

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4853471号
(P4853471)

(45) 発行日 平成24年1月11日 (2012. 1. 11)

(24) 登録日 平成23年11月4日 (2011. 11. 4)

(51) Int. Cl.

F 0 2 B 37/22 (2006.01)

F 1

F 0 2 B 37/12 3 0 1 N

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-327430 (P2007-327430)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成19年12月19日 (2007. 12. 19)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-150267 (P2009-150267A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成21年7月9日 (2009. 7. 9)	(74) 代理人	100123191
審査請求日	平成22年8月31日 (2010. 8. 31)		弁理士 伊藤 高順
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(74) 代理人	100147234
			弁理士 永井 聡
		(74) 代理人	100096998
			弁理士 碓氷 裕彦
		(72) 発明者	磯貝 申昌
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 過給機付き内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に設けられたタービンを排気圧力で駆動することで吸気通路に設けられたコンプレッサを駆動して筒内に空気を過給する過給機と、

前記タービンの翼開度（以下、「タービン翼開度」という）を調整する可変翼開度調整機構と、

前記タービンより上流の排気通路の圧力（以下、「タービン入口圧」という）又は該タービン入口圧と相関のあるパラメータからタービン翼開度を算出するマップ（以下、「タービン特性」という）を備え、内燃機関の運転状態に基づいて前記コンプレッサで過給する目標過給圧を算出し、該目標過給圧に基づいて前記タービン入口圧又は該タービン入口圧と相関のあるパラメータを求め、前記タービン特性を用いて前記可変翼調整機構により調整されるタービン翼開度を算出する過給機のモデルを備えた過給機付き内燃機関の制御装置において、

前記過給機のモデルを用いて、内燃機関の運転状態に基づく目標過給圧となるように前記タービンの翼開度（以下、「第1のタービン翼開度」という）を算出する第1のタービン翼開度算出手段と、

実際のタービン入口圧（以下、「実タービン入口圧」という）を検出し、前記実タービン入口圧又は該実タービン入口圧と相関のあるパラメータから前記タービン特性を用いて、前記タービンの翼開度（以下、「第2のタービン翼開度」という）を算出する第2のタービン翼開度算出手段とを備え、

前記第 2 のタービン翼開度算出手段により算出された第 2 のタービン翼開度と前記第 1 のタービン翼開度算出手段により算出された第 1 のタービン翼開度とに基づいて、前記タービン特性を補正する学習補正手段を備えることを特徴とする過給機付き内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

第 1 のタービン翼開度算出手段は、該第 1 のタービン翼開度算出手段により算出された前記第 1 のタービン翼開度をむだ時間と 1 次遅れで補正する補正手段を備え、

前記学習補正手段は、前記第 2 のタービン翼開度算出手段により算出された第 2 のタービン翼開度と前記補正手段により補正された前記第 1 のタービン翼開度とに基づいて、前記タービン特性を補正することを特徴とする請求項 1 に記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

10

【請求項 3】

前記学習補正手段は、前記タービン特性において、前記実タービン入口圧又は該実タービン入口圧と相関のあるパラメータに基づいて算出されたタービン翼開度を前記第 1 のタービン翼開度と前記第 2 のタービン翼開度との偏差に基づいて補正することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記タービン入口圧と相関のあるパラメータとは、前記タービン入口圧と前記タービンの出口圧（以下、「タービン出口圧」という）との膨張比、または前記タービンの動力（以下、「タービン動力」という）であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の過給機付き内燃機関の制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可変翼調整機構を有する過給機を備えた内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

