実行することで、エンジンの燃費の悪化を最小限に抑制しつつ、燃焼室への内部EGRの導入量を増大させることができる。

【実施例2】

【0076】

つづいて、本発明の実施例2について説明する。本実施例のエンジンシステム2は、実施例1の制御に加えて、エンジン100の内部EGRの実行が要求されない運転領域にお

50

いて、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回ったときに排気弁を開弁させる掃気制御を実行する点でエンジンシステム1と相違している。

【0077】

エンジン100を搭載する車両の加速時や登坂時では、エンジン100の出力を迅速に上昇させるために、燃焼室へ導入する吸入空気量を増大させることが要求される。このような運転領域では、既燃ガス(排ガス)を可能な限り燃焼室から排気側に排出させる、すなわち燃焼室への内部EGRの導入量をできるだけ少なくすることが望ましい。本実施例のエンジンシステム2は、エンジン100の運転状態に応じて油圧VVT機構27、遮断弁163および可変ノズルベーン機構141を調節することで、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回るタイミングに排気弁23を開弁させて燃焼室の排ガスを掃気する制御(掃気制御)を実行することができる。以下に、エンジンECU10が実行する掃気制御について説明する。

10

【0078】

まず、エンジンECU10は、受信したクランク角センサ41の検出結果に基づいて、エンジン100の掃気制御を実行する要求があるか否かを判断する。具体的には、エンジンECU10は、クランク角センサ41が検出したクランク角加速度が、エンジン100を搭載する車両が加速状態または登坂状態にあると判断できる所定の角加速度以上である場合に掃気制御を実行する要求があると判断する。この場合、エンジンECU10は、クランク角センサ41からの送信情報に限られずに、ドライバのアクセル操作情報等の他の情報に基づいて掃気制御の実行要求を判断してもよい。

20

【0079】

エンジンECU10は、エンジン100の掃気制御を実行する要求があると判断すると、油圧VVT機構27に指令してエンジン100の排気行程における排気弁23の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させる。

図5は、エンジン100の吸気側および排気側の圧力挙動とバルブリフト例を示している。なお、図5は、多気筒エンジンの一例として4気筒エンジンの挙動について示している。エンジン100のある1気筒の排気行程において、排気弁23の閉弁位相がピストン上死点の位相よりも進角している、すなわちピストンの上昇途中で排気弁23が閉弁されると、燃焼室から排ガス(内部EGR)が排出しきれずに残留する。一方、排気弁23の閉弁位相がピストン上死点の位相よりも遅角している、すなわちピストンの上昇後に排気弁23が閉弁されると、燃焼室の排ガス(内部EGR)がほとんど排出されるために内部EGRの残留量が少なくなる。このように、エンジン100の排気行程における排気弁23の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させることで、前サイクルの排ガス(内部EGR)の残留量をより少なくすることができる。

30

【0080】

つづいて、エンジンECU10は、遮断弁163に閉鎖を指令してEGR通路16を遮断させて、エンジン100の排気系容積をより小さくする。

エンジン100の吸気行程において、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回ったタイミングで排気弁23を開弁させる(図5参照)と、排気側と吸気側との圧力差によって燃焼室に残留した排ガス(内部EGR)が排気側に排出される。ここで、エンジン100の排気系容積を小さくすると、排ガスが流通可能な容積が小さくなることで排気脈動の振幅が大きくなる(図3参照)ために、ターボチャージャ14の過給効率が向上して過給圧が上昇する。それによって、吸気側の圧力が上昇することから、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る機会が増大する。よって、EGR通路16を遮断して排気系容積を小さくすることで、エンジン100の掃気制御の実行機会を増大させることができる。

40

【0081】

上記の制御につづいて、エンジンECU10は、エンジン100の掃気制御の実行が可能であるか否かを判断する。具体的には、エンジン100の吸気行程において排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る状態が存在する場合に、エンジン100の掃気制御の実行が可能であると判断する。この場合、例えば吸気圧と排気圧との差および排気脈動の振幅から

