

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年10月18日(18.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/140751 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 13/02 (2006.01) F02D 23/00 (2006.01)
F02D 9/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/059173
- (22) 国際出願日: 2011年4月13日(13.04.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 岩田一康 (IWATA, Kazuyasu) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 柳瀬佳紀 (YANASE, Yoshinori) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ

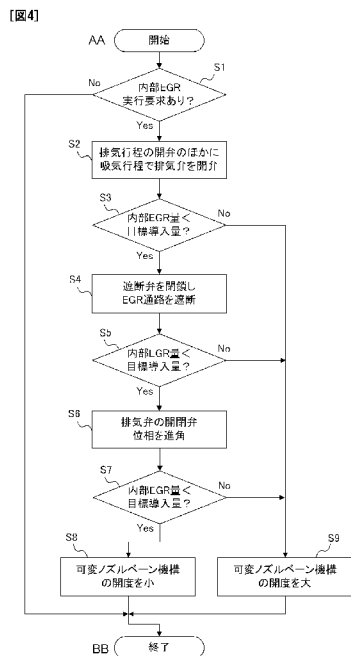
自動車株式会社内 Aichi (JP). 伊藤勝広 (ITO, Katsuhiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 小郷知由 (KOGO, Tomoyuki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 小川孝 (OGAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

- (74) 代理人: 片山修平 (KATAYAMA, Shuhei); 〒1040031 東京都中央区京橋1-6-1 三井住友海上テブコビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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,

[続葉有]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置



- AA Start
- S1 Request for implementing internal EGR present?
- S2 Open exhaust valve in intake stroke as well as in exhaust stroke
- S3, S5, S7 Internal EGR amount < target introduced amount?
- S4 Close cutoff valve and block EGR passageway
- S6 Advance opening/closing phase of exhaust valve
- S8 Decrease opening degree of variable nozzle vane mechanism
- S9 Increase opening degree of variable nozzle vane mechanism
- BB End

(57) Abstract: An engine system (1) is provided with: an engine ECU (10) for comprehensively controlling the operation of an engine (100); a hydraulic VVT mechanism (27) configured to open an exhaust valve (23) in the intake stroke as well as in the exhaust stroke, and configured to vary the phase of opening and closing of the exhaust valve (23); a cutoff valve (163) configured to block an EGR passageway (16) connected to an exhaust manifold; and a variable nozzle vane mechanism (141) for controlling the supercharging efficiency of a turbocharger (14). The engine ECU (10) adjusts the hydraulic VVT mechanism (27) so as to open the exhaust valve (23) in the intake stroke as well as in the exhaust stroke so that part of exhaust gas from the previous cycle (internal EGR) can be introduced into the combustion chamber. The engine ECU (10) also adjusts the cutoff valve (163), the hydraulic VVT mechanism (27), and the variable nozzle vane mechanism (141) so as to control the amount of the internal EGR introduced into the combustion chamber.

(57) 要約: エンジンシステム1は、エンジン100の運転動作を総合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VVT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VVT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VVT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。

WO 2012/140751 A1



TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

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（NO_x）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。

[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。

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。

[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] 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。

[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。

[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。

[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。

[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作のほか、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。

[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。

[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。

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。

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、エンジン100の運転動作を総括的に制御するエンジンECU（E1

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ージャケットが設けられており、ウォーター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、ウォーター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、燃焼室の各排気ポートには、それぞれ排気弁23が配置されており、排気弁23を開閉駆動させるための排気カムシャフト25が配置されている。

[0034] 吸気弁22および排気弁23はクランクシャフト21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24および排気カムシャフト25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22、および排気弁23の位相は、クランク角を基準にして表される。

[0035] 吸気カムシャフト24は可変動弁機構（以下、VVT機構という）である電動VVT機構26を有している。この電動VVT機構26はエンジンECU10の指示により電動モータで吸気カムシャフト24を回転させる。それにより吸気カムシャフト24のクランクシャフト21に対する回転位相が変更されることから、吸気弁22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24の回転位相は、吸気カム角センサ48にて検出され、エンジンECU10へと出力される。それにより、エンジンECU10は、吸気カムシャフト24の位相を取得することができるとともに、吸気弁22の位相を取得することができる。また、吸気カムシャフト24の位相は、クランク角を基準にして表される。