排気動力を用いて吸入空気を過給する過給機としてターボチャージャが知られている。一般的に、ターボチャージャは、吸気管に設けられたコンプレッサと排気管に設けられたタービンとを有し、それらがシャフトにて連結されており、排気管を流れる排気ガスによってタービンが回転し、その回転力がシャフトを介してコンプレッサに伝達されることによって、吸気管内を流れる吸入空気量が圧縮されて過給が行われる。また、近年では、ターボチャージャのタービン側に可変翼開度調整機構を取り付け、この可変翼開度調整機構により、タービンを制御することによって、所望の過給圧（目標過給圧）を得る過給機付き内燃機関の制御装置が開発されている（特許文献 1 参照）。なお、可変翼開度調整機構は、タービン翼の開度（以下、「タービン翼開度」という）を調整することによって、タービンに流入する排気ガスの流入角度を調整することができ、タービン動力、つまりはコンプレッサ動力を制御することができる。つまり、可変翼開度調整機構は、タービン翼開度を調整しタービンを制御することで、コンプレッサによって圧縮される吸入空気量の過給圧を制御することができる。このように、可変翼開度調整機構を備えた過給機において、例えば、特許文献 1 には、目標過給圧を得るために、ターボチャージャのモデルを用いてタービン翼開度を求めることが開示されている。より具体的には、まず、ターボチャージャのコンプレッサが圧縮すべき空気の目標過給圧よりコンプレッサ側の熱力学モデルから目標コンプレッサ動力を求め、この目標コンプレッサ動力にコンプレッサとタービンと連結するシャフトなどの摩擦損失等を考慮することで目標タービン動力を求め、次に、目標タービン動力よりタービン側の熱力学モデルを用いてタービン入口圧とタービン出口圧との膨張比を算出し、所定のタービン翼開度に対するタービン入口圧とタービン出口圧との膨張比と排気ガス流量との関係（以下、「タービン特性」という）を用いてタービン翼開度を求め、目標過給圧を得るようにする技術が開示されている。

30

40

50

【特許文献１】米国特許 6 7 3 2 5 2 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 3 】

ここで、タービン特性は、基準となるターボチャージャで測定されたタービン特性が予め設定されている。しかしながら、実際の個々のターボチャージャのタービン特性は、可変翼調整機構の設置位置のばらつき等の影響により、基準となるターボチャージャで測定されたタービン特性とは異なる。このため、基準となるターボチャージャで測定されたタービン特性を個々のターボチャージャに適用すると、所望の過給圧を得ることができない虞がある。また、特に、特許文献１のようにモデルを用いる場合には、タービン特性の誤差が制御性に大きく影響することが考えられる。

10

【 0 0 0 4 】

そこで、本願発明は、可変翼調整機構の設置位置のばらつき等を考慮することで所望の過給圧を得ることが可能な過給機付き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】

【 0 0 0 5 】

そこで、請求項１に係る発明では、内燃機関の排気通路に設けられたタービンを排気圧力で駆動することで吸気通路に設けられたコンプレッサを駆動して筒内に空気を過給する過給機と、タービンの翼開度（以下、「タービン翼開度」という）を調整する可変翼開度調整機構と、タービンの入口圧（以下、「タービン入口圧」という）又は該タービン入口圧と相関のあるパラメータからタービン翼開度を算出するマップ（以下、「タービン特性」という）を備え、内燃機関の運転状態に基づいてコンプレッサで過給する目標過給圧を算出し、該目標過給圧に基づいてタービン入口圧又は該タービン入口圧と相関のあるパラメータを求め、タービン特性を用いて可変翼調整機構により調整されるタービン翼開度を算出する過給機のモデルを備えた過給機付き内燃機関の制御装置において、過給機のモデルを用いて、内燃機関の運転状態に基づく目標過給圧となるようにタービンの翼開度（以下、「第１のタービン翼開度」という）を算出する第１のタービン翼開度算出手段と、実際にタービン入口圧（以下、「第２のタービン入口圧」という）を検出し、第２のタービン入口圧又は該第２のタービン入口圧と相関のあるパラメータからタービン特性を用いて、タービンの翼開度（以下、「第２のタービン翼開度」という）を算出する第２のタービン翼開度算出手段とを備え、第２のタービン翼開度算出手段により算出された第２のタービン翼開度と第１のタービン翼開度算出手段により算出された第１のタービン翼開度とに基づいて、タービン特性を補正する学習補正手段を備える。

20

30

【 0 0 0 6 】

これにより、可変翼調整機構の設置位置のばらつき等の影響により、基準となるターボチャージャで測定されたタービン特性と実際のタービン特性とが異なる場合においても、実際のタービン入口圧に基づいて算出されたタービン翼開度（第２のタービン翼開度）と目標過給圧となるように設定された第１のタービン翼開度（第１のタービン翼開度）とに基づいて、過給機のタービン翼開度を算出する際に用いるタービン特性を補正することで、目標過給圧を得るための適切なタービン翼開度を算出することが可能となる。つまり、従来よりも所望の過給圧を得る応答性を速くすることが可能となる。

40

【 0 0 0 7 】

ここで、第１のタービン翼開度に対して実際のタービン翼開度が遅れて制御されるため、請求項２に係る発明のように、第１のタービン翼開度算出手段は、該第１のタービン翼開度算出手段により算出された第１のタービン翼開度をむだ時間と１次遅れで補正する補正手段を備え、学習補正手段は、第２のタービン翼開度算出手段により算出された第２のタービン翼開度と補正手段により補正された第１のタービン翼開度とに基づいて、タービン特性を補正すると良い。

