

(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2017-66934

(P2017-66934A)

(43) 公開日 平成29年4月6日 (2017. 4. 6)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
FO2D 13/02	(2006.01)	FO2D 13/02		J	3G092
FO2D 41/04	(2006.01)	FO2D 41/04	330A		3G301
FO2D 43/00	(2006.01)	FO2D 43/00	301H		3G384
		FO2D 43/00	301Z		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2015-191642 (P2015-191642)
 (22) 出願日 平成27年9月29日 (2015. 9. 29)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号
 (74) 代理人 110001427
 特許業務法人前田特許事務所
 (72) 発明者 西尾 貴史
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 三浦 慎
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 西村 和浩
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

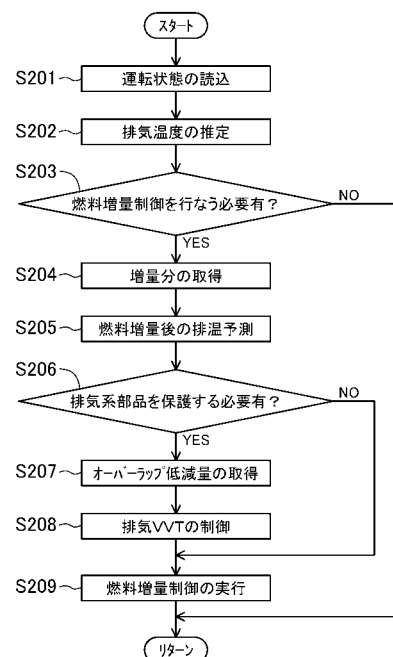
(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【要約】

【課題】 排気系の部品を保護する。

【解決手段】 ECU50は、排気温度が低下するように、燃料の噴射量を増量する燃料増量制御を実行する増量制御部53と、エンジン100の吸気行程において吸気バルブ22及び排気バルブ29の両方が開弁される期間であるオーバーラップ期間を吸気VVT25及び排気VVT26を介して制御するバルブ制御部54とを備えている。バルブ制御部54は、増量制御部53が燃料増量制御を実行するとき、燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて排気系の部品の保護の要否を判定し、排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、オーバーラップ期間を短縮する。

【選択図】 図 1 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方の開閉時期を変更するバルブタイミング可変機構を備えたエンジンの制御装置であって、

排気温度が低下するように、燃料の噴射量を増量する燃料増量制御を実行する増量制御部と、

前記エンジンの吸気行程において前記吸気バルブ及び前記排気バルブの両方が開弁される期間であるオーバーラップ期間を前記バルブタイミング可変機構を介して制御するバルブ制御部とを備え、

前記バルブ制御部は、前記増量制御部が前記燃料増量制御を実行するとき、前記燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて排気系の部品の保護の要否を判定し、前記排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、前記オーバーラップ期間を短縮することを特徴とするエンジンの制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエンジンの制御装置において、

前記バルブ制御部は、前記排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、前記増量制御部が前記噴射量の増量を開始する前に、前記オーバーラップ期間を短縮することを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のエンジンの制御装置において、

前記バルブ制御部は、前記オーバーラップ期間中に排気系へ吹き抜ける新気の流量、及び、前記噴射量に基づいて、前記排気系の部品の保護の要否を判定することを特徴とするエンジンの制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 つに記載のエンジンの制御装置において、

前記バルブ制御部は、前記燃料増量制御が行われた場合の排気温度が所定の判定排気温度よりも高いとき、又は、前記燃料増量制御が行われた場合の排気系の部品の温度が所定の判定部品温度よりも高いときに、前記排気系の部品の保護が必要であると判定することを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 つに記載のエンジンの制御装置において、

前記バルブ制御部は、前記排気の温度上昇に基づいて、前記オーバーラップ期間の短縮量を設定することを特徴とするエンジンの制御装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 つに記載のエンジンの制御装置において、

前記バルブ制御部は、前記オーバーラップ期間を短縮するときに、前記排気バルブの開閉時期を変更することを特徴とするエンジンの制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 の何れか 1 つに記載のエンジンの制御装置において、

前記排気系の部品には、少なくとも排気を浄化する触媒が含まれることを特徴とするエンジンの制御装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

ここに開示された技術は、エンジンの制御装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

エンジンの制御装置においては、吸気行程中に吸気バルブと排気バルブとが共に開弁されるオーバーラップ期間を制御する技術が知られている。

【0003】

50

例えば、特許文献 1 に係るエンジンの制御装置は、気筒内から掃気された残留ガスの燃焼によって触媒温度が過度に上昇しないように、触媒温度の推定結果に基づいて、オーバーラップ期間を短くするように構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 163047 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

ところで、一般的に、排気を冷却するために、気筒内に噴射される燃料を増量することがある。この場合、未燃の燃料が気筒内で気化することにより、その気化潜熱で気筒内が冷却されて、気筒内から排気系へ排出される排気温度が低下する。

【0006】

しかしながら、ここでオーバーラップ期間を設定すると、新気が吸気系から排気系へ吹き抜けることになるため、未燃燃料と吹き抜けた新気とが排気系で反応して所謂、後燃えが生じてしまうことがある。この後燃えによって、排気系の各部品が過度に昇温してしまう虞がある。

【0007】

ここに開示された技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、排気系の各部品を保護することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

ここに開示された技術は、吸気バルブ及び排気バルブの少なくとも一方の開閉時期を変更するバルブタイミング可変機構を備えたエンジンの制御装置が対象である。この制御装置は、排気温度が低下するように、燃料の噴射量を増量する燃料増量制御を実行する増量制御部と、前記エンジンの吸気行程において前記吸気バルブ及び前記排気バルブの両方が開弁される期間であるオーバーラップ期間を前記バルブタイミング可変機構を介して制御するバルブ制御部とを備え、前記バルブ制御部は、前記増量制御部が前記燃料増量制御を実行するとき、前記燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて排気系の部品の保護の要否を判定し、前記排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、前記オーバーラップ期間を短縮するものとする。

30

【0009】

この構成によれば、前記燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて、排気系の部品の保護の要否を判定すると共に、排気系の部品の保護が必要であると判定された場合には、オーバーラップ期間を短縮する。後燃えが発生すると排気温度が上昇することになるから、排気の温度上昇に基づいた判定を行うことで、排気系の部品を保護すべきときをより適切に判定することができる。さらに、オーバーラップ期間を短縮した分だけ新気の吹き抜け流量が減少することになるから、その減少量に応じて後燃えが抑制されることになる。そのことで、排気系の部品の昇温を抑制して、その保護を図ることができる。

40

【0010】

また、前記バルブ制御部は、前記排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、前記増量制御部が前記噴射量の増量を開始する前に、前記オーバーラップ期間を短縮してもよい。

【0011】

この構成によれば、燃料増量が開始される前に、予め、オーバーラップ期間を短縮することになる。そうすることによって、増量分の燃料が排気系に供給されたときには、新気の吹き抜け流量は、既に減少していることとなるから、後燃えをより確実に抑制して、ひいては排気系の部品を保護する上で有利になる。

50

【 0 0 1 2 】

また、前記バルブ制御部は、前記オーバーラップ期間中に排気系へ吹き抜ける新気の流量、及び、前記噴射量に基づいて、前記排気系の部品の保護の要否を判定してもよい。

【 0 0 1 3 】

排気の温度は、排気系へ吹き抜けた新気と未燃燃料とが反応して生じる後燃えによって上昇し得る。その未燃燃料の量は、燃料の噴射量に応じて増減する。よって、この構成によれば、新気の吹き抜け流量と噴射量とを考慮した判定を行うことで、後燃えに起因する排気の温度上昇を精度良く推定することができる。そのことで、排気系の部品の保護の要否を精度良く判定することができる。

【 0 0 1 4 】

また、前記バルブ制御部は、前記燃料増量制御が行われた場合の排気温度が所定の判定排気温度よりも高いとき、又は、前記燃料増量制御が行われた場合の排気系の部品の温度が所定の判定部品温度よりも高いときに、前記排気系の部品の保護が必要であると判定してもよい。

【 0 0 1 5 】

一般的に、排気の温度上昇に伴って、排気温度や部品温度が高くなると考えられる。よって、この構成によれば、排気温度又は部品温度に基づいた判定を行うことで、排気系の部品を保護すべきときをより適切に判定することができる。

【 0 0 1 6 】

また、前記バルブ制御部は、前記排気の温度上昇に基づいて、前記オーバーラップ期間の短縮量を設定してもよい。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、オーバーラップ期間の短縮量を設定する際に排気の温度上昇を考慮することによって、排気系の部品の昇温をより確実に抑制することができる。例えば、排気の温度上昇が大きくなるほど短縮量を大きくすることによって、温度上昇が大きくなるにつれて吹き抜け流量を多く低減することができる。そのことで、後燃えをより十分に抑止して、ひいては排気系の部品の昇温をより確実に抑制することができる。

【 0 0 1 8 】

また、前記バルブ制御部は、前記オーバーラップ期間を短縮するときに、前記排気バルブの開閉時期を変更してもよい。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、吸気バルブの開閉時期を変更する場合と比較して、気筒内に供給される吸気量への影響を低減し、ひいてはオーバーラップ期間を設けることでエンジンの出力トルクが受ける影響を低減する上で有利になる。

【 0 0 2 0 】

また、前記排気系の部品には、少なくとも排気を浄化する触媒が含まれていてもよい。

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、少なくとも触媒を排気熱から保護することができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

前記エンジンの制御装置によれば、排気系の各部品を保護することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 図 1 は、エンジンの概略構成図である。

【 図 2 】 図 2 は、ECUの機能ブロック図である。

【 図 3 】 図 3 は、ベース設定処理のフローチャートである。

【 図 4 】 図 4 は、排気温度の推定に用いる演算モデルを示す図である。

【 図 5 】 図 5 は、排気温度マップのイメージ図ある。

【 図 6 】 図 6 は、吹き抜け冷却マップのイメージ図である。

【 図 7 】 図 7 は、集合部上昇温度マップのイメージ図である。

10

20

30

40

50

- 【図 8】図 8 は、第 1 後燃えマップのイメージ図である。
- 【図 9】図 9 は、第 1 係数マップのイメージ図である。
- 【図 10】図 10 は、上流側車速放熱マップのイメージ図である。
- 【図 11】図 11 は、下流側車速放熱マップのイメージ図である。
- 【図 12】図 12 は、第 2 係数マップのイメージ図である。
- 【図 13】図 13 は、第 3 係数マップのイメージ図である。
- 【図 14】図 14 は、仕事損失マップのイメージ図である。
- 【図 15】図 15 は、第 4 係数マップのイメージ図である。
- 【図 16】図 16 は、反応熱マップのイメージ図である。
- 【図 17】図 17 は、第 5 係数マップのイメージ図である。
- 【図 18】図 18 は、第 2 後燃えマップのイメージ図である。
- 【図 19】図 19 は、燃料増量制御の処理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】