[0036] 排気カムシャフト25は油圧VVT機構27を有している。この油圧VVT機構27はエンジンECU10の指示によりオイルコントロールバルブ（以下、OCVという）で排気カムシャフト25を回転させる。それにより排気カムシャフト25のクランクシャフト21に対する回転位相が変更されることから、排気弁23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25の回転位相は、排気カム角センサ49にて検出され、エンジンECU10へと出力される。それにより、エンジンECU10は、排気カムシャフト25の位相を取得することができるとともに、排気弁23の位相を取得することができる。また、排気カムシャフト25の位相は、クランク角を基準にして表される。更に、油圧VVT機構27は、エンジンECU10の指示によりOCVを調節することでエンジン100の吸気行程に排気弁23を開弁させることができる。本実施例の油圧VVT機構27は油圧駆動式であるが、吸気カムシャフト24と同様の電動式であってもよい。

なお、油圧VVT機構27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。

- [0037] 図1に戻り、エンジン100は、インジェクタ17、コモンレール18、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18へ高圧で吐出し蓄圧される。
- [0038] コモンレール18は、インジェクタ17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18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17に供給される。また、コモンレール18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ECU10は、レール圧センサから出力されたコモンレール18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、リリーフ配管を通して燃料タンクへと戻される。
- [0039] 各燃焼室には、それぞれインジェクタ17が装着されている。コモンレール18より高圧配管を通じて供給された燃料は、エンジンECU10の指示によりインジェクタ17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ECU10は、エアフロメータ46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。

[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。

[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。

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。

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NO_x、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NO_x吸蔵還元触媒を組み合わせたDPNR（Diesel Particulate NO_x Reduction system）を適用してもよい。

[0045] 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ECU10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。

[0046] 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ECU10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。

[0047] 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ECU10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。

[0048] 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ECU10に送信する。それにより、エンジンECU10は、車両の外部の気圧を認識する。

[0049] エンジンECU10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ECU10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。

[0050] 更に、エンジンECU10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ECU10が実行する内部EGRの制御について説明する。

[0051] まず、エンジンECU10は、受信した水温センサ42、排気温センサ4

3 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ECU10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ECU10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。そして、エンジンECU10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900hPa）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NO_xの排出量を低減させることができる。この場合、エンジンECU10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。

[0053] エンジンECU10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。

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。

[0054] つづいて、エンジンECU10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ECU10のROMに記憶しておくことにより、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、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。

エンジンECU10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、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。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。

[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の閉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 2 3 の位相の進角量は、予め台上試験等で作成したエンジン 1 0 0 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。

[0058] 排気弁 2 3 の開弁および閉弁の位相を進角させた後に、エンジン ECU 1 0 は、エンジン 1 0 0 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。エンジン ECU 1 0 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 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る。

[0059] 一方、エンジン ECU 1 0 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 1 4 1 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 1 4 の過給効率を向上させる。

可変ノズルベーン機構 1 4 1 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 1 0 0 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 2 3 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 1 0 0 の運転中に可変ノズルベーン機構 1 4 1 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 の導入量が増大して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 1 4 1 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 ECU 1 0 は、これらの制御を実行することによってエンジン 1 0 0 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。

[0060] エンジン ECU 1 0 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の制御を繰り返す。

なお、エンジン ECU 1 0 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。
- [0062] つづいて、エンジンECU10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ECU10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ECU10が実行する。
- [0063] エンジンECU10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ECU10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ECU10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ECU1

0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ECU10は次のステップS2へ進む。

[0065] ステップS2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ECU10は、ステップS2の処理を終えると、次のステップS3へ進む。

[0066] ステップS3で、エンジンECU10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S3／YES）は、エンジンECU10は次のステップS4へ進む。

[0067] ステップS4で、エンジンECU10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ECU10は、ステップS4の処理を終えると、次のステップS5へ進む。

[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 ECU 10 は、ステップ S 6 の処理を終えると、次のステップ S 7 へ進む。