【 0 0 0 8 】

このように、補正された第１のタービン翼開度と実際のタービン翼開度（第２のタービ

50

ン翼開度)を比較することで、精度良くタービン特性を学習することが可能となる。

【0009】

また、請求項3に係る発明のように、学習補正手段は、タービン特性において、第2のタービン入口圧又は該第2のタービン入口圧と相関のあるパラメータに基づいて算出されたタービン翼開度を第2のタービン翼開度と第1のタービン翼開度との偏差に基づいて補正すると良い。例えば、図11のようなマップが予めECU内に備えられている場合には、第2のタービン入口圧又は該第2のタービン入口圧と相関のあるパラメータに基づいて算出された該当するタービン翼開度を、第2のタービン翼開度と第1のタービン翼開度との偏差に基づいて補正すると良い。

【0010】

また、タービン入口圧と相関のあるパラメータとは、タービン入口圧とタービンの出口圧(以下、「タービン出口圧」という)との膨張比、またはタービンの動力(以下、「タービン動力」という)とすると良い(請求項4)。ここで、タービン動力は、タービン入口圧に基づいて算出することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

[実施形態(1)]

以下、図を用いて内燃機関であるディーゼルエンジンに適用した本実施形態を説明する。まず、図1は、エンジン制御システムの全体概要構成図であり、図2は図1を簡素化した概要構成図である。

【0012】

図1に示すエンジン10において、シリンダブロック11にはピストン12が収容され、シリンダ内壁とピストン12とシリンダヘッド13とにより燃焼室14が区画形成されている。シリンダヘッド13には電気制御式の燃料噴射弁15が配設されている。この燃料噴射弁15にはコモンレール16から高圧燃料が給送され、燃料噴射弁15の開動作に伴い燃焼室14内に燃料が噴射供給される。なお図示は省略するが、本システムでは、燃料タンク内の燃料をコモンレール16に圧送するための燃料ポンプを備えており、センサ等で検出したコモンレール内圧力(燃料圧)に基づいて燃料ポンプの燃料吐出量が制御されるようになっている。

【0013】

吸気ポートには吸気弁17が配設され、排気ポートには排気弁18が配設されている。また、吸気ポートには吸気管21が接続されており、吸気管21においてサージタンク22よりも上流側にはインタークーラ37が設けられている。サージタンク22には、吸気管圧力(後述するターボチャージャの過給圧でもある)を検出する吸気圧センサ23が設けられている。排気ポートには排気管24が接続されている。

【0014】

吸気管21と排気管24との間にはターボチャージャ30が配設されている。ターボチャージャ30は、吸気管21に設けられたコンプレッサインペラ31と、排気管24に設けられたタービンホイール32とを有し、それらがシャフト33にて連結されている。また、タービンホイール32には、タービンホイール32の開度(以下、「タービン翼開度」という)を調整可能な可変翼調整機構53が設けられている。

【0015】

ターボチャージャ30では、排気管24を流れる排気によってタービンホイール32が回転し、その回転力がシャフト33を介してコンプレッサインペラ31に伝達される。そして、コンプレッサインペラ31により、吸気管21内を流れる吸入空気が圧縮されて過給が行われる。なお、可変翼調整機構53で、タービン翼開度を調整することで、タービン入口圧とタービン出口圧との膨張比を可変に設定することができ、タービンホイール32の回転を調整することができる。つまりは、可変翼調整機構53により、タービン翼開度を調整することで、空気の過給圧を制御することが可能となる。ターボチャージャ30にて過給された空気は、インタークーラ37によって冷却された後、その下流側に給送さ

10

20

30

40

50

れる。インタークーラ 37 によって吸入空気が冷却されることで、吸入空気の充填効率が高められる。また、インタークーラ 37 には、スロットル弁 26 が設けられている。

【0016】

吸気管 21 の最上流部には図示しないエアクリーナが設けられ、このエアクリーナの下流側には、吸入空気量を検出するエアフロメータ 51 と、吸入空気量の温度を検出する吸気温度センサ 52 とが設けられている。その他、本制御システムでは、エンジン 10 の回転に伴い所定クランク角毎に（例えば 30 ° C A 周期で）矩形状のクランク角信号を出力するクランク角度センサ 27、アクセルペダルの踏み込み操作量（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 28、大気圧を検出する大気圧センサ 29 等の各種センサが設けられている。