【0024】

以下、例示的な実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0025】

エンジンの構成

図 1 は、実施形態に係る制御装置が適用されたエンジンの概略構成図である。

【0026】

図 1 に示すように、エンジン 100（例えばガソリンエンジン）は、主に、外部から導入された吸気（空気）が通過する吸気通路（吸気系）10 と、吸気通路 10 が連結されたエンジン本体 20 と、エンジン本体 20 に連結された排気通路（排気系）30 と、エンジン 100 全体を制御する ECU（Electronic Control Unit）50 とを有する。

【0027】

吸気通路 10 には、上流側から順に、外部から導入された吸気を浄化するエアクリーナ 2 と、通過する吸気を昇圧させる、ターボ過給機 4 のコンプレッサ 4a と、通過する吸気を冷却するインタークーラ 9 と、通過する吸気の流量を調整するスロットルバルブ 11 と、エンジン本体 20 に供給する吸気を一次的に蓄えるサージタンク 13a を有する吸気マニホールド 13 とが設けられている。吸気マニホールド 13 は、エンジン本体 20 の吸気ポート 14 に接続されている。

【0028】

また、吸気通路 10 には、コンプレッサ 4a によって過給された吸気の一部を、コンプレッサ 4a の上流側に還流するためのエアバイパス通路 6 が設けられている。エアバイパス通路 6 は、一端がコンプレッサ 4a の下流側で且つスロットルバルブ 11 の上流側の吸気通路 10 に接続され、他端がコンプレッサ 4a の上流側の吸気通路 10 に接続されている。また、このエアバイパス通路 6 には、エアバイパス通路 6 を流れる吸気の流量を制御するエアバイパスバルブ 7 が設けられている。

【0029】

エンジン本体 20 は、主に、吸気ポート 14 を開閉する吸気バルブ 22 と、気筒 21 内に向けて燃料を噴射する燃料噴射弁 23 と、気筒 21 内に供給された吸気と燃料との混合気に点火する点火プラグ 24 と、気筒 21 内での混合気の燃焼により往復運動するピストン 27 と、ピストン 27 の往復運動により回転されるクランクシャフト 28 と、排気ポート 31 を開閉する排気バルブ 29 とを有する。

【0030】

クランクシャフト 28 には、不図示の吸気カムシャフトと排気カムシャフトとが駆動連結されている。吸気カムシャフトは、クランクシャフト 28 に連動して回転することにより、吸気バルブ 22 を駆動する。この駆動によって、吸気バルブ 22 は、吸気ポート 14 を所定のタイミングで開閉するように往復運動する。同様に、排気カムシャフトは、クランクシャフト 28 に連動して回転することにより、排気バルブ 29 を駆動する。この駆動によって、排気バルブ 29 は、排気ポート 31 を所定のタイミングで開閉するように往復

10

20

30

40

50

運動する。

【0031】

エンジン本体20は、吸気カムシャフトの位相を進角又は遅角させるバルブタイミング可変機構(吸気VVT)25と、排気カムシャフトの位相を進角又は遅角させるバルブタイミング可変機構(排気VVT)26とを備えている。

【0032】

吸気VVT25は、吸気カムシャフトの位相を進角又は遅角させることによって、吸気バルブ22の開時期及び閉時期を、所定の最進角時期と最遅角時期との間で連続的に変更する。この実施形態では、吸気VVT25は、電磁バルブを用いて構成されている。同様に、排気VVT26は、排気カムシャフトの位相を進角又は遅角させることによって、排気バルブ29の開時期及び閉時期を連続的に変更する。この実施形態では、排気VVT26は、油圧式のソレノイドバルブを用いて構成されている。

【0033】

排気通路30には、上流側から順に、通過する排気によって回転させられ、この回転によってコンプレッサ4aを回転駆動する、ターボ過給機4のタービン4bと、排気の浄化機能を有する排気浄化触媒37、38とが設けられている。排気浄化触媒37、38は、例えばNOx触媒や三元触媒や酸化触媒などである。

【0034】

排気通路30を構成する排気管の上流端部は、排気ポート31に連結される分岐管30aと、分岐管30aが集合する集合部30bとを有している。分岐管30aの一部は、排気マニホールドにより構成されている。

【0035】

また、排気通路30には、排気を吸気通路10に還流するEGR(Exhaust Gas Recirculation)通路32が接続されている。このEGR通路32は、一端がタービン4bの上流側の排気通路30に接続され、他端がスロットルバルブ11の下流側の吸気通路10に接続されている。加えて、EGR通路32には、還流させる排気を冷却するEGRクーラ33と、EGR通路32を流れる排気の流量を制御するEGRバルブ34とが設けられている。

【0036】

さらに、排気通路30には、排気にターボ過給機4のタービン4bを迂回させるタービンバイパス通路35が設けられている。このタービンバイパス通路35には、タービンバイパス通路35を流れる排気の流量を制御するウェイストゲートバルブ(以下、「WGバルブ」と称する)36が設けられている。

【0037】

また、図1に示すエンジン100には、各種のセンサが設けられている。具体的には、エンジン100の吸気系においては、エアクリーナ2の下流側の吸気通路10(詳しくは、エアクリーナ2とコンプレッサ4aとの間の吸気通路10)に、吸気流量を検出するエアフロセンサ61と吸気温度を検出する第1温度センサ62とが設けられ、コンプレッサ4aとスロットルバルブ11との間の吸気通路10に、過給圧を検出する第1圧力センサ63が設けられ、スロットルバルブ11の下流側の吸気通路10(詳しくは、サージタンク13a内)に、サージタンク13a内の圧力であるインマニ圧力を検出する第2圧力センサ64が設けられている。この第2圧力センサ64には、サージタンク13a内の温度であるインマニ温度を検出する温度センサが内蔵されている。

【0038】

そして、エンジン本体20においては、クランクシャフト28のクランク角を検出するクランク角センサ69、吸気カムシャフトのカム角を検出する吸気側カム角センサ70、及び、排気カムシャフトのカム角を検出する排気側カム角センサ71が設けられている。

【0039】

さらに、エンジン100の排気系においては、EGRバルブ34の開度であるEGR開度を検出するEGR開度センサ65、及び、WGバルブ36の開度であるWG開度を検出

10

20

30

40

50

するWG開度センサ66が設けられ、タービン4bの下流側の排気通路30（詳しくは、タービン4bと排気浄化触媒37との間の排気通路30）に、排気中の酸素濃度を検出するO₂センサ67と排気温度を検出する排気温度センサ68とが設けられている。

【0040】

エアフロセンサ61は、検出した吸気流量に対応する検出信号S61をECU50に供給し、第1温度センサ62は、検出した吸気温度に対応する検出信号S62をECU50に供給し、第1圧力センサ63は、検出した過給圧に対応する検出信号S63をECU50に供給し、第2圧力センサ64は、検出したインマニ圧力とインマニ温度に対応する検出信号S64をECU50に供給し、EGR開度センサ65は、検出したEGR開度に対応する検出信号S65をECU50に供給し、WG開度センサ66は、検出したWG開度に対応する検出信号S66をECU50に供給し、O₂センサ67は、検出した酸素濃度に対応する検出信号S67をECU50に供給し、排気温度センサ68は、検出した排気温度に対応する検出信号S68をECU50に供給する。クランク角センサ69は、検出したクランク角に対応する検出信号S69をECU50に供給する。吸気側カム角センサ70及び排気側カム角センサ71は、それぞれ、検出したカム角に対応する検出信号S70、S71をECU50に供給する。また、エンジン100には、大気圧を検出する大気圧センサ60が設けられており、この大気圧センサ60は、検出した大気圧に対応する検出信号S60をECU50に供給する。

【0041】

ECU50は、CPUと、CPU上で実行される各種のプログラム（OSなどの基本制御プログラムや、OS上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む）や各種のデータを格納するためのROMやRAMの如き内部メモリとを備えるコンピュータにより構成される。ECU50は、上述した各種センサから供給された検出信号に基づいて、種々の制御や処理を行う。

【0042】

例えば、ECU50は、運転者の要求に応じてスロットルバルブ11の開度及び燃料噴射弁23の燃料噴射量等を設定すると共に、排気温度を推定し、その排気温度に応じて燃料噴射量及び吸気バルブ22及び排気バルブ29の開閉時期を調整する。

【0043】

図2に、ECU50の機能ブロック図を示す。詳しくは、ECU50は、スロットルバルブ11等の制御の基本値を設定するトルクベース制御を実行するベース設定部51と、排気温度を推定する温度推定部52と、排気温度を低下させるために噴射量を増量する燃料増量制御を実行する増量制御部53と、吸気バルブ22及び排気バルブ29のオーバーラップ期間を制御するバルブ制御部54とを有している。

【0044】

ベース設定部51は、エンジン100の運転状態に基づいて要求トルク（以下、「目標トルク」という）を求め、目標トルクに応じて、スロットルバルブ11の開度、WGバルブ36の開度、点火プラグ24の点火時期、吸気バルブ22の開閉時期、排気バルブ29の開閉時期、及び、燃料噴射弁23の噴射量などの基本値を設定する。各基本値は、目標トルクに応じて様々に変更される。

【0045】

温度推定部52は、気筒21から排気浄化触媒37までの排気に対する熱の収支を演算することによって排気温度を推定する。温度推定部52は、排気通路30の各部（例えば、タービン4b上流、O₂センサ67、排気浄化触媒37）における排気温度を推定する。

【0046】

増量制御部53は、ベース設定部51により設定された噴射量を、温度推定部52により推定された排気温度に応じて増量する。つまり、増量制御部53は、目標トルクを達成する以上の噴射量が噴射されるように燃料噴射弁23を制御する。こうして燃料を増量することによって、燃料の気化潜熱により気筒21内の温度を低下させることができ、ひい