[0070] ステップ S 7 で、エンジン ECU 10 は、ステップ S 6 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 S 7 / NO）、エンジン ECU 10 はステップ S 9 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 S 7 / YES）は、エンジン ECU 10 は次のステップ S 8 へ進む。

[0071] ステップ S 8 で、エンジン ECU 10 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 ECU 10 は、ステップ S 8 の処理を終えると、制御の処理を終了する。

[0072] ステップ S 3、ステップ S 5 およびステップ S 7 の判断結果が NO であるとき、エンジン ECU 10 はステップ S 9 へ進む。ステップ S 9 で、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て排気側の圧力を減少させる。エンジン ECU 10 は、ステップ S 9 の処理を終えると、制御の処理を終了する。

[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も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。

- [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。

- [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。

[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。

[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。

[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は、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、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ECU10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ECU10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なんかを判断する。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ECU10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でない状態であると判断する。そして、エンジンECU10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ECU10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圧力を下回るタイミン

グに排気弁23を開弁させる制御（掃気制御）をエンジンECU10が実行する。

[0088] エンジンECU10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ECU10は、その制御の処理中、クランク角センサ41の検出結果を常に受信する。

[0089] まず、エンジンECU10はステップS10で、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。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S10/NO）、エンジンECU10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S10/YES）は、エンジンECU10は次のステップS11へ進む。

[0090] ステップS11で、エンジンECU10は、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よう油圧VVT機構27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ECU10は、ステップS11の処理を終えると、次のステップS12へ進む。

[0091] ステップS12で、エンジンECU10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して排気脈動を強めることでターボチャージャ14の過給圧を上昇させる。エンジンECU10は、ステップS12の処理を終えると、次のステップS13へ進む。

[0092] ステップS13で、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。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S13/YES）、エンジンECU10はステップS18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S13

／NO)は、エンジンECU10は次のステップS14へ進む。

[0093] ステップS14で、エンジンECU10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かなかを判断する。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S14／NO)、エンジンECU10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S17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S14／YES)は、エンジンECU10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S15へ進む。

[0094] ステップS15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低減させる。エンジンECU10は、ステップS15の処理を終えると、次のステップS16へ進む。

[0095] ステップS16で、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なかを判断する。掃気制御の実行が可能である場合(ステップS16／YES)、エンジンECU10はステップS18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S16／NO)は、エンジンECU10は次のステップS17へ進む。

[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VVT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の処理を終えると、制御の処理を終了する。

[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VVT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VVT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。

[0100] また、本実施例のエンジンシステムは、油圧VVT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。

[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。

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
 - 27 油圧VVT機構（可変動弁手段、位相変更手段）
 - 41 クランク角センサ
 - 42 水温センサ
 - 43 排気温センサ
 - 44 気圧センサ
 - 100 エンジン（内燃機関）
 - 141 可変ノズルベーン機構（過給効率制御手段）
 - 163 遮断弁（排気系容積変更手段）

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。
- [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。
- [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。