50

、掃気制御の実行が可能であるか否かを迅速かつ適切に判断することができる。エンジン ECU 10 は、掃気制御の実行が可能であると判断した場合、油圧 VVT 機構 27 に指令してエンジン 100 の排気弁 23 を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させることで掃気制御を実行する（図 5 参照）。これによって、排気側と吸気側との圧力差によって燃焼室に残留した排ガス（内部 EGR）が排気側へ流出するために、エンジン 100 の燃焼室へ導入する吸入空気量を増大させることができる。

【0082】

一方、エンジン ECU 10 は、掃気制御の実行が可能でない（不可能である）と判断した場合、更に、ターボチャージャ 14 の実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きいかが否かを判断する。ここで、実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい状態とは、ターボチャージャ 14 の実過給圧を低下させる余地が充分にある状態、すなわちエンジン 100 の排気側の圧力を低減させる余地が充分にある状態をいう。

エンジン ECU 10 は、ターボチャージャ 14 の実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きくない場合は、排気側の圧力を低減させる余地が充分にない状態であると判断する。そして、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の掃気制御の実行が不可能であると判断して制御の処理を終了する。

【0083】

一方、エンジン ECU 10 は、ターボチャージャ 14 の実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合には、排気側の圧力を低減させる余地が充分にある状態であると判断する。そして、エンジン ECU 10 は、可変ノズルベーン機構 141 に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ 14 の過給効率を低下させる。これによって、タービンインペラ翼に流入する排ガス量がより少なくなるために、エンジン 100 の排ガス流れの抵抗が低下して排気側の圧力が低減することから、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る機会が増大する。よって、可変ノズルベーン機構 141 の開度をより大きくすることで、エンジン 100 の掃気制御の実行機会を増大させることができる。

【0084】

上記の制御の後に、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の掃気制御の実行が可能であるか否かを判断する。掃気制御の実行が可能であると判断した場合、エンジン ECU 10 は、前述したように油圧 VVT 機構 27 に指令してエンジン 100 の排気弁 23 を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させて、燃焼室に残留した排ガス（内部 EGR）を排気側へ流出させる。掃気制御の実行が不可能であると判断した場合、エンジン ECU 10 は制御の処理を終了する。

【0085】

このように、本実施例のエンジンシステム 2 は、エンジン 100 の運転状態に応じて油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を調節することで、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回るタイミングに排気弁 23 を開弁させることができる。よって、排気側と吸気側との圧力差を利用して燃焼室に残留した排ガス（内部 EGR）を適切に排気側へ流出させることができることから、燃焼室へ導入する吸入空気量を増大させることができる。

【0086】

また、本実施例のエンジンシステム 2 は、ターボチャージャ 14 の実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、可変ノズルベーン機構 141 の開度をより大きくさせて排気側の圧力を低減させることができる。よって、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る機会を増大させることができることから、エンジン 100 の掃気制御の実行機会を増大させることができる。

【0087】

以下に、エンジン ECU 10 の制御の流れに沿って、エンジンシステム 2 の動作を説明する。図 6 は、エンジン ECU 10 の処理の一例を示すフローチャートである。本実施例のエンジンシステム 2 は、エンジン 100 の運転状態に応じて油圧 VVT 機構 27、遮断弁 163 および可変ノズルベーン機構 141 を調節することで、排気側の圧力が吸気側の

10

20

30

40

50

圧力を下回るタイミングに排気弁 2 3 を開弁させる制御（掃気制御）をエンジン ECU 10 が実行する。

【0088】

エンジン ECU 10 の制御は、イグニッションスイッチが ON されてエンジン 100 が始動されると開始し、エンジン 100 の運転中に以下の制御の処理を繰り返す。また、エンジン ECU 10 は、その制御の処理中、クランク角センサ 4 1 の検出結果を常に受信する。