10

20

30

40

50

ては、排気温度を低下させることができる。

【 0 0 4 7 】

バルブ制御部 5 4 は、基本的には、ベース設定部 5 1 により設定された吸気バルブ 2 2 の開閉時期及び排気バルブ 2 9 の開閉時期を実現するように吸気 V V T 2 5 及び排気 V V T 2 6 を制御する。エンジン 1 0 0 の運転状態によっては、吸気行程中に吸気バルブ 2 2 の開閉時期と排気バルブ 2 9 の開閉時期とがオーバーラップするように、吸気バルブ 2 2 の開閉時期及び排気バルブ 2 9 の開閉時期が設定される場合がある。そのような場合、バルブ制御部 5 4 は、吸気行程中に吸気バルブ 2 2 及び排気バルブ 2 9 の両方が開弁するバルブオーバーラップを実行する。バルブオーバーラップを実行することによって、吸気ポート 1 4 を介して気筒 2 1 内に取り込まれた新気がそのまま排気ポート 3 1 から排出される。例えば、気筒 2 1 の掃気を促進したいとき、気筒 2 1 の温度を低下させたいとき、タービン流量を増加させたいとき等にバルブオーバーラップが実行される。

10

【 0 0 4 8 】

それに加えて、バルブ制御部 5 4 は、吸気バルブ 2 2 及び排気バルブ 2 9 の両方が開いている期間であるオーバーラップ期間を調整する。詳しくは、バルブ制御部 5 4 は、温度推定部 5 2 により推定された排気温度が高い場合には、吸気バルブ 2 2 の開閉時期と排気バルブ 2 9 の開閉時期とのオーバーラップ量を低減するように、オーバーラップ期間を調整する。

【 0 0 4 9 】

トルクベース制御

20

まず、トルクベース制御について、図 3 のフローチャートを参照しながら詳細に説明する。図 3 は、ベース設定処理のフローチャートである。

【 0 0 5 0 】

まず、ステップ S 1 0 1 において、ベース設定部 5 1 は、エンジン 1 0 0 の運転状態を取得する。具体的には、エンジン本体 2 0 の回転速度（以下、「エンジン回転数」と称する）、車速、アクセル開度及び変速比等を各種センサの検出結果に基づいて読み込む。例えば、エンジン回転数は、クランク角センサ 6 9 の検出結果に基づいて取得される。

【 0 0 5 1 】

続いて、ベース設定部 5 1 は、取得された運転状態に応じた目標加速度を求める（ステップ S 1 0 2 ）。また、ベース設定部 5 1 は、目標加速度を実現するために必要な目標トルクを求める（ステップ S 1 0 3 ）。

30

【 0 0 5 2 】

さらに、ベース設定部 5 1 は、ステップ S 1 0 4 において、目標トルクを実現するために必要な充填効率の目標値（以下、「目標充填効率」と称する）を求める。詳しくは、目標充填効率は、目標トルク、エンジン回転数、及び、図示平均有効圧力の目標値（以下、「目標図示平均有効圧力」と称する）に基づいて求められる。目標図示平均有効圧力は、目標トルク、並びに、トルク損失となる機械抵抗及びポンプ損失（ポンピングロス）に基づいて求められる。

【 0 0 5 3 】

ベース設定部 5 1 は、このように設定された目標充填効率に基づいて、吸気バルブ 2 2 の開閉時期の基本値及び排気バルブ 2 9 の開閉時期の基本値を設定する。吸気バルブ 2 2 の開閉時期の基本値は、E C U 5 0 の内部メモリに予め記憶された、エンジン回転数及び目標充填効率とそれらに応じた吸気バルブ 2 2 の開閉時期とが関連付けて規定された吸気 V V T マップに基づいて求められる。同様に、排気バルブ 2 9 の開閉時期の基本値は、E C U 5 0 の内部メモリに予め記憶された、エンジン回転数及び目標充填効率とそれらに応じた排気バルブ 2 9 の開閉時期とが関連付けて規定された排気 V V T マップに基づいて求められる。基本的には、吸気バルブ 2 2 の開閉時期の基本値は、吸気バルブ 2 2 が吸気行程の途中で開き、B D C を過ぎて圧縮行程の途中で閉じるように設定されている。つまり、吸気バルブ 2 2 は、所謂、遅閉じに設定されている。また、排気バルブ 2 9 の開閉時期の基本値は、エンジン回転数及び目標充填効率によっては、吸気行程において吸気バルブ

40

50

２２と排気バルブ２９との両方が開いたオーバーラップ期間が設けられるように設定されている。

【００５４】

このステップＳ１０４の後には、ステップＳ１０５～Ｓ１０８とステップＳ１０９～Ｓ１１２とが並行して行われる。

【００５５】

ステップＳ１０５においては、ベース設定部５１は、目標充填効率を実現するために必要な吸気マニホールド１３内の吸気量の目標値（以下、「目標インマニ空気量」と称する）を求める。目標インマニ空気量は、第２圧力センサ６４により検出されたインマニ温度と、インマニ圧力の目標値（以下、「目標インマニ圧」と称する）と、吸気バルブ２２の開閉時期とに基づいて求められる。目標インマニ圧は、ＥＣＵ５０の内部メモリに予め記憶された、目標インマニ空気量及びインマニ温度とそれらに応じた目標インマニ圧とが関連付けて規定された吸気特性マップに基づいて求められる。

10

【００５６】

ステップＳ１０６において、ベース設定部５１は、目標インマニ空気量を実現するために必要となる、スロットルバルブ１１を通過する吸気の流量の目標値（以下、「目標スロットル通過流量」と称する）を求める。この目標スロットル通過流量は、ステップＳ１０４で求められた目標充填効率と、ステップＳ１０５で求められた目標インマニ空気量と、現在のインマニ空気量の推定値（以下、「実インマニ空気量」と称する）とに基づいて求められる。実インマニ空気量は、第２圧力センサ６４により検出されたインマニ圧力及びインマニ温度に基づいて推定される。なお、この実インマニ空気量は、吸気マニホールド１３に流入する空気量と吸気マニホールド１３から気筒２１内へ流出する空気量との間の収支を計算することにより推定してもよい。

20

【００５７】

ステップＳ１０７において、ベース設定部５１は、目標スロットル通過流量を実現するために必要となる、スロットルバルブ１１のバルブ開度の目標値（以下、「目標スロットル開度」と称する）を求める。この目標スロットル開度は、目標スロットル通過流量と、第１圧力センサ６３により検出された、スロットルバルブ１１上流側の吸気圧力（過給圧）と、第２圧力センサ６４により検出された、スロットルバルブ１１下流側の吸気圧力とに基づいて求められる。

30

【００５８】

ステップＳ１０８において、ベース設定部５１は、燃料噴射弁２３及び点火プラグ２４についても、ＥＣＵ５０の内部メモリに予め記憶された適宜のマップに基づいて基本値を求める。例えば、ベース設定部５１は、目標充填効率に基づいて燃料噴射弁２３の噴射量を設定し、目標トルクを実現するように点火プラグ２４の点火時期を設定する。そして、ベース設定部５１は、吸気バルブ２２、燃料噴射弁２３、点火プラグ２４、吸気ＶＶＴ２５及び排気ＶＶＴ２６に対して各々の制御値（基本値）に対応する制御信号を出力する。

【００５９】

一方で、ステップＳ１０９において、ベース設定部５１は、目標充填効率を実現するために必要となる、過給圧の目標値である目標過給圧を求める。目標過給圧は、ＥＣＵ５０の内部メモリに予め記憶された、エンジン回転数、目標充填効率及び吸気バルブ２２の開閉時期とそれらに応じた目標過給圧とが関連付けて規定された過給圧マップに基づいて求められる。

40

【００６０】

ステップＳ１１０において、ベース設定部５１は、目標過給圧に基づいて、タービン４ｂを通過する流量の目標値である目標タービン流量を求める。詳しくは、目標タービン流量は、圧縮機駆動力の目標値である目標圧縮機駆動力、及び、エンジン回転数等に基づいて求められる。目標圧縮機駆動力は、目標過給圧に基づいて求められる。

【００６１】

ステップＳ１１１において、ベース設定部５１は、目標タービン流量を実現するために

50

必要な、WGバルブ36のバルブ開度の目標値（以下、「目標WG開度」と称する）を設定する。目標WG開度は、目標タービン流量と排気の総流量とに基づいて求められる。

【0062】

そして、ステップS112において、ベース設定部51は、WGバルブ36のバルブ開度が目標WG開度となるようにWGバルブ36を駆動するための制御信号を出力する。

【0063】

なお、これらのステップの順番は一例であり、ステップの順番を可能な範囲で適宜入れ替えたり、複数のステップを並行して処理したりしてもよい。例えば、ステップS105からステップS108まで続くステップと、ステップS109からステップS112まで続くステップとを並行に処理せずに、一つずつ順番に処理してもよい。

10

【0064】

こうして、ベース設定部51は、スロットルバルブ11の開度、燃料噴射弁23の噴射量、点火プラグ24の点火時期、吸気バルブ22の開閉時期、排気バルブ29の開閉時期、及び、WGバルブ36の開度のそれぞれの基本値を設定する。

【0065】

温度推定

続いて、温度推定部52による温度推定について図4を参照しながら詳細に説明する。図4に、排気温度の推定に用いる演算モデルを示す。

【0066】

温度推定部52は、排気が気筒から排出されてから排気浄化触媒37に到達するまでの放熱及び受熱の収支を推定し、排気系の複数の場所における排気温度を推定する。具体的には、温度推定部52は、(A)排気ポート31の出口での第1排気温度 T_a 、(B)タービン4b直前での第2排気温度 T_b 、(C)O₂センサ67における第3排気温度 T_c 、及び、(D)排気浄化触媒37における第4排気温度 T_d を推定する。温度推定部52は、熱の収支として、(i)新気吹き抜けにより冷却された排気ポート31への放熱、(ii)排気管の集合部30bからの受熱、(iii)排気管のうちタービン4bよりも上流での後燃えからの受熱、(iv)排気マニホールド及びタービンハウジングを含む、排気管のうちタービン4bよりも上流側の部分への放熱、(v)排気管のうちタービン4bよりも下流側で排気浄化触媒37よりも上流側の部分への放熱、(vi)タービン仕事による熱損失、(vii)排気浄化触媒37の反応熱からの受熱、及び、(viii)排気浄化触媒37での後燃えからの受熱を考慮する。