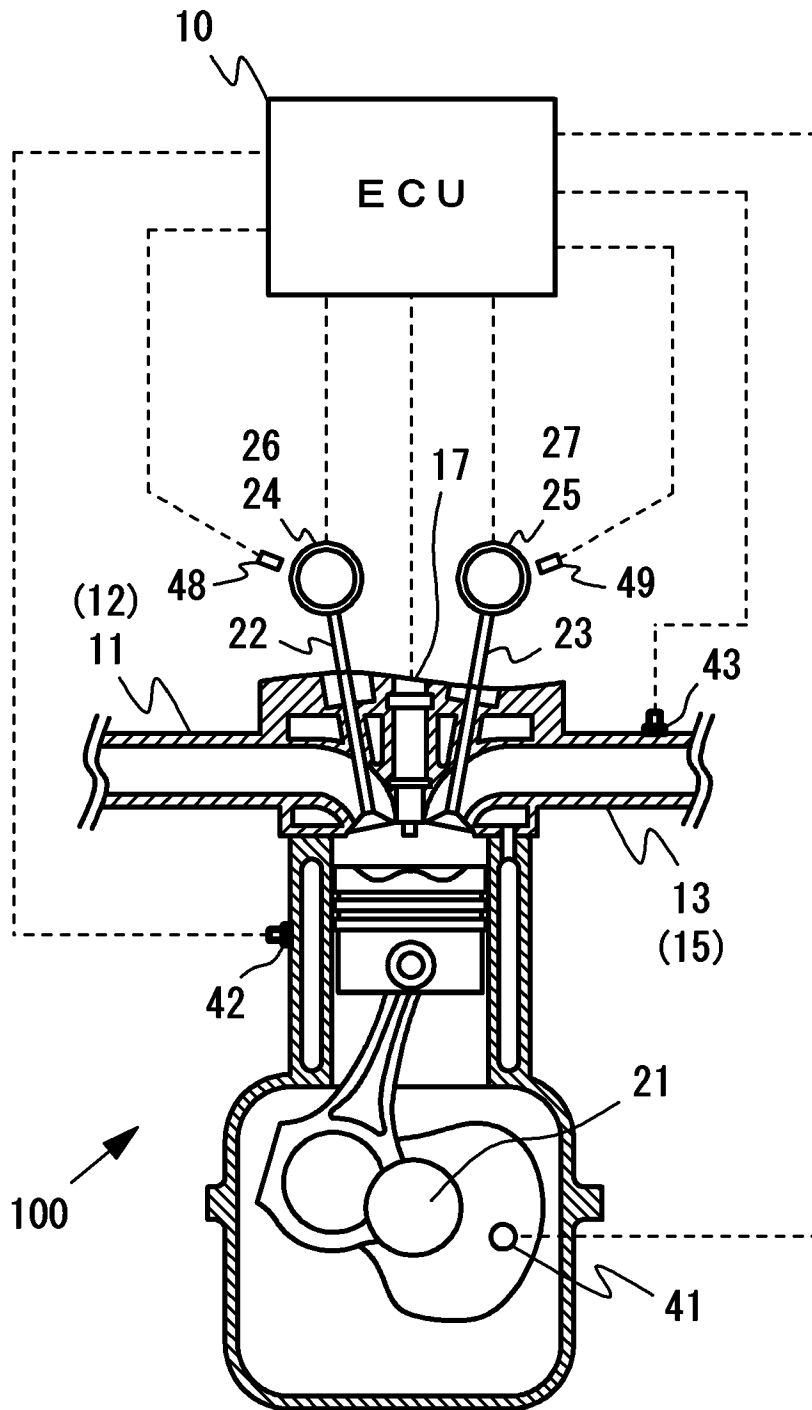
[請求項7] 前記過給効率制御手段は、前記位相変更手段の制御と前記排気系容積変更手段の制御とが実行された後の前記過給機の過給圧が目標過給圧よりも所定以上大きい場合に、前記過給機の過給効率を低下させる制御を実行することを特徴とする請求項 6 記載の内燃機関の制御装置。