10

【0017】

また、図示は省略するが、排気管 24 においてターボチャージャ 30 のタービン下流側には NOx 吸収剤を内蔵した触媒装置が設けられている。更に、吸気管 24 においてターボチャージャ 30 のコンプレッサ下流側と排気管 24 において触媒装置の上流側との間には EGR 通路 42 が設けられており、その EGR 通路 42 の途中には、エンジン冷却水等により EGR ガスを冷却する EGR インタークーラと、EGR 制御弁 44 とが配設されている。

【0018】

エンジン ECU（電子制御ユニット）50 は、周知の通り CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータを主体として構成され、ROM に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、その都度のエンジン運転状態に応じてエンジン 10 の各種制御を実施する。すなわち、エンジン ECU 50 には、前述した各種センサから各々検出信号が入力される。そして、エンジン ECU 50 は、随時入力される各種の検出信号に基づいて燃料噴射量、スロットル弁制御量、EGR 制御量、燃圧制御量等を演算し、それらに基づいて燃料噴射弁、スロットル弁 26、EGR 制御弁 44、燃料ポンプ等の駆動を制御する。

20

【0019】

図 3 は、エンジン ECU 50 の中に組み込まれた過給圧制御の制御ブロック図である。この制御ブロック図を使って過給圧制御の概要を説明する。エンジン ECU 50 は、例えば、エンジン運転状態に基づいて目標過給圧 P_{1E_trg} を算出する。求められた目標過給圧および図 3 には記載のない他のエンジン運転状態、例えば吸入空気量や吸入空気温度に基づき、フィードフォワード制御器 B30 にてタービン翼開度の基本位置 V_{N_base} （以下、「可変翼開度基本位置」という）を算出する。また、目標過給圧 P_{1E_trg} とエンジン上で計測された実過給圧 P_{1E} との差 ΔP_{1E} に基づきフィードバック制御器 B20 にてフィードバック量 P_{1E_fb} を算出する。次に、可変翼開度基本位置 V_{N_base} にフィードバック量 P_{1E_fb} を加えて過給圧を目標に制御するためのタービン翼開度 V_{N_trg} （以下、「指令可変翼開度位置」という）が算出される。なお、本願発明では、フィードバック制御器 B20 には、PID 制御器を採用しており、フィードバック制御機 B20 にて算出されたフィードバック量 P_{1E_fb} は、タービン翼開度を制御する制御量である。

30

40

【0020】

図 4 は、図 3 のフィードフォワード制御器 B30 の中に組み込まれるフィードフォワードモデル制御ブロック図である。フィードフォワードモデルは、ターボチャージャに視点を置いて、エンジン全体をモデルで表現することで、目標過給圧を得るためのタービン翼開度の基本位置（可変翼開度基本位置） V_{N_base} を算出するものである。以下、図 4 を用いて、フィードフォワードモデルについて説明する。

【0021】

まず、目標過給圧 P_{1E_trg} を算出する。なお、目標過給圧 P_{1E_trg} は、エンジンの運転状態から算出しても良いし、運転者が要求する目標トルクに基づいて算出しても良い。目標トルクを基に目標過給圧 P_{1E_trg} を算出する場合、目標トルクから

50

目標燃料噴射量を算出し、該目標燃料噴射量とエンジン回転速度とに基づいて算出すると良い。ここで、目標トルクは、例えば、運転者によって踏み込まれるアクセルのアクセル開度に基づいて算出される。

【 0 0 2 2 】

目標過給圧 P_{1E_trg} が算出されると、制御ブロック B 3 1 にてエンジンに吸入される目標ガス量 G_{eng_trg} が算出される。目標ガス量 G_{eng_trg} は、吸気ガス密度とエンジンに吸入する体積効率とに基づいて算出される。まず、制御ブロック B 3 1 において、目標過給圧 P_{1E_trg} と同様に求められる目標吸気温 T_{eng_trg} に基づき吸気ガスの密度 ρ が算出される。なお、目標吸気温 T_{eng_trg} の算出方法は、例えば、所望の目標過給圧を得るための吸入空気温として、目標過給圧をパラメータとしたマップを用いて設定すると良い。また、吸気温センサによって検出された吸気温を目標吸気温として設定しても良い。なお、本実施形態のようにインタークーラが取り付けられている場合には、吸入空気がインタークーラを通過することにより冷却された吸気温を推定して、この吸気温を目標吸気温として設定すると良い。