【0089】

まず、エンジン ECU 10 はステップ S 10 で、受信したクランク角センサ 4 1 の検出結果に基づいて、エンジン 100 の掃気制御を実行する要求があるか否かを判断する。ここで、具体的な判断手法については前述したために、その詳細な説明は省略する。掃気制御を実行する要求がない場合（ステップ S 10 / NO）、エンジン ECU 10 は制御の処理を終了する。掃気制御を実行する要求がある場合（ステップ S 10 / YES）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S 11 へ進む。

10

【0090】

ステップ S 11 で、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の排気行程における排気弁 2 3 の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させるよう油圧 VVT 機構 2 7 に指令して、燃焼室の排ガス（内部 EGR）残留量を低下させる。エンジン ECU 10 は、ステップ S 11 の処理を終えると、次のステップ S 12 へ進む。

【0091】

ステップ S 12 で、エンジン ECU 10 は、EGR 通路 1 6 を遮断させるよう遮断弁 1 6 3 に閉鎖を指令して、エンジン 100 の排気系容積をより小さくして排気脈動を強めることでターボチャージャ 1 4 の過給圧を上昇させる。エンジン ECU 10 は、ステップ S 12 の処理を終えると、次のステップ S 13 へ進む。

20

【0092】

ステップ S 13 で、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の掃気制御の実行が可能であるか否かを判断する。ここで、具体的な判断手法については前述したために、その詳細な説明は省略する。掃気制御の実行が可能である場合（ステップ S 13 / YES）、エンジン ECU 10 はステップ S 18 へ進む。掃気制御の実行が可能でない（不可能である）場合（ステップ S 13 / NO）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S 14 へ進む。

30

【0093】

ステップ S 14 で、エンジン ECU 10 は、ターボチャージャ 1 4 の実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きいか否かを判断する。ここで、実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい状態については前述したために、その詳細な説明は省略する。実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きくない場合（ステップ S 14 / NO）、エンジン ECU 10 は、排気側の圧力を低減させる余地が充分にない状態であると判断し、ステップ S 17 へ進む。実過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合（ステップ S 14 / YES）は、エンジン ECU 10 は、排気側の圧力を低減させる余地が充分にある状態であると判断し、次のステップ S 15 へ進む。

【0094】

ステップ S 15 で、エンジン ECU 10 は、可変ノズルベーン機構 1 4 1 に開度をより大きくするよう指令して、ターボチャージャ 1 4 の過給効率を低下させて排気側の圧力を低減させる。エンジン ECU 10 は、ステップ S 15 の処理を終えると、次のステップ S 16 へ進む。

40

【0095】

ステップ S 16 で、エンジン ECU 10 は、エンジン 100 の掃気制御の実行が可能であるか否かを判断する。掃気制御の実行が可能である場合（ステップ S 16 / YES）、エンジン ECU 10 はステップ S 18 へ進む。掃気制御の実行が可能でない（不可能である）場合（ステップ S 16 / NO）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S 17 へ進む。

50

【0096】

ステップS14およびステップS16の判断結果がNOであるとき、エンジンECU10はステップS17へ進む。ステップS17で、エンジンECU10は、エンジン100の吸気行程において排気側の圧力が吸気側の圧力を下回るタイミングが存在せず、掃気制御の実行が不可能であると判断して制御の処理を終了する。

【0097】

ステップS13およびステップS16の判断結果がYESであるとき、エンジンECU10はステップS18へ進む。ステップS18で、エンジンECU10は、エンジン100の排気弁23を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させるよう油圧VV機構27に指令して、排気側と吸気側との圧力差を利用して燃焼室に残留した排ガス（内部EGR）を排気側へ流出させる。エンジンECU10は、ステップS18の処理を終えたと、制御の処理を終了する。

10

【0098】

この制御を実行することで、エンジン100の内部EGRの実行が要求されない運転領域において、排気側と吸気側との圧力差を利用して燃焼室に残留した排ガス（内部EGR）を適切に排気側へ流出させることができる。よって、燃焼室へ導入する吸入空気量を増大させることができる。