[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、

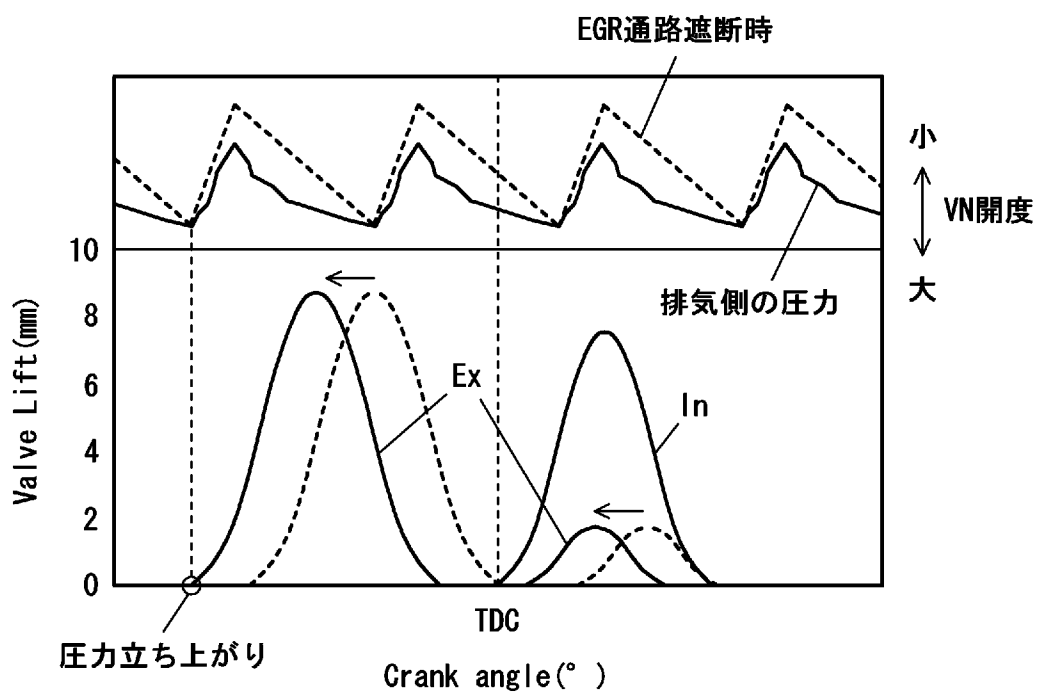
前記排ガス還流通路の排ガス入口部分の近傍に設けられた遮断弁と、を備え、

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。

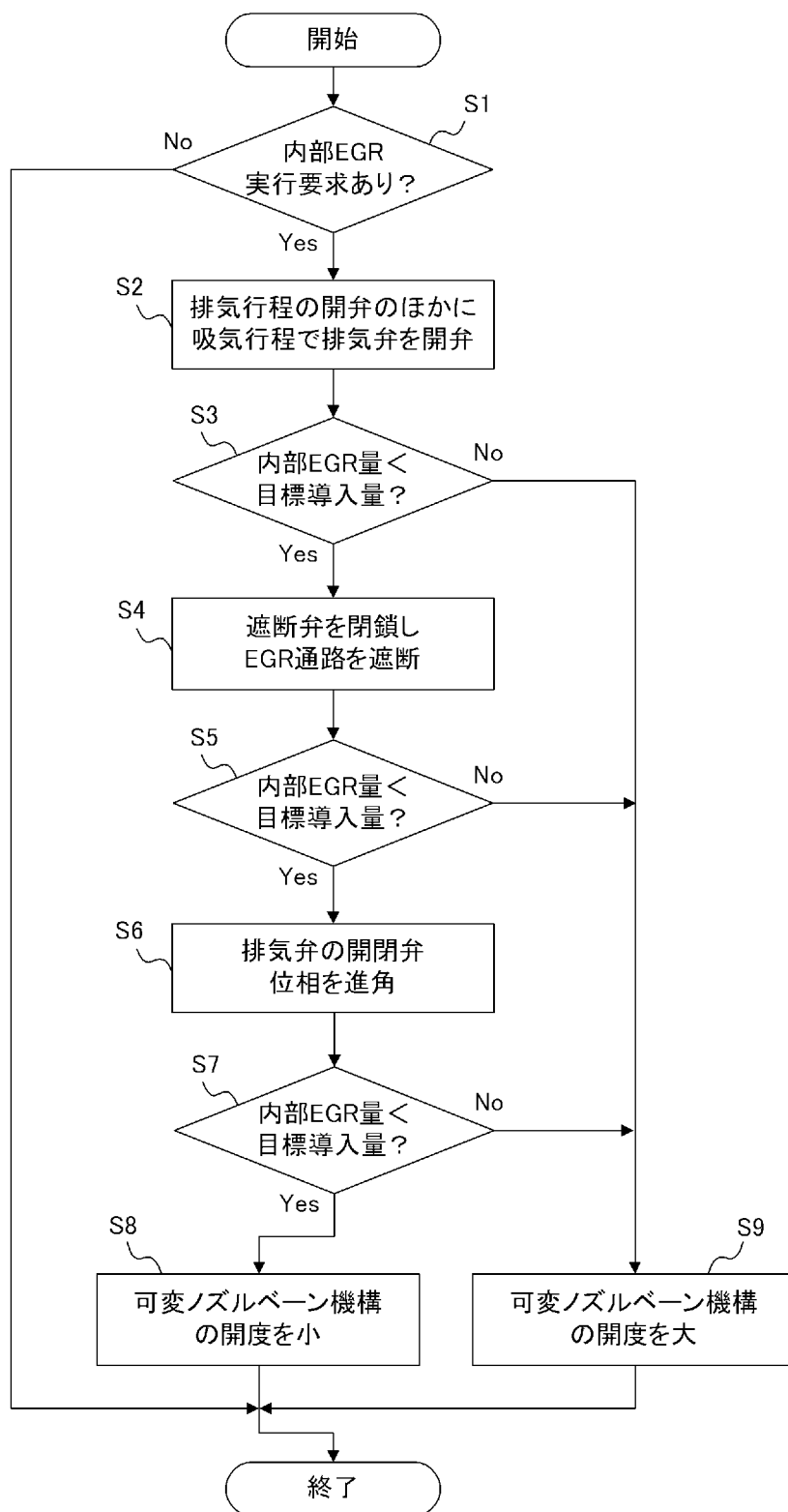
[図2]