【 0 0 2 3 】

【数 1】

$$\rho = 1.293 \cdot \frac{273}{273 + T_{eng_trg}} \cdot \frac{P_{1E_trg}}{101.325}$$

続いて、エンジンの運転状態、通常はエンジン回転数 N_e と噴射量 Q に基づきエンジンに吸入するガスの体積効率 η_{vol} を算出する。この体積効率 η_{vol} は、予めエンジン上で測定され保管されたマップから算出する（下数 2 参照）。

【 0 0 2 4 】

【数 2】

$$\eta_{vol} = f(N_e, Q)$$

次に、エンジンに吸入される目標ガス量 G_{eng_trg} は、例えば、4 サイクル機関で 1 シリンダの容積が V_h の場合、以下の数 3 を用いて求めることができる。

【 0 0 2 5 】

【数 3】

$$G_{eng_trg} = \eta_{vol} \cdot \rho \cdot \frac{2 \cdot V_h \cdot N_e}{60}$$

続いて、制御ブロック B 3 2 では、制御ブロック B 3 1 で算出されたエンジンに吸入されるガス量 G_{eng} と吸入される EGR ガス量 G_{egr} からターボチャージャのコンプレッサが圧縮すべき目標空気量 G_{a_trg} が算出される。なお、EGR 装置を備えていない場合には、EGR ガス量を考慮する必要はない。

【 0 0 2 6 】

【数 4】

$$G_{a_trg} = G_{eng_trg} - G_{egr}$$

制御ブロック B 3 3 では、ターボチャージャのコンプレッサが圧縮すべき目標空気量 G_{a_trg} に基づいて、ターボチャージャの熱力学モデルより目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} を算出し、機械効率 η_m を加味した後、目標タービン動力 W_{T_trg} を算出する。そして目標タービン動力 W_{T_trg} より目標タービン入口圧 P_{1T_trg} を算出

する。

【 0 0 2 7 】

以下、図 5 を用いて、制御ブロック B 3 3 において目標タービン入口圧 P_{1T_trg} を算出するフローを説明する。

【 0 0 2 8 】

図 5 において、まず、ステップ S 1 0 1 では、目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} を算出する。この目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} は、例えば、以下の数 5 を用いて算出すると良い。なお、本願発明では、コンプレッサでの圧縮仕事を等エントロピー仕事として、目標吸気圧 P_{1E_trg} と目標空気量 G_{a_trg} とから目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} を算出している。以下の式において、 C_{pa} は、吸入空気の定圧比熱、 κ_a は比熱比、 T_{1C} は、図 1 の吸気温度センサ 5 2 で計測された吸気温度、 P_a は、大気圧センサ 2 9 で計測された大気圧をそれぞれ意味する。なお、吸入空気の定圧比熱 C_{pa} と、比熱比 κ_a は、予め設定した値を設定すると良い。

【 0 0 2 9 】

【 数 5 】

$$w_{C_trg} = C_{pa} \cdot T_{1C} \left\{ \left(\frac{P_{1E_trg}}{P_a} \right)^{\frac{\kappa_a - 1}{\kappa_a}} - 1 \right\} \cdot G_{a_trg}$$

次に、ステップ S 1 0 2 では、コンプレッサ効率を算出する。コンプレッサ効率 η_C は、目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} に基づいて算出される。この場合、例えば、図 6 のように、目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} をパラメータとしたマップを用いて算出すると良い。

【 0 0 3 0 】

続いて、ステップ S 1 0 3 では、目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} を算出する。なお、本願発明では、等エントロピー仕事とみなした場合の目標理論コンプレッサ動力 w_{C_trg} とコンプレッサ効率 η_C とから実際の目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} を算出している。

【 0 0 3 1 】

【 数 6 】

$$W_{C_trg} = \frac{w_{C_trg}}{\eta_C}$$

また、ステップ S 1 0 4 では、機械効率を算出する。この機械効率 η_m は、目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} に基づいて算出される。この場合、例えば、図 7 のように、目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} をパラメータとしたマップを用いて算出すると良い。

【 0 0 3 2 】

次に、ステップ S 1 0 5 にて、目標タービン動力を算出する。この目標タービン動力 W_{T_trg} は、目標コンプレッサ動力 W_{C_trg} と機械効率 η_m とに基づいて算出することができ、例えば、以下の数 7 を用いて、算出される。