【0099】

以上のように、本実施例のエンジンシステムは、エンジンの運転状態に応じて、油圧VV機構が排気行程における排気弁の閉弁位相をピストン上死点の位相よりも遅角させる制御を実行し、かつ、遮断弁がEGR通路16を遮断する制御を実行した後に、油圧VV機構が排気弁を排気行程における開弁動作のほかに吸気行程で開弁させることで、排気側と吸気側との圧力差を利用してエンジンの燃焼室に残留する排ガス（内部EGR）を排気側へ流出させることができる。よって、エンジン100の内部EGRの実行が要求されない運転領域において、燃焼室へ導入する吸入空気量を増大させることができる。

20

【0100】

また、本実施例のエンジンシステムは、油圧VV機構が排気弁の閉弁位相の遅角制御を実行し、かつ、遮断弁がEGR通路16を遮断する制御を実行した後のターボチャージャの過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、ターボチャージャの過給効率を低下させて排気側の圧力を低減させることができる。よって、排気側の圧力が吸気側の圧力を下回る機会を増大させることができることから、エンジンの掃気制御の実行機会を増大させることができる。

30

【0101】

上記実施例は本発明を実施するための一例にすぎない。よって本発明はこれらに限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【0102】

例えば、内燃機関の排気系容積を変更する手段はEGR通路の開閉制御に限られない。例えば、別途、排気マニホールドに所定の容積を有する副室を設けて、排気マニホールドと副室との連通を制御することによって排気系容積を変更する構成であってもよいし、排気系容積を変更可能なその他の構成であってもよい。

40

【符号の説明】

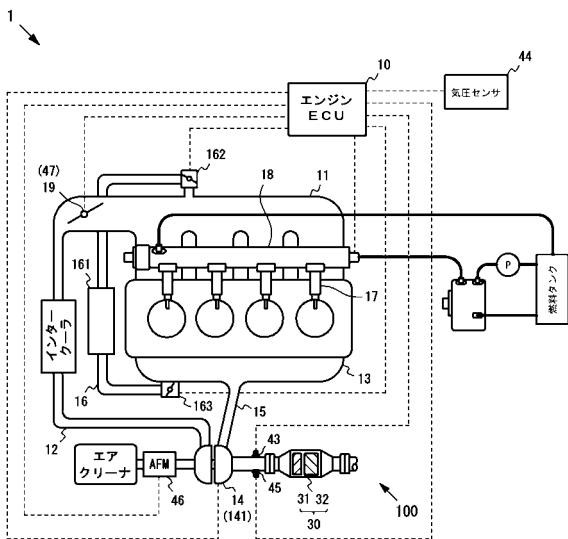
【0103】

- 1, 2 エンジンシステム
- 10 エンジンECU（可変動弁手段，位相変更手段，排気系容積変更手段，過給効率制御手段）
- 13 排気マニホールド
- 14 ターボチャージャ（過給機）
- 16 EGR通路（排ガス還流通路）
- 23 排気弁

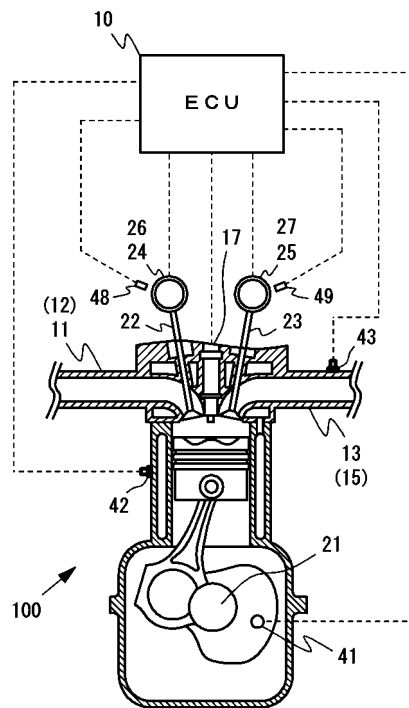
50

- 2 7 油圧VVT機構（可変動弁手段，位相変更手段）
- 4 1 クランク角センサ
- 4 2 水温センサ
- 4 3 排気温センサ
- 4 4 気圧センサ
- 1 0 0 エンジン（内燃機関）
- 1 4 1 可変ノズルベーン機構（過給効率制御手段）
- 1 6 3 遮断弁（排気系容積変更手段）