20

30

【0067】

具体的には、温度推定部52は、まず、気筒21内で燃焼し、排出される排気の温度（以下、「排出時温度」という） T_0 を推定する。排出時温度 T_0 は、エンジン回転数、充填効率、点火時期（遅角量）、空燃比に基づいて算出される。ECU50の内部メモリには、エンジン回転数、充填効率、点火時期、空燃比に応じた排出時温度 T_0 が規定された排気温度マップが予め記憶されている。図5に、排気温度マップのイメージ図を示す。図5に示す排気温度マップにおいては、排出時温度 T_0 は、エンジン回転数が高くなるほど、充填効率が大きくなるほど、点火時期が遅くなるほど、空燃比が大きくなるほど、高くなる。温度推定部52は、エンジン回転数、充填効率、点火時期、空燃比を排気温度マップに照らし合わせることによって排出時温度 T_0 を求める。なお、排気温度マップを含め、温度推定部52の温度推定に用いる各種マップは、エンジン100ごとに固有のものであり、実測等によって予め求められる。そのため、図5の排気温度マップや、後述する各種マップは、一例に過ぎず、エンジンによっては異なる特性となり得る。

40

【0068】

温度推定部52は、(i)新気吹き抜けにより冷却された排気ポート31への放熱に起因する排気温度の低下分（以下、その低下温度を「第1低下温度 T_{e1} 」と称する）を求める。排気ポート31を新気が吹き抜けることにより排気ポート31、すなわち、シリンダヘッドが冷却される。これにより、排気ポート31を通過する排気も冷却され、排気温度が低下する。新気吹き抜けに起因する排気の第1低下温度 T_{e1} は、吹き抜け流量

50

が多くなるほど大きくなる（すなわち、排気がより冷却される）。

【0069】

まず、温度推定部52は、吹き抜け流量を算出する。具体的には、温度推定部52は、吸気圧（第2圧力センサ64により検出されたインマニ圧力）、吸気バルブ22及び排気バルブ29のオーバーラップ量（すなわち、オーバーラップ期間）に基づいて吹き抜け率の基本値を算出する。オーバーラップ量は、吸気バルブ22の開閉時期及び排気バルブ29の開閉時期から求められる。ECU50の内部メモリには、吸気圧及びオーバーラップ量に応じた吹き抜け率の基本値が規定された吹き抜け率マップが予め記憶されている。温度推定部52は、吸気圧及びオーバーラップ量を吹き抜け率マップに照らし合わせることで、吹き抜け率の基本値を求める。また、ECU50の内部メモリには、エンジン回転数に応じた、吹き抜け率の補正項が規定された補正マップが予め記憶されている。温度推定部52は、エンジン回転数を補正マップに照らし合わせることで、吹き抜け率の補正項を求める。そして、温度推定部52は、吹き抜け率の基本値に吹き抜け率の補正項を乗算して、吹き抜け率を求める。さらに、温度推定部52は、吸入空気流量に吹き抜け率を乗算することによって吹き抜け流量を算出する。吸入空気流量としては、例えば、エアフロセンサ61によって検出される吸気流量が用いられる。ECU50の内部メモリには、吹き抜け流量に応じた第1低下温度 T_{e1} が規定された吹き抜け冷却マップが予め記憶されている。図6に、吹き抜け冷却マップのイメージ図を示す。図6に示す吹き抜け冷却マップにおいては、第1低下温度 T_{e1} は、吹き抜け流量が多くなるほど、大きくなる。温度推定部52は、吹き抜け流量を吹き抜け冷却マップに照らし合わせることで第1低下温度 T_{e1} を求める。

【0070】

温度推定部52は、排出時温度 T_0 から第1低下温度 T_{e1} を減算することによって排気ポート31の出口での第1排気温度 T_a を求める。

【0071】

温度推定部52は、(ii) 排気管の集合部30bからの受熱による排気温度の上昇分（以下、その上昇温度を「第1上昇温度 T_{i1} 」と称する）を求める。つまり、各気筒の排気ポート31からは、複数の気筒21の燃焼順に応じて高温の排気が間欠的に排出される。各気筒21から間欠的に排出される排気は、分岐管30aを通過して、やがて集合部30bに到達する。そのため、集合部30bには、複数の気筒からの排気が次々と流入するため、集合部30bの温度は、分岐管30aに比べて高くなる。こうして集合部30bが高温になることにより、排気が集合部30bを通過する際に加熱される。ECU50の内部メモリには、第1排気温度 T_a に応じた第1上昇温度 T_{i1} が規定された集合部上昇温度マップが予め記憶されている。図7に、集合部上昇温度マップのイメージ図を示す。図7に示す集合部上昇温度マップにおいては、第1上昇温度 T_{i1} は、第1排気温度 T_a が高くなるほど大きくなる（すなわち、排気がより加熱される）。温度推定部52は、第1排気温度 T_a を集合部上昇温度マップに照らし合わせることで第1上昇温度 T_{i1} を求める。

【0072】

温度推定部52は、(iii) 排気管の上流部での後燃えからの受熱に起因する排気温度の上昇分（以下、その上昇温度を「第2上昇温度 T_{i2} 」と称する）を求める。新気吹き抜けが生じている場合には、排気管に新気が流入する。そのため、排気中に未燃燃料が含まれていると、排気管内で新気と未燃燃料とが反応して、所謂、後燃えが発生する。特に、前述の如く、排気管の集合部30bにおいては排気が高温になるため、後燃えが生じ易い。ECU50の内部メモリには、吹き抜け流量に応じた第2上昇温度 T_{i2} の基本値が規定された第1後燃えマップと、空燃比に応じた係数（以下、「第1係数 1」と称する）が規定された第1係数マップとが予め記憶されている。図8に第1後燃えマップのイメージ図を、図9に第1係数マップのイメージ図を示す。図8の第1後燃えマップにおいては、第2上昇温度 T_{i2} の基本値は、吹き抜け流量が多くなるほど大きくなる（すなわち、排気がより加熱される）。図9の第1係数マップにおいては、第1係数 1は、

空燃比がストイキ（１４．７）からリッチになるほど（空燃比が小さくなるほど）小さくなる（すなわち、排気の加熱が小さくなる）。これは、空燃比がリッチになるほど、気化潜熱による冷却効果の影響が大きくなるためである。温度推定部５２は、吹き抜け流量を第１後燃えマップに照らし合わせることによって第２上昇温度 T_{i2} の基本値を求めると共に、空燃比を第１係数マップに照らし合わせることによって第１係数 １を求める。温度推定部５２は、第１上昇温度 T_{i2} の基本値に第１係数 １を乗算することによって第２上昇温度 T_{i2} を求める。

【００７３】

温度推定部５２は、（iv）排気管の上流部への放熱に起因する排気温度の低下分（以下、その低下温度を「第２低下温度 T_{e2} 」と称する）を求める。エンジン本体２０及び排気系の周囲は、走行風が吹き抜けており、この走行風によりエンジン本体２０及び排気系が冷却される。例えば、エンジン１００のようにターボ過給機４が設けられている場合には、タービン４ｂを収容するタービンハウジングの周辺に走行風が導入されるように構成されており、タービンハウジングを含む排気管の上流部がよく冷却される。そのため、排気が排気管の上流部を通過する際の該上流部への放熱も大きくなる。ＥＣＵ５０の内部メモリには、車速に応じた第２低下温度 T_{e2} が規定された上流側車速放熱マップが予め記憶されている。図１０に、上流側車速放熱マップのイメージ図を示す。図１０に示す上流側車速放熱マップにおいては、第２低下温度 T_{e2} は、車速が速くなるほど大きくなる（すなわち、排気がより冷却される）。温度推定部５２は、車速を車速放熱マップに照らし合わせることによって第２低下温度 T_{e2} を求める。

10

20

【００７４】

なお、排気管の上流部への放熱は排気流量（吸入空気流量）や外気温度の影響も受けるが、この例では車速による影響が支配的であるので、第２低下温度 T_{e2} は、車速のみに応じて決定される。ただし、第２低下温度 T_{e2} は、車速に加えて、排気流量又は外気温度を考慮して決定されてもよい。

【００７５】

温度推定部５２は、（v）排気管の下流部への放熱に起因する排気温度の低下分（以下、その低下温度を「第３低下温度 T_{e3} 」と称する）を求める。排気は、前述の排気管の上流部だけでなく、排気管のうちタービン４ｂよりも下流側の部分へも放熱する。（iv）排気管の上流部への放熱は、車速による影響が支配的なので、車速のみを考慮しているが、（v）排気管の下流部への放熱は、車速による影響が相対的に小さく、排気流量（ひいては、吸入空気流量）及び外気温度の影響も受ける。ＥＣＵ５０の内部メモリには、車速に応じた、第３低下温度 T_{e3} の基本値が規定された下流側車速放熱マップ、吸入空気流量に応じた係数（以下、「第２係数 ２」と称する）が規定された第２係数マップ、及び外気温に応じた係数（以下、「第３係数 ３」と称する）が規定された第３係数マップが予め記憶されている。図１１に、下流側車速放熱マップのイメージ図を、図１２に、第２係数マップのイメージ図を、図１３に第３係数マップのイメージ図を示す。図１１に示す下流側車速放熱マップにおいては、第３低下温度 T_{e3} は、車速が速くなるほど大きくなる（すなわち、排気がより冷却される）。図１２に示す第２係数マップにおいては、第２係数 ２は、吸入空気流量が大きくなるほど小さくなる（すなわち、排気の冷却が小さくなる）。図１３に示す第３係数マップにおいては、第３係数 ３は、外気温度が高くなるほど小さくなる（すなわち、排気の冷却が小さくなる）。温度推定部５２は、排気流量に関連する値として吸入空気流量を用いている。温度推定部５２は、第１温度センサ６２により検出される吸気温度を外気温として用いている。温度推定部５２は、車速を下流側車速放熱マップに照らし合わせることによって第３低下温度 T_{e3} の基本値を求め、吸入空気流量を第２係数マップに照らし合わせることによって第２係数 ２を求め、外気温度を第３係数マップに照らし合わせることによって第３係数 ３を求める。温度推定部５２は、第３低下温度 T_{e3} の基本値に第２係数 ２及び第３係数 ３を乗算することによって第３低下温度 T_{e3} を求める。