【 0 0 3 3 】

【 数 7 】

$$W_{T_trg} = \frac{W_{C_trg}}{\eta_m}$$

次に、ステップ S 1 0 6 では、タービン効率を算出する。このタービン効率 η_T は、目

標タービン動力 W_{T_trg} に基づいて算出される。タービン効率 η_T は、例えば、図 8 に記載のタービン効率特性マップより目標タービン動力 W_{T_trg} に基づいて算出すると良い。

【0034】

また、ステップ S107 では、目標タービン入口圧を算出する。この目標タービン入口圧 P_{1T_trg} は、現在のエンジンから排出された排ガスで目標コンプレッサ動力 W_{T_trg} を達成するためのタービン入口の目標圧力である。

【0035】

ここで、目標タービン動力は以下の数 8 で算出することができる。以下の数 8 において、 C_{pex} は予め決められた排気ガスの定圧比熱、 κ_{ex} は比熱比、 T_{1T} は現在のエンジン運転状態から推定もしくは排気温度センサで測定されたタービン入口温、 G_{ex} はタービンを通過する排ガス流量、 P_{2T} は推定されたタービン出口圧を表している。なお、本願発明では、タービン出口圧は、大気圧センサによって検出された大気圧を採用しているが、タービン出口に圧力センサを設け、その圧力センサによって直接圧力を検出しても良い。

10

【0036】

【数 8】

$$W_{T_trg} = \eta_T \cdot C_{pex} \cdot T_{1T} \left\{ 1 - \left(\frac{P_{2T}}{P_{1T_trg}} \right)^{\frac{\kappa_{ex}-1}{\kappa_{ex}}} \right\} \cdot G_{ex} \quad 20$$

上記数 8 を変形すると目標タービン入口圧は以下のように算出される。

【0037】

【数 9】

$$P_{1T_trg} = P_{2T} / \left(1 - \frac{W_{T_trg}}{\eta_T \cdot C_{pex} \cdot T_{1T} \cdot G_{ex}} \right)^{\frac{\kappa_{ex}}{\kappa_{ex}-1}} \quad 30$$

このように、目標タービン入口圧は、目標コンプレッサ動力 W_{T_trg} とタービン効率 η_T とに基づいて算出することができる。

【0038】

以上説明した制御ブロック B33 では、目標空気量 G_{a_trg} から目標タービン入口圧 P_{1T_trg} が算出される。

【0039】

続いて、制御ブロック B35 では、制御ブロック B33 で算出された目標タービン入口圧 P_{1T_trg} を達成するための可変翼開度基本位置 VN_base を算出する。このタービン特性は制御ブロック B34 で学習補正されたものであり、より精度の高い演算が可能となる。

40

【0040】

以下、図 12 を用いて、制御ブロック B35 の演算フローを説明する。

【0041】

まず、ステップ S301 で、タービン入口圧センサ 54 で測定されたタービン入口圧 P_{1T} と現在のエンジン運転状態から推定もしくは排気温度センサで測定されたタービン入口温を T_{1T} 、排気ガス流量 G_{ex} から修正排気ガス流量 G_{ex}^* を算出する。本実施形態では基準温度 288 K、基準圧力 101.325 kPa としている。

【0042】

50

【数 1 0】

$$G_{ex}^* = \frac{101.325}{P_{IT}} \cdot \sqrt{\frac{T_{IT}}{288}} \cdot G_{ex}$$

続いてステップ S 3 0 2 では、目標タービン入口圧 P_{1T_trg} とタービン出口圧 P_{2T} とから下記式を用いて目標膨張比 π_{T_trg} を算出する。なお、タービン出口圧 P_{2T} は、圧力センサを設け、圧力センサの出力に基づいて直接設定しても良いし、排ガス流量 G_{ex} に基づいて推定しても良い。また、大気圧を用いても良い。

10

【0 0 4 3】

【数 1 1】

$$\pi_{T_trg} = \frac{P_{IT_trg}}{P_{2T}}$$

ステップ S 3 0 3 で、修正排気ガス流量 G_{ex}^* と目標膨張比 π_{T_trg} にて、E C U 5 0 内に組み込まれた、図 1 1 のタービン特性図を用いて可変翼開度基本位置 VN_base を算出する。

20

【0 0 4 4】

本願発明では、制御ブロック B 3 4 で学習補正されたタービン特性（タービン特性図）を学習補正することにより精度良く可変翼開度基本位置 VN_base を算出することができ、この可変翼開度基本位置 VN_base を図 3 の制御ブロックのフィードフォワード値として使用することにより、より精度の高い制御が可能となる。