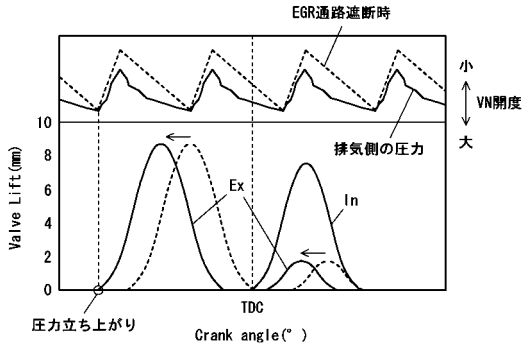
【 図 1 】



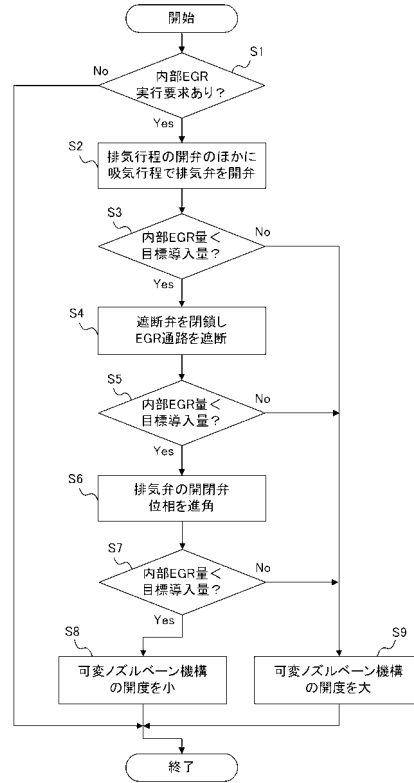
【 図 2 】



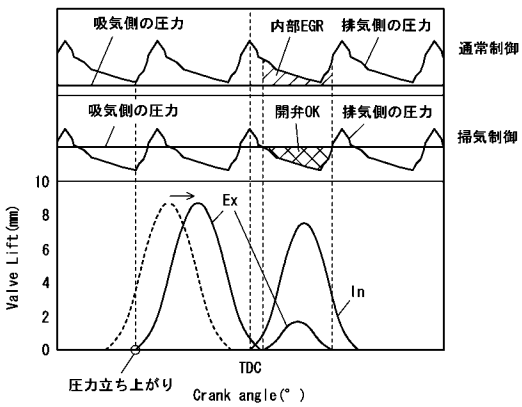
【 図 3 】



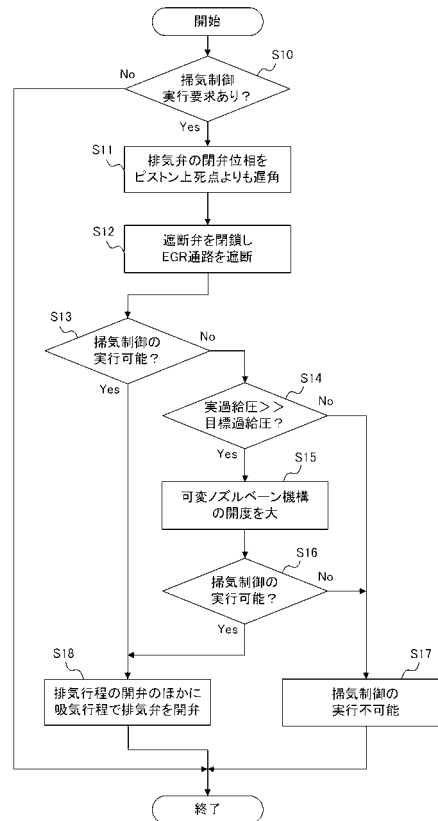
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059173