30

40

【００７６】

50

温度推定部 52 は、(vi) タービン仕事による熱損失に起因する排気温度の低下分（以下、その低下温度を「第 4 低下温度 T_{e4} 」と称する）を求める。排気がタービン 4b を回転駆動する際に、排気の熱量はタービン仕事に変換され、排気温度が低下する。タービン 4b へ作用する仕事量は、WG バルブ 36 の開度及びタービン流量に依存する。ECU 50 の内部メモリには、WG バルブ 36 の開度に応じた、第 4 低下温度 T_{e4} の基本値が規定された仕事損失マップ、及びタービン流量に応じた係数（以下、「第 4 係数 4」と称する）が規定された第 4 係数マップが予め記憶されている。図 14 に、仕事損失マップのイメージ図を、図 15 に、第 4 係数マップのイメージ図を示す。図 14 の仕事損失マップにおいては、第 4 低下温度 T_{e4} は、WG バルブ 36 の開度が大きくなるほど小さくなる（すなわち、排気の冷却が小さくなる）。図 15 の第 4 係数マップにおいては、第 4 係数 4 は、タービン流量が多いほど大きくなる（すなわち、排気の冷却が大きくなる）。温度推定部 52 は、WG バルブ 36 の開度を仕事損失マップに照らし合わせることで第 4 低下温度 T_{e4} の基本値を求め、タービン流量を第 4 係数マップに照らし合わせることで第 4 係数 4 を求める。温度推定部 52 は、第 4 低下温度 T_{e4} の基本値に第 4 係数 4 を乗算することによって第 4 低下温度 T_{e4} を求める。

10

20

30

40

50

【0077】

温度推定部 52 は、(vii) 排気浄化触媒 37 の反応熱による加熱に起因する排気温度の上昇分（以下、その上昇温度を「第 3 上昇温度 T_{i3} 」と称する）を求める。排気浄化触媒 37 は、還元反応及び / 又は酸化反応によって排気を浄化し、その際に反応熱を発生する。これにより、排気温度が上昇する。この反応熱は、排気中に含まれる NO_x 、 CO 、 HC の量（ひいては、エンジン回転数及び充填効率）及び排気浄化触媒 37 の浄化性能（ひいては、空燃比）に依存する。ECU 50 の内部メモリには、エンジン回転数及び充填効率に応じた、第 3 上昇温度 T_{i3} の基本値が規定された反応熱マップと、空燃比に応じた係数（以下、「第 5 係数 5」と称する）が規定された第 5 係数マップとが予め記憶されている。図 16 に、反応熱マップのイメージ図を、図 17 に、第 5 係数マップのイメージ図を示す。図 16 の反応熱マップにおいては、第 3 上昇温度 T_{i3} は、エンジン回転数又は充填効率が大きくなるほど大きくなる（すなわち、排気がより加熱される）。図 17 の第 5 係数マップにおいては、第 5 係数 5 は、空燃比がストイキ（14.7）からリッチになるほど（空燃比が小さくなるほど）小さくなる（すなわち、排気の加熱が小さくなる）。これは、排気浄化触媒 37 は、空燃比がストイキのときに浄化効率が高く、空燃比がリッチになるほど浄化効率が低下するためである。なお、この例では、空燃比がリーンになっても、第 5 係数 5 はあまり変化しない。ただし、エンジン 100 及び排気浄化触媒 37 によっては、空燃比がリーンになるほど、第 5 係数 5 が小さくなる場合もあり得る。温度推定部 52 は、エンジン回転数及び充填効率を反応熱マップに照らし合わせることで第 3 上昇温度 T_{i3} の基本値を求めると共に、空燃比を第 5 係数マップに照らし合わせることで第 5 係数 5 を求める。温度推定部 52 は、第 3 上昇温度 T_{i3} の基本値に第 5 係数 5 を乗算することによって第 3 上昇温度 T_{i3} を求める。

【0078】

温度推定部 52 は、(viii) 排気浄化触媒 37 での後燃えからの受熱に起因する排気温度の上昇分（以下、その上昇温度を「第 4 上昇温度 T_{i4} 」と称する）を求める。新気吹き抜け時の後燃えは、前述の集合部 30b だけでなく、排気浄化触媒 37 においても発生する。つまり、排気中の未燃燃料は、集合部 30b 及びそれ以降の排気管中で燃え切るわけではなく、一部の未燃燃料は、燃え残って排気浄化触媒 37 に到達する。前述の如く、排気浄化触媒 37 は反応熱によって高温となっているため、燃え残った未燃燃料も排気浄化触媒 37 においては燃焼し易い。こうして、排気浄化触媒 37 においても後燃えが生じる。ECU 50 の内部メモリには、吹き抜け流量に応じた第 4 上昇温度 T_{i4} が規定された第 2 後燃えマップが予め記憶されている。図 18 に、第 2 後燃えマップのイメージ図を示す。図 18 の第 2 後燃えマップにおいては、吹き抜け流量に対する第 4 上昇温度 T_{i4} の特性が空燃比ごとに規定されている。第 4 上昇温度 T_{i4} は、空燃比が一定であれば、吹き抜け流量が大きくなるほど小さくなる（すなわち、排気の加熱が小さくなる

）。また、第4上昇温度 T_{i4} は、吹き抜け流量が一定であれば、空燃比が小さくなるほど（すなわち、リッチになるほど）、小さくなる（すなわち、排気の加熱が小さくなる）。これは、空燃比が小さい場合、すなわち、燃料が相対的に多い場合には燃料の気化潜熱による冷却効果が大きくなるので、後燃えが生じにくくなるためである。燃料が相対的に小さくなると、燃料の気化潜熱による冷却よりも後燃えによる加熱の影響の方が大きくなる。温度推定部52は、吹き抜け流量及び空燃比を第2後燃えマップに照らし合わせることによって第4上昇温度 T_{i4} を求める。

【0079】

温度推定部52は、排出時温度 T_0 に第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 及び第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ のうち必要なものを加算又は減算することによって、排気系の各場所における排気温度を推定する。例えば、第1排気温度 T_a は、排出時温度 T_0 から第1低下温度 T_{e1} を減算することによって求められる。第2排気温度 T_b は、排出時温度 T_0 から第1低下温度 T_{e1} を減算し、第1上昇温度 T_{i1} 及び第2上昇温度 T_{i2} を加算し、さらに第2低下温度 T_{e2} を減算することによって求められる。第3排気温度 T_c は、排出時温度 T_0 から第1低下温度 T_{e1} を減算し、第1上昇温度 T_{i1} 及び第2上昇温度 T_{i2} を加算し、第2低下温度 T_{e2} 、第3低下温度 T_{e3} 及び第4低下温度 T_{e4} をさらに減算することによって求められる。第4排気温度 T_d は、排出時温度 T_0 から第1低下温度 T_{e1} を減算し、第1上昇温度 T_{i1} 及び第2上昇温度 T_{i2} を加算し、第2低下温度 T_{e2} 、第3低下温度 T_{e3} 及び第4低下温度 T_{e4} をさらに減算し、第3上昇温度 T_{i3} 及び第4上昇温度 T_{i4} をさらに加算することによって求められる。なお、温度推定部52は、第1～第4排気温度 $T_a \sim T_d$ を算出する際には、排気系の各部品の熱容量を考慮して、排出時温度 T_0 、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 及び第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ のうち必要なものを適宜、一次遅れ要素として演算する。

【0080】

以上のような温度推定部52の温度推定によれば、吹き抜け流量が多い場合であっても後燃えに起因する排気の温度上昇を考慮して排気温度を推定することができる。その結果、排気温度を精度良く推定することができる。

【0081】

燃料増量

続いて、増量制御部53による燃料増量制御、及び、その際のバルブ制御部54によるオーバーラップ期間の調整について、図19を参照しながら説明する。図19は、燃料増量制御の処理を示すフローチャートである。

【0082】

まず、ステップS201において、温度推定部52がエンジン100の運転状態を取得する。具体的には、エンジン回転数、充填効率、点火時期、及び空燃比等を各種センサの検出結果に基づいて読み込む。

【0083】

続くステップS202において、温度推定部52は、排出時温度 T_0 、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 及び第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ をステップS201で読み込んだ運転状態に基づいて算出し、排気系の各場所における排気温度 $T_a \sim T_d$ を推定する。

【0084】

続いて、増量制御部53は、ステップS203において、温度推定部52により推定された排気温度のうちタービン4bの直上流での第2排気温度 T_b を読み込む。そして、増量制御部53は、その第2排気温度 T_b に基づいて、燃料増量制御の要否を判定する。詳しくは、増量制御部53は、第2排気温度 T_b が所定の増量判定温度よりも高い場合には、タービン4bの過度の昇温を防止するべく第2排気温度 T_b を低下させる必要有と判定し、燃料の増量を要求する。この増量判定温度は、タービン4bの保証温度に基づいて規定されており、ECU50の内部メモリに予め記憶されている。一方で、第2排気温度 T_b

bが増量判定温度以下の場合には、第2排気温度 T_b を低下させる必要無と判定し、燃料の増量を要求せずにリターンする。なお、燃料増量制御の要否を第2排気温度 T_b と第2保証温度 T_{t2} との比較結果に基づいて判定する構成は、一例に過ぎず、この構成に限られるものではない。例えば、排気ポート31の出口での排気温度である第1排気温度 T_a と排気ポート31の保証温度に基づいて規定された増量判定温度とを比較することによって判定したり、 O_2 センサ67での排気温度である第3排気温度 T_c と O_2 センサ67の保証温度に基づいて規定された増量判定温度とを比較することによって判定したり、排気浄化触媒37での排気温度である第4排気温度 T_d と排気浄化触媒37の保証温度に基づいて規定された増量判定温度とを比較することによって判定したり、排気系の各場所における比較結果の組み合わせに基づいて判定したりしてもよい。

10

【0085】

次に、増量制御部53は、ステップS203で燃料の増量が要求された場合から続くステップS204において、燃料増量制御における噴射量の増量分（以下、「噴射量補正值」と称する）を求める。ECU50の内部メモリには、エンジン回転数及び充填効率に応じた噴射量補正值が規定された増量マップが予め記憶されている。噴射量補正值は、この増量マップにおいては、エンジン回転数が大きくなるほど、充填効率が大きくなるほど大きくなる（すなわち、燃料増量が多くなる）。増量制御部53は、エンジン回転数及び充填効率を増量マップに照らし合わせることによって噴射量補正值を求める。増量制御部53は、ベース設定部51により設定された噴射量の目標値に噴射量補正值を加算することによって、燃料増量制御における噴射量の目標値（以下、「増量時噴射量」と称する）を