【0 0 4 5】

次に、図 4 の制御ブロック B 3 4 における処理について説明する。この制御ブロック B 3 4 では、E C U 5 0 内に組み込まれているタービン特性が学習補正される。ここで、タービン特性は、前述したように所定のタービン翼開度に対するタービン入口圧とタービン出口圧との膨張比と排気ガス流量との関係を示すものである。つまりは、このタービン特性を用いることで、実際に検出されたタービン入口圧とタービン出口圧との膨張比あるいは運転状態に応じて算出された目標過給圧に基づいて算出されたタービン入口圧とタービン出口圧との膨張比（前述参照）と排気ガス流量とから、実際のタービン翼の開度位置あるいは目標タービン翼の翼開度位置を算出することができる。制御ブロック B 3 4 における学習補正は、所定時間毎に実行される。

30

【0 0 4 6】

図 4 の制御ブロック B 3 4 は、エンジン上でのターボチャージャの運転状態から、E C U 5 0 に組み込まれたタービン特性（図 1 1）に基づいて算出されるタービン翼開度 VN_cal （以下、「可変翼開度位置」という）と、指令可変翼開度位置 VN_trg から算出されるタービン翼開度 VN_act （以下、「可変翼開度実位置」という）とを比較し学習補正するものである。なお、指令可変翼開度位置 VN_trg は、図 3 において、可変翼開度基本位置 VN_base とフィードバック量 P_{1E_fb} とに基づいて算出されるタービン翼開度である。

40

【0 0 4 7】

以下、図 1 0 を用いて、タービン特性の学習するフローを説明する。

【0 0 4 8】

まず、ステップ S 2 0 1 では、タービンを通ずる排気ガス流量 G_{ex} を圧力、または温度で補正した修正排気ガス流量 G_{ex}^* を算出する。この修正排気ガス流量 G_{ex}^* は、例えば、タービン入口圧センサ 5 4 で測定されたタービン入口圧 P_{1T} と、タービン入口温度 T_{1T} と、排気ガス流量 G_{ex} とから算出すると良い。ここで、タービン入口温度 T

50

1 T は、エンジン運転状態から推定しても良いし、排気温度センサを排気管に設け、その排気温度センサによって測定しても良い。また、排気ガス流量 G_{ex} は、吸入空気量とエンジン回転速度とから算出すると良い。なお、本実施形態では、基準温度を 288 K、基準圧力を 101.325 kPa としている。

【0049】

【数12】

$$G_{ex}^* = \frac{101.325}{P_{1T}} \cdot \sqrt{\frac{T_{1T}}{288}} \cdot G_{ex}$$

10

ステップ S202 では、タービン入口圧 P_{1T} とタービン出口圧 P_{2T} とから実膨張比 π_{T_act} を算出する。なお、タービン出口圧 P_{2T} は、大気圧を設定しても良いし、排気ガス流量 G_{ex} から算出しても良い。

【0050】

【数13】

$$\pi_{T_act} = \frac{P_{1T}}{P_{2T}}$$

20

次に、ステップ S203 では、修正排気ガス流量 G_{ex}^* と実膨張比 π_{T_act} とに基づいて、タービン翼の翼開度位置が学習補正できる領域であるかどうかを判断する。本願発明では、図9のタービン特性は、ECU50内において図11のように格子毎にデータ(マップ)として保管されているので、ターボチャージャの運転状態が格子点付近かどうかを判断する。学習補正できる領域にあるか否かは、修正排気ガス流量 G_{ex}^* と実膨張比 π_{T_act} とが、それぞれ所定範囲内であるか否かで判断すると良い。ステップ S203 で、学習補正できる領域にないと判断されると、このフローを終了する。

【0051】

ステップ S203 で、学習補正できる領域にあると判断すると、S204に進み、今回補正する可変翼開度実位置 VN_act を算出する。まず、タービン特性は、ECU50内において図11のように格子毎にデータ(マップ)として保管されているので、修正排気ガス流量 G_{ex}^* と実膨張比 π_{T_act} とに該当する格子を検出する。

30

【0052】

以下の数14を用いて、排気ガス流量 $G_{ex}(i)$ と膨張比 $\pi_T(j)$ とをそれぞれ算出する。なお、排気ガス流量において、 $G_{ex}(i)$ と $G_{ex}(i+1)$ との間隔と、膨張比における $\pi_T(j)$ と $\pi_T(j+1)$ との間隔は、図9のタービン特性を、図11のように格子毎にデータ(マップ)として、ECU50内に格納する際の分解能で適宜設定すると良い。