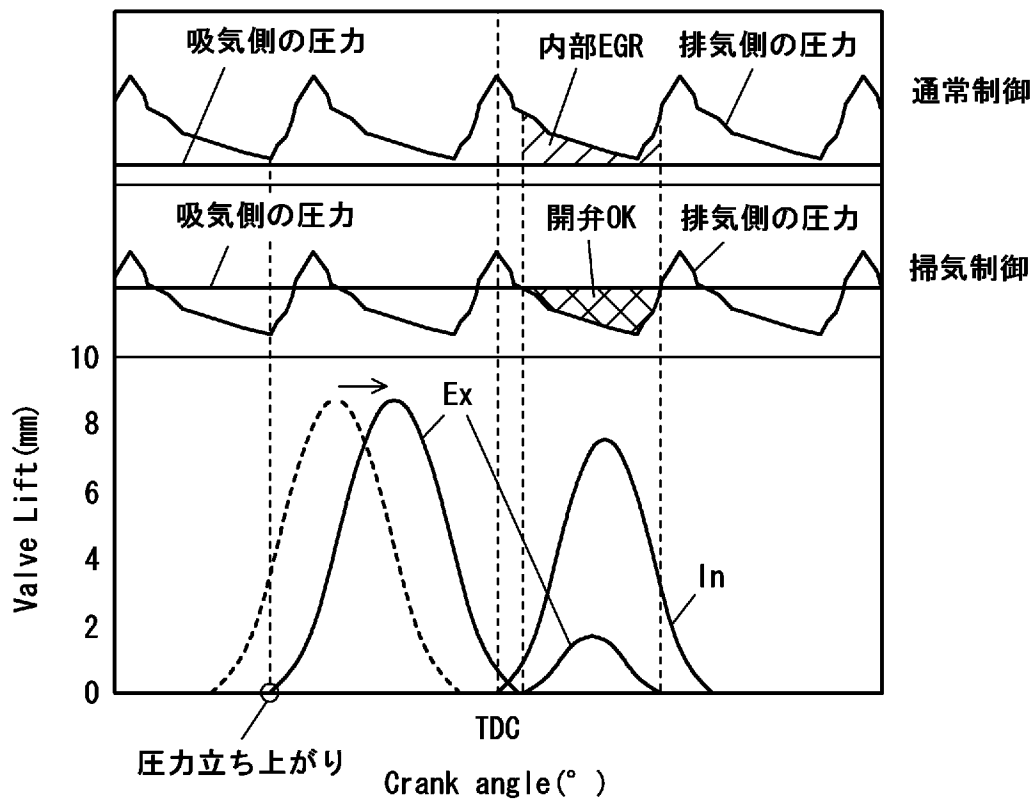
[図3]