20

【0086】

続いて、温度推定部52は、ステップS205において、燃料増量制御が行われる前に、予め、当該制御が行われた場合の排気温度を予測する。詳しくは、温度推定部52は、燃料増量制御が行われた場合の第1～第4排気温度 $T_a \sim T_d$ を求める。以下では、燃料増量制御が行われた場合の第1～第4排気温度 $T_a \sim T_d$ を第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ と称する。温度推定部52は、燃料増量制御が行われた場合の排出時温度 T_0 、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 、及び、第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ を求め直すことにより、第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ を算出する。以下では、燃料増量制御が行われた場合の排出時温度 T_0 、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 、及び、第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ を、排出時温度 T_0' 、第1～第4上昇温度 $T_{i1}' \sim T_{i4}'$ 、及び、第1～第4低下温度 $T_{e1}' \sim T_{e4}'$ と称する。この実施形態では、排出時温度 T_0' 、及び、第2～第4上昇温度 $T_{i2}' \sim T_{i4}'$ については、以下の如く、燃料増量制御が影響し得る。それ以外の温度については、ステップS202にて算出された温度と同じである。

30

【0087】

温度推定部52は、燃料増量制御による排気の冷却の影響を考慮して、排出時温度 T_0' を求める。前述の如く、増量された燃料の気化潜熱によって、気筒21内の温度が低下する。燃料が増量されることによって、空燃比がリッチ側に変わるので、温度推定部52が前述の排気温度マップから求める排出時温度 T_0' は、ステップS202で求めた排出時温度 T_0 よりも低くなる。燃料増量制御による排出時温度 T_0' の低下分は、噴射量補正值が大きくなるほど大きくなる（すなわち、燃料が増量されるにしたがって、気筒21内から排出される排気がより冷却される）。温度推定部52は、増量時空燃比を用いて、前述の手順で排出時温度 T_0' を求める。

40

【0088】

また、温度推定部52は、燃料増量制御が後燃えに及ぼす影響を考慮して、第2上昇温度 T_{i2}' 及び第4上昇温度 T_{i4}' を求める。増量された燃料は、未燃燃料として排気系に供給され、前述の如く、排気管内や排気浄化触媒37で後燃えを発生させ得る。そのため、燃料増量制御を行うと、その増量分に応じて後燃えが発生し易くなり、第2上昇温度 T_{i2}' 及び第4上昇温度 T_{i4}' は、ステップS202で求めた第2上昇温

50

度 T_{i2} や第4上昇温度 T_{i4} よりも高くなり得る。温度推定部52は、増量時空燃比を用いて、第2上昇温度 T_{i2}' 及び第4上昇温度 T_{i4}' を前述の手順で求める。

【0089】

さらに、温度推定部52は、燃料増量制御が排気浄化触媒37の反応熱に及ぼす影響を考慮して、第3上昇温度 T_{i3}' を求める。燃料増量制御により空燃比が小さくなると、排気浄化触媒37の浄化性能が低下して、反応熱が減少する。その結果、第3上昇温度 T_{i3}' は、ステップS202で求めた第3上昇温度 T_{i3} よりも低くなる。温度推定部52は、増量時空燃比を用いて、第3上昇温度 T_{i3}' を前述の手順で求める。

【0090】

そして、温度推定部52は、排出時温度 T_0' 、第1～第4上昇温度 $T_{i1}' \sim T_{i4}'$ 、及び、第1～第4低下温度 $T_{e1}' \sim T_{e4}'$ に基づいて、第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ を算出する。例えば、第1予測排気温度 T_a' は、第1排気温度 T_a の算出と同様に、排出時温度 T_0' から第1低下温度 T_{e1}' を減算することによって求められる。第2予測排気温度 T_b' は、第1予測排気温度 T_a' に第1上昇温度 T_{i1}' 及び第2上昇温度 T_{i2}' を加算し、さらに第2低下温度 T_{e2}' を減算することによって求められる。第3予測排気温度 T_c' は、第2予測排気温度 T_b' から第3低下温度 T_{e3}' 及び第4低下温度 T_{e4}' を減算することによって求められる。第4予測排気温度 T_d' は、第3予測排気温度 T_c' に第3～第4上昇温度 $T_{i3}' \sim T_{i4}'$ を加算することによって求められる。第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ の算出においては、第1～第4排気温度 $T_a \sim T_d$ の算出と同様に、適宜、一次遅れが考慮される。

10

20

【0091】

続いて、バルブ制御部54は、ステップS206において、増量制御部53が燃料増量制御を実行するとき、燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて排気系の部品（この実施形態では、排気ポート31、タービン4b、 O_2 センサ67及び排気浄化触媒37）の保護の要否を判定する。詳しくは、この実施形態では、バルブ制御部54は、燃料増量が実際に開始される前に、排気浄化触媒37における第4予測排気温度 T_d' が、排気浄化触媒37に対応する所定の判定排気温度よりも高いか否かを判定する。この実施形態では、判定排気温度は、排気浄化触媒37の保証温度に基づいて規定されている（つまり、燃料増量制御が行われた場合に、排気浄化触媒37の温度が、その保証温度よりも高くなるか否かを判定する）。そして、バルブ制御部54は、第4予測排気温度 T_d' が判定排気温度よりも高いと判定した場合には、排気系の部品の保護が必要であると判定する（ステップS207に進む）。なお、この実施形態では、排気浄化触媒37での第4予測排気温度 T_d' が判定排気温度よりも低い場合には、排気ポート31での第1予測排気温度 T_a' 、タービン4bでの第2予測排気温度 T_b' 、及び、 O_2 センサ67での第3予測排気温度 T_c' が各部品の保証温度よりも高くなることはない。一方で、第4予測排気温度 T_d' が判定排気温度以下であると判定した場合には、排気系の部品を保護する必要は無いものと判定し、増量制御部53が噴射量の増量を開始する（ステップS209に進む）。なお、排気系の部品の保護の要否を排気浄化触媒37における第4予測排気温度 T_d' に基づいて判定するのではなく、排気ポート31における第1予測排気温度 T_a' に基づいて判定したり、タービン4bにおける第2予測排気温度 T_b' に基づいて判定したり、 O_2 センサ67における第3予測排気温度 T_c' に基づいて判定したり、第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ のうち少なくとも2つの組み合わせに基づいて判定したりしてもよい。

30

40

【0092】

続いて、バルブ制御部54は、ステップS207において、オーバーラップ期間の短縮量（以下、「オーバーラップ低減量」と称する）を求める。オーバーラップ期間を短縮することによって、排気系の部品の保護を図ることができる。オーバーラップ低減量は、燃料増量制御が行われた場合の予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ に基づいて求められる。この実施形態では、前述の判定で用いた排気浄化触媒37の第4予測排気温度 T_d' に基づいてオー

50

オーバーラップ低減量が求められる。詳しくは、第4予測排気温度 T_d' は、前述の如く、燃料増量制御の影響が考慮された排出時温度 T_0' 、第1～第4上昇温度 $T_{i1}' \sim T_{i4}'$ 、及び、第1～第4低下温度 $T_{e1}' \sim T_{e4}'$ に基づいて求められる。これらのうち、新気の吹き抜け流量が影響を与え得るのは、第1低下温度 T_{e1} 、第2上昇温度 T_{i2}' 、及び、第4上昇温度 T_{i4}' である。第1低下温度 T_{e1} 、第2上昇温度 T_{i2}' 、及び、第4上昇温度 T_{i4}' を求める演算を逆算することによって、第4予測排温 T_d' を第4保証温度 T_{t4} 以下まで低下させるために必要な吹き抜け流量を求める。吹き抜け流量は、前述の如く、オーバーラップ量に応じた吹き抜け率に吸入空気流量を乗算することによって求められるので、これを逆算することによって、第4予測排温 T_d' を第4保証温度 T_{t4} 以下まで低下させるために必要な吹き抜け流量に対応するオーバーラップ量、ひいてはオーバーラップ低減量を求める。このように、バルブ制御部54は、第4予測排温 T_d' を第4保証温度 T_{t4} 以下まで低下させるために必要な吹き抜け流量を求めると共に、その吹き抜け流量に対応するオーバーラップ低減量を取得する。また、オーバーラップ低減量は、第4予測排温 T_d' が第4保証温度 T_{t4} よりも高くなるほど大きくなる。なお、第4予測排気温度 T_d' に限らず、第1予測排気温度 T_a' 、第2予測排気温度 T_b' 、第3予測排気温度 T_c' 、又は、第1～第4予測排気温度 $T_a' \sim T_d'$ のうち少なくとも2つの組み合わせに基づいてオーバーラップ低減量を求めてもよい。

10

【0093】

続くステップS208において、バルブ制御部54は、排気VVT26を作動させて、排気バルブ29の閉時期をステップS207にて読み込まれたオーバーラップ低減量の分だけ進角させる。そうすることによって、吸気行程において吸気バルブ22及び排気バルブ29が両方とも開弁されるオーバーラップ期間が短縮されることになる。バルブ制御部54がオーバーラップ期間を短縮した後に、増量制御部53が燃料増量を開始する。

20

【0094】

続くステップS209において、増量制御部53が燃料増量制御を実行する（燃料増量を開始する）。詳しくは、増量制御部53は、ベース設定部51により設定された噴射量を前述のステップS204にて取得された増量時噴射量まで増加させる。

【0095】

燃料増量制御を行うことで、気化潜熱に応じて排出時温度 T_0 が低下して、排気系の各場所における排気温度、例えば、排気ポート31における第1排気温度 T_a を低下させることができる。その一方で、燃料増量制御を行うことで、後燃えに起因した排気の温度上昇によって、排気系の各部品の温度は、各々の保証温度よりも高くなり得る。前述のステップS206～S209にて説明したように、そうした虞がある場合には、オーバーラップ期間を短縮することで、排気系の部品を保護することができる。詳しくは、オーバーラップ期間が短縮されると、新気の吹き抜け流量が減少する。吹き抜け流量が減少すると、第1低下温度 T_{e1} が小さくなって排気ポート31が昇温されるものの、排気系に供給される酸素量が減少した分だけ後燃えによる排気の温度上昇すなわち、第2上昇温度 T_{i2} 及び第4上昇温度 T_{i4} が抑制されることになる。オーバーラップ量を低減した場合においては、排気ポート31の昇温による排気温度の上昇分よりも、後燃えの抑制による排気温度の低下分の方が大きいため、オーバーラップ量を低減することで、排気の温度上昇を抑制して、ひいては排気系の部品の保護を図ることができる。