【0053】

【数14】

$$G_{ex}^*(i) < G_{ex}^* < G_{ex}^*(i+1)$$

$$\pi_T(j) < \pi_{T_act} < \pi_T(j+1)$$

40

次に、排気ガス流量 $G_{ex}(i)$ と膨張比 $\pi_T(j)$ より補正すべき可変翼開度実位置データ VN_{ij} を、図11のタービン特性図を用いて算出する。また、ステップ S205 では、ステップ S201、S202で算出した修正排気ガス流量 G_{ex}^* と実膨張比 π_T

50

__a c t からタービン特性を用いて計算された可変翼開度位置 VN_cal を算出する。

【 0 0 5 4 】

次に、ステップ S 2 0 6 にて、指令可変翼開度位置 VN_trg から可変翼作動機構の作動による応答遅れを補正して可変翼開度実位置 VN_act を求める。なお、本願発明では、指令可変翼開度位置 VN_trg から可変翼作動機構の作動による応答遅れをむだ時間と 1 次遅れで近似して可変翼開度実位置 VN_act を求めている。

【 0 0 5 5 】

続いて、ステップ S 2 0 7 にて、下記数 1 5 によりタービン特性の可変翼開度データ VN_{ij} を学習補正する。K は補正割合である。下記式では、S 2 0 6 で算出した可変翼開度位置 VN_cal と S 2 0 5 で算出した可変翼開度実位置 VN_act との偏差を、補正割合 K だけ可変翼開度データ VN_{ij} に学習する。なお、補正係数 K は、定数であっても良いし、学習領域に応じて可変にしても良い。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 5 】

$$VN_{ij} = VN_{ij} + K \cdot (VN_{act} - VN_{cal})$$

これにより、図 1 1 において、今回学習の対象となる可変翼開度データ VN_{ij} が補正される。このように、実測をもとに上記学習が繰り返されることによって、E C U 5 0 内に組み込まれた、図 1 1 のようなタービン特性が、実際のタービン特性となるように適宜学習されることになる。また、このように、E C U 5 0 内に組み込まれたタービン特性が、実際のタービン特性となるように適宜補正されることによって、目標過給圧を得るために適切なタービン翼開度を設定することが可能となる。つまりは、目標過給圧を得るために適切なタービン翼開度を設定されることで、フィードフォワード制御器のモデルの精度が向上するため、従来よりも所望の過給圧を得る応答性が速くなる。

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態では、図 9 のように、膨張比（タービン入口圧 ÷ タービン出口圧）と排気ガス流量とからタービンの翼開度を求めるようにし、図 9 をタービン特性のマップとしたが、タービン入口圧と排気ガス流量とからタービンの翼開度を求めるようにし、これをタービン特性のマップとしても良い。この場、例えば、タービン出口圧を大気圧とみなすような場合に適用すると良い。また、その他に、タービン動力と排気ガス流量とからタービンの翼開度を求めるようにし、これをタービン特性のマップとしても良い。

【 0 0 5 8 】

また、本実施形態では、図 9 のタービン特性を、E C U 5 0 内において図 1 1 のように格子毎にデータとして保管されるようにし、各格子を学習補正するように設定したが、学習の対象となる格子付近を補正するようにしても良い。また、格子全体を補正しても良い。

【 0 0 5 9 】

なお、本実施形態では、ディーゼルエンジンを例に挙げて説明したが、ガソリンエンジンに適用しても良い。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 本実施形態の全体構成図である。

【 図 2 】 本実施形態の簡素化した全体構成図である。

【 図 3 】 本実施形態の過給圧制御の制御ブロック図である。

【 図 4 】 本実施形態のフィードフォワード制御器内の制御ブロック図である。

【 図 5 】 フィードフォワード制御器の目標吸気量に基づいてタービン入口圧を算出するフローチャートである。

【 図 6 】 目標理論コンプレッサ動力とコンプレッサ効率の関係図である。

10

20

30

40

50

【図 7】目標コンプレッサ動力と機械効率の関係図である。

【図 8】目標タービン動力とコンプレッサ効率の関係図である。

【図 9】本実施形態のタービン特性図である。

【図 10】本実施形態のタービン特性を学習するフローチャートである。

【図 11】本実施形態の ECU 内に組み込まれたタービン特性図である。

【図 12】可変翼開度基本位置を算出するフローチャートである。