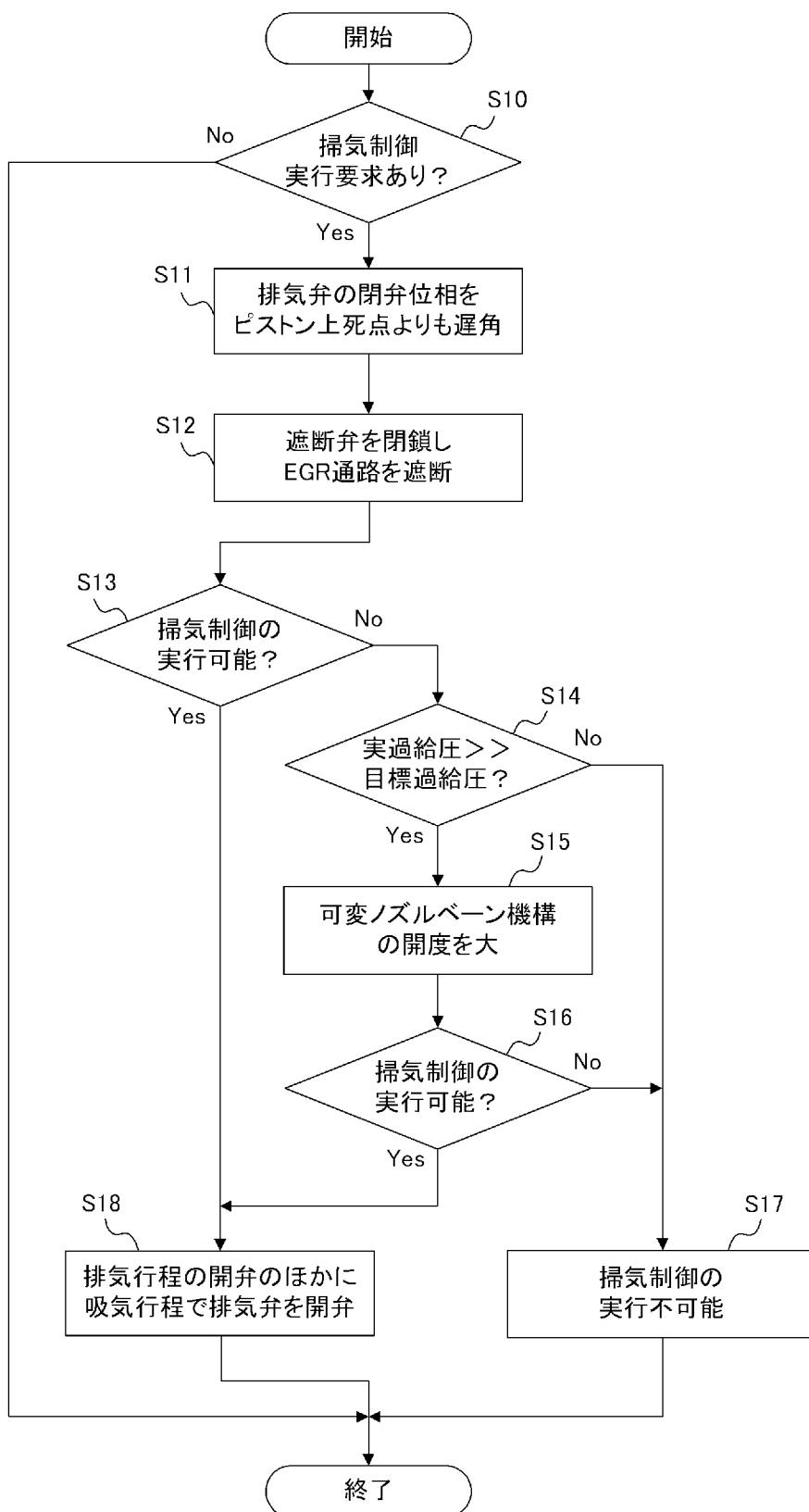
[図4]



[図5]



[図6]



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

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
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

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
 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

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>「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</p> <p>「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)</p> <p>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「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</p> <p>「&」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

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 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2003-520314 A (ディーゼル エンジン リターダーズ、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 リターダーズ、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