30

40

【0096】

以上のように、ECU50は、排気温度が低下するように、燃料の噴射量を増量する燃料増量制御を実行する増量制御部53と、エンジン100の吸気行程において吸気バルブ22及び排気バルブ29の両方が開弁される期間であるオーバーラップ期間を吸気VVT25及び排気VVT26を介して制御するバルブ制御部54とを備え、バルブ制御部54は、増量制御部53が燃料増量制御を実行するとき、燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇第2～第4上昇温度 $T_{i2}' \sim T_{i4}'$ に基づいて排気系の部品（具体的には、排気ポート31、タービン4b、 O_2 センサ67及び排気浄化触媒37）の保護の

50

要否を判定し、排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、オーバーラップ期間を短縮する。

【 0 0 9 7 】

この構成によれば、燃料増量制御が行われた場合の排気の温度上昇に基づいて、排気系の部品の保護の要否を判定する。後燃えが発生すると排気温度が上昇することになるから、排気の温度上昇に基づいた判定を行うことで、排気系の部品を保護すべきときをより適切に判定することができる。また、この構成によれば、排気系の部品の保護が必要であると判定された場合には、オーバーラップ期間を短縮する。オーバーラップ期間を短縮した分だけ新気の吹き抜け流量が減少することになるから、その減少量に応じて後燃えが抑制されることになる。そのことで、排気系の各部品の昇温を抑制して、各部品の保護を図ることができる。

10

【 0 0 9 8 】

また、バルブ制御部 5 4 は、排気系の部品の保護が必要であると判定した場合には、増量制御部 5 3 が噴射量の増量を開始する前に、オーバーラップ期間を短縮する。

【 0 0 9 9 】

一般的に、燃料増量制御が行われた後にオーバーラップ期間を短縮しても、増量分の燃料は、新気の吹き抜け流量が減少する前に排気系へ供給されることになる。そのことで、後燃えに起因した排気の温度上昇が十分に抑制されない虞がある。

【 0 1 0 0 】

この構成によれば、燃料増量が開始される前に、予め、オーバーラップ期間を短縮することになる。そうすることによって、増量分の燃料が排気系へ供給されたときには、新気の吹き抜け流量は、既に減少していることとなるから、後燃えをより確実に抑制して、ひいては排気系の部品を保護する上で有利になる。

20

【 0 1 0 1 】

また、バルブ制御部 5 4 は、オーバーラップ期間中に排気系へ吹き抜ける新気の流量、及び、燃料の噴射量に基づいて、排気系の部品の保護の要否を判定する。

【 0 1 0 2 】

排気の温度は、排気系へ吹き抜けた新気と未燃燃料とが反応して生じる後燃えによって上昇し得る。その未燃燃料の量は、燃料の噴射量に応じて増減する。よって、この構成によれば、新気の吹き抜け流量と噴射量とを考慮した判定を行うことで、後燃えに起因する排気の温度上昇を精度良く考慮することができる。そのことで、排気系の部品の保護の要否を精度良く判定することができる。

30

【 0 1 0 3 】

また、バルブ制御部 5 4 は、燃料増量制御が行われた場合の排気温度が所定の判定排気温度よりも高いときに、排気系の部品の保護が必要であると判定する。

【 0 1 0 4 】

一般的に、排気の温度上昇に伴って、排気温度が高くなると考えられる。よって、この構成によれば、排気温度に基づいた判定を行うことで、排気系の部品を保護すべきときをより適切に判定することができる。

【 0 1 0 5 】

また、バルブ制御部 5 4 は、排気の温度上昇に基づいて、オーバーラップ期間の短縮量を設定する。

40

【 0 1 0 6 】

この構成によれば、オーバーラップ期間の短縮量を設定する際に排気の温度上昇を考慮することによって、排気系の部品の昇温をより確実に抑制することができる。例えば、排気の温度上昇が大きくなるほど短縮量を大きくすることによって、温度上昇が大きくなるにつれて吹き抜け流量を多く低減することができる。そのことで、後燃えをより十分に抑制して、ひいては排気系の部品の昇温をより確実に抑制することができる。

【 0 1 0 7 】

また、バルブ制御部 5 4 は、オーバーラップ期間を短縮するときに、排気バルブ 2 9 の

50

閉時期を変更する。

【0108】

この構成によれば、吸気バルブ22の開閉時期を変更する場合と比較して、気筒21内に供給される吸気量への影響を低減し、ひいては、オーバーラップ期間を設けることでエンジン100の出力トルクが受ける影響を低減する上で有利になる。

【0109】

また、排気系の部品には、排気浄化触媒37が含まれる。

【0110】

この構成によれば、少なくとも排気浄化触媒37を排気熱から保護することができる。

【0111】

《その他の実施形態》

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、前記実施形態を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。また、前記実施形態で説明した各構成要素を組み合わせ、新たな実施の形態とすることも可能である。また、添付図面および詳細な説明に記載された構成要素の中には、課題解決のために必須な構成要素だけでなく、前記技術を例示するために、課題解決のためには必須でない構成要素も含まれ得る。そのため、それらの必須ではない構成要素が添付図面や詳細な説明に記載されていることをもって、直ちに、それらの必須ではない構成要素が必須であるとの認定をするべきではない。

【0112】

前記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【0113】

エンジン100の構成は、一例であり、この構成に限られるものではない。

【0114】

また、温度推定部52は、排気ポート31の出口、タービン4b直前、O₂センサ67、及び排気浄化触媒37における排気温度を推定しているが、これに限られるものではない。温度推定部52は、排気温度を推定した場所よりも上流側における熱の収支を考慮することによって、排気系の任意の場所の排気温度を推定することができる。

【0115】

また、温度推定部52は、排気系の熱の収支として、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 及び第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ を考慮しているが、これに限られるものではない。エンジンによっては排気温度に与える影響が小さい因子もあるので、その場合には、第1～第4上昇温度 $T_{i1} \sim T_{i4}$ 及び第1～第4低下温度 $T_{e1} \sim T_{e4}$ のうち不要なものを省略してもよい。あるいは、エンジンによっては排気温度に与える影響が大きい別の因子が存在する場合もある。その場合には、当該別の因子をさらに考慮して排気温度を推定すればよい。

【0116】

さらに、温度推定部52は、後燃えによる影響として、(iii)排気管のうちタービン4bよりも上流での後燃えからの受熱と、(viii)排気浄化触媒37での後燃えからの受熱とを考慮しているが、これに限られるものではない。温度推定部52は、何れか一方の後燃えだけを考慮してもよいし、これら以外の場所における後燃えを考慮してもよい。

【0117】

また、温度推定部52が利用した各種マップは、一例に過ぎず、エンジンに応じて各種マップの特性は異なる。

【0118】

また、バルブ制御部54は、排気浄化触媒37における第4予測排気温度 $T_{d'}$ が排気浄化触媒37に対応する判定排気温度よりも高いときに、排気系の部品の保護が必要であると判定しているが、これに限られるものではない。バルブ制御部54は、排気浄化触媒37の温度が所定の判定部品温度よりも高いときに、排気系の部品の保護が必要であると

10

20

30

40

50

判定してもよい。この判定部品温度は、排気浄化触媒 3 7 の保証温度に基づいて規定される。同様に、排気ポート 3 1 の温度に基づいて判定したり、タービン 4 b の温度に基づいて判定したり、 O_2 センサ 6 7 の温度に基づいて判定したり、排気ポート 3 1、タービン 4 b、 O_2 センサ 6 7 及び排気浄化触媒 3 7 のうち少なくとも 2 つの組み合わせに基づいて判定したりしてもよい。また、排気系の各部品の温度に基づいて、オーバーラップ期間の短縮量を設定してもよい。

【0119】

また、バルブ制御部 5 4 は、排気バルブ 2 9 の閉時期を進角させることによってオーバーラップ期間を短縮しているが、これに限られるものではない。バルブ制御部 5 4 は、吸気バルブ 2 2 の開時期を遅角させることによってオーバーラップ期間を短縮してもよいし、排気バルブ 2 9 の閉時期を進角させ且つ、吸気バルブ 2 2 の開時期を遅角させることによってオーバーラップ期間を短縮してもよい。

10

【0120】

また、バルブ制御部 5 4 は、オーバーラップ期間を短縮することによって、排気系の部品としての排気ポート 3 1、タービン 4 b、 O_2 センサ 6 7 及び排気浄化触媒 3 7 を保護しているが、これに限られるものではない。バルブ制御部 5 4 は、排気の温度上昇に基づいた判定を行うことによって、排気系の任意の部品を保護することができる。

【産業上の利用可能性】

【0121】

以上説明したように、ここに開示された技術は、エンジンの制御装置について有用である。

20

【符号の説明】

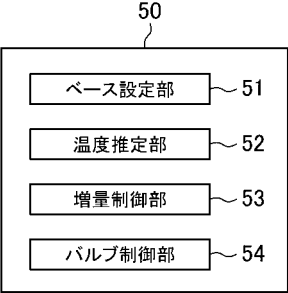
【0122】

1 0 0	エンジン
2 0	エンジン本体
2 1	気筒
2 2	吸気バルブ
2 5	吸気 V V T
2 6	排気 V V T
2 9	排気バルブ
3 0	排気通路
3 0 a	分岐管
3 0 b	集合部
3 1	排気ポート
3 7	排気浄化触媒（触媒）
4	ターボ過給機
4 b	タービン
5 0	E C U（制御装置）
5 2	温度推定部
5 3	増量制御部
5 4	バルブ制御部