| | | |
|---|---|--|
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F02D13/02(2006.01)i, F02D9/04(2006.01)i, F02D23/00(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) F02D13/02, F02D9/04, F02D23/00 | | |
| 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 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011 | | |
| 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. |
| A | JP 2005-105954 A (Fuso Engineering Corp., Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0038] to [0041], [0048] to [0049]; fig. 12, 15 & US 2005/0066920 A1 & DE 102004047395 A & KR 10-2005-0031947 A | 1-8 |
| A | JP 2004-293341 A (Toyota Industries Corp.), 21 October 2004 (21.10.2004), abstract; fig. 7 (Family: none) | 1-8 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 | "T" |
| "E" | earlier application or patent but published on or after the international filing date | "X" |
| "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) | "Y" |
| "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 | |
| Date of the actual completion of the international search 30 June, 2011 (30.06.11) | | Date of mailing of the international search report 12 July, 2011 (12.07.11) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/059173

| C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|---|---|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | JP 2003-520314 A (Diesel Engine Retarders, Inc.), 02 July 2003 (02.07.2003), paragraph [0044]; fig. 4 & WO 1999/018335 A1 | 1-8 |
| A | JP 2005-539172 A (Diesel Engine Retarders, Inc.), 22 December 2005 (22.12.2005), fig. 3 & US 2004/0250802 A1 & WO 2004/025109 A1 & KR 10-2005-0054942 A | 1-8 |

| 国際調査報告 | | 国際出願番号 PCT/JP2011/059173 | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------|-----------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F02D13/02(2006.01)i, F02D9/04(2006.01)i, F02D23/00(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. F02D13/02, F02D9/04, F02D23/00 | | | | | | | | | | | |
| 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table> | | | | 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | 日本国公開実用新案公報 | 1971-2011年 | 日本国実用新案登録公報 | 1996-2011年 | 日本国登録実用新案公報 | 1994-2011年 |
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 | | | | | | | | | | |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2011年 | | | | | | | | | | |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2011年 | | | | | | | | | | |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2011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 | | | | | | | | | |
| A | JP 2005-105954 A (ふそうエンジニアリング株式会社、三菱ふそうトラック・バス株式会社) 2005.04.21, 段落【0038】 - 【0041】 , 【0048】 - 【0049】 , 図 12, 15 & US 2005/0066920 A1 & DE 102004047395 A & KR 10-2005-0031947 A | 1-8 | | | | | | | | | |
| A | JP 2004-293341 A (株式会社豊田自動織機) 2004.10.21, 要約, 図 7 (ファミリーなし) | 1-8 | | | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 | | の日の後に公表された文献 | | | | | | | | | |
| 「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 | | 「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 | | | | | | | | | |
| 「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 | | 「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 | | | | | | | | | |
| 「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) | | 「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 | | | | | | | | | |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | | 「&」同一パテントファミリー文献 | | | | | | | | | |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | | | | | | | | | | | |
| 国際調査を完了した日 30.06.2011 | | 国際調査報告の発送日 12.07.2011 | | | | | | | | | |
| 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) 米澤 篤 | 3Z 4132 | | | | | | | | |
| | | 電話番号 03-3581-1101 | 内線 3355 | | | | | | | | |

| 国際調査報告 | | 国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 5 9 1 7 3 |
|-----------------------|--|--------------------------------------|
| 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 |
| A | JP 2003-520314 A (ディーゼル エンジン リターダース、インコーポレイテッド) 2003.07.02, 段落【0044】, 図4 & WO 1999/018335 A1 | 1-8 |
| A | JP 2005-539172 A (ディーゼル エンジン リターダース、インコーポレイテッド) 2005.12.22, 図3 & US 2004/0250802 A1 & WO 2004/025109 A1 & KR 10-2005-0054942 A | 1-8 |

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 0 2 D 13/02 B

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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

(72) 発明者 小郷 知由
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 小川 孝
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G092 AA02 AA11 AA17 AA18 DA03 DA12 DB00 DC08 DC12 DC14
DF02 DF08 EA29 FA06 FA21 HD07Z HD10Z

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。