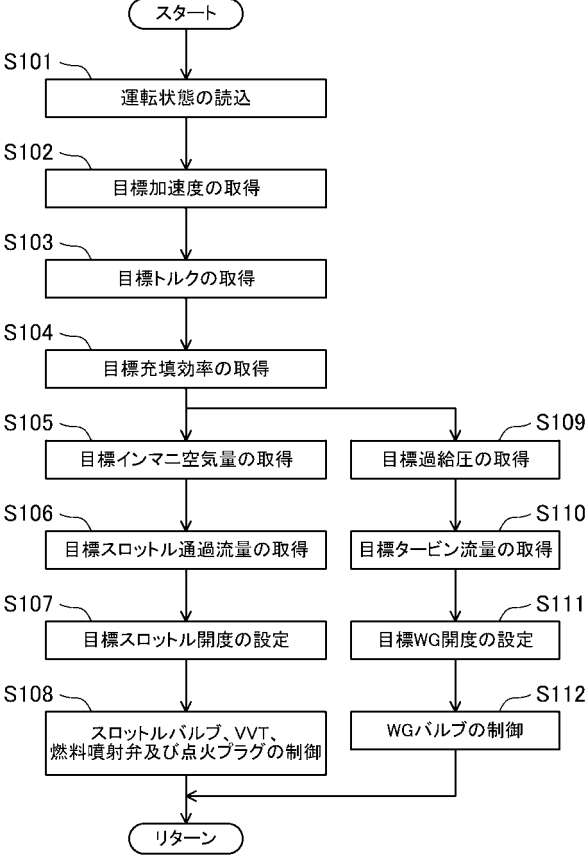
30

40

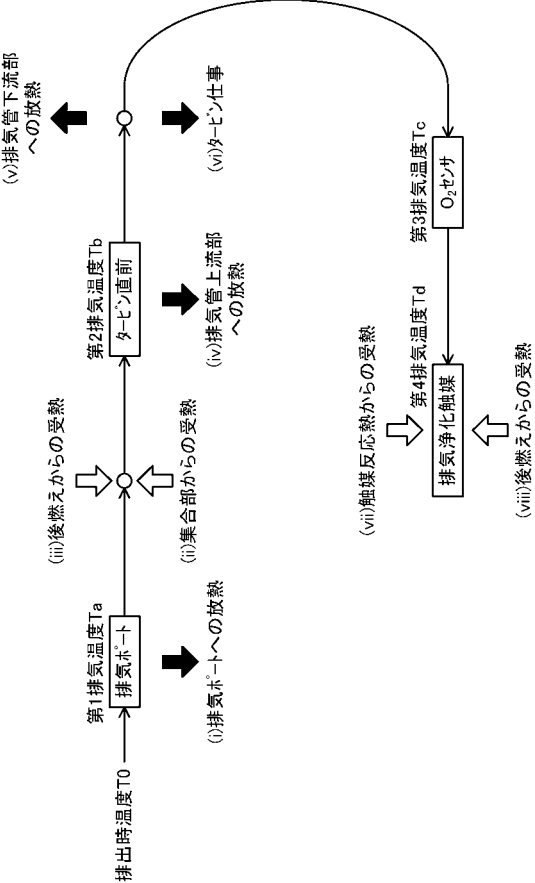
【 図 2 】



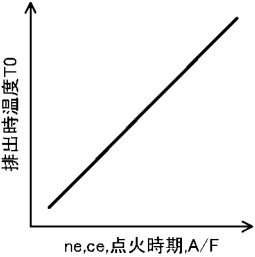
【 図 3 】



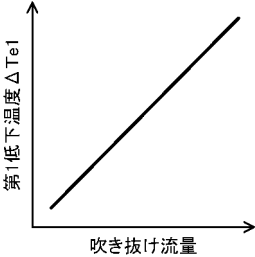
【 図 4 】



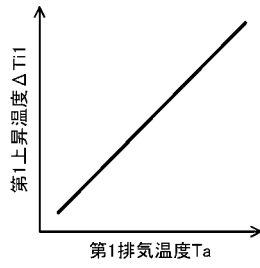
【 図 5 】



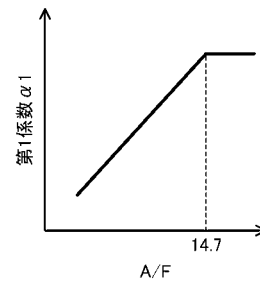
【 図 6 】



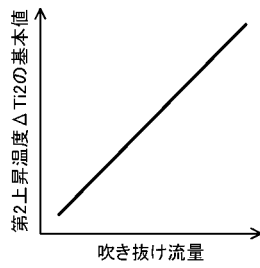
【図 7】



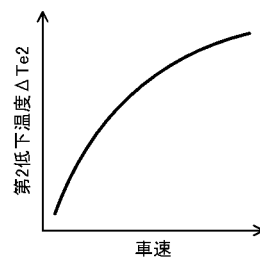
【図 9】



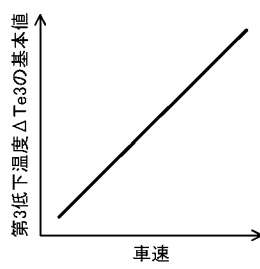
【図 8】



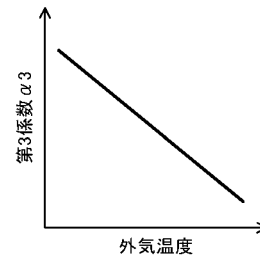
【図 10】



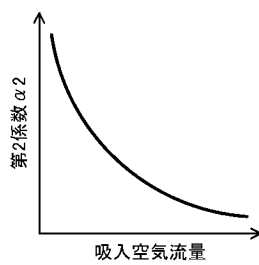
【図 11】



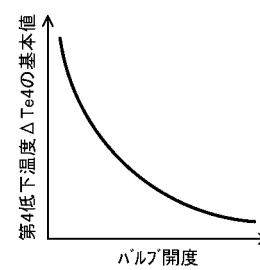
【図 13】



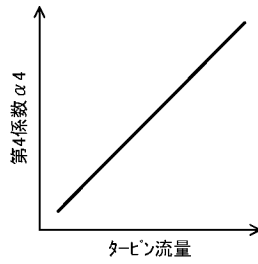
【図 12】



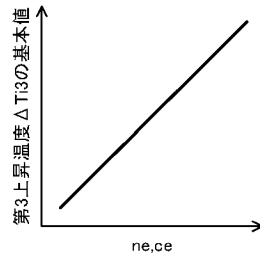
【図 14】



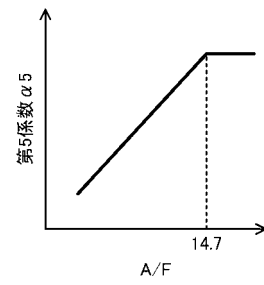
【図 15】



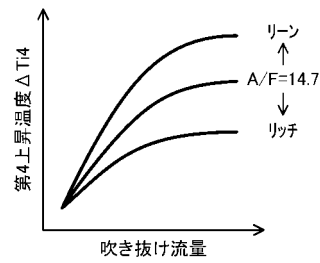
【図 16】



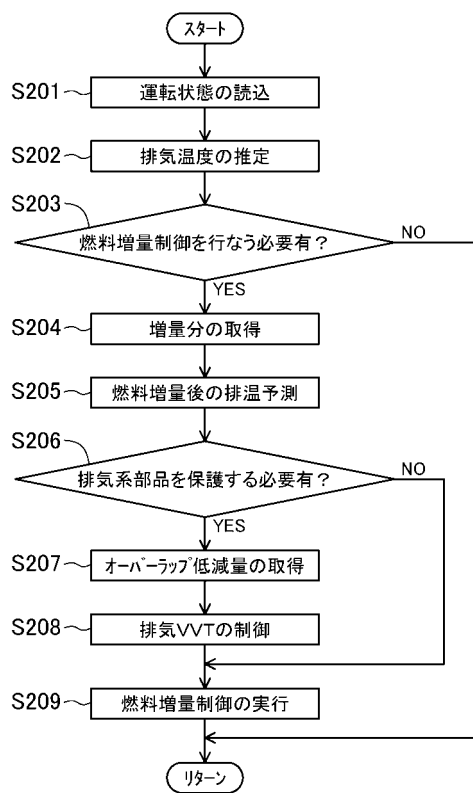
【図 17】



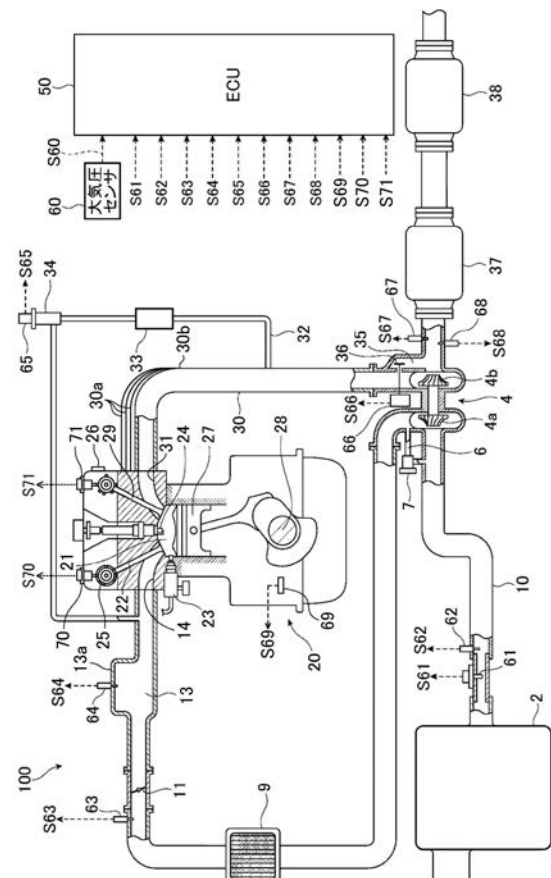
【図 18】



【図 19】



【図 1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 3G092 AA06 AA11 AA17 AA18 DA01 DA02 DA08 DA12 EC09 FA20
HA01Z HA04Z HA05Z HA16Z HD01Z HD05Z HD07Z HE01Z HE03Z HF08Z
HF12Z HG08Z
3G301 HA04 HA11 HA13 HA19 JA33 LB04 MA11 NC02 NE13 PA01Z
PA07Z PA10Z PA16Z PD02Z PD11Z PD15Z PE01Z PE03Z PF03Z PF07Z
3G384 BA08 BA13 BA24 BA26 BA27 DA26 EE31 FA01Z FA06Z FA11Z
FA40Z FA45Z FA48Z FA56Z FA58Z FA61Z FA73Z FA79Z FA85Z FA86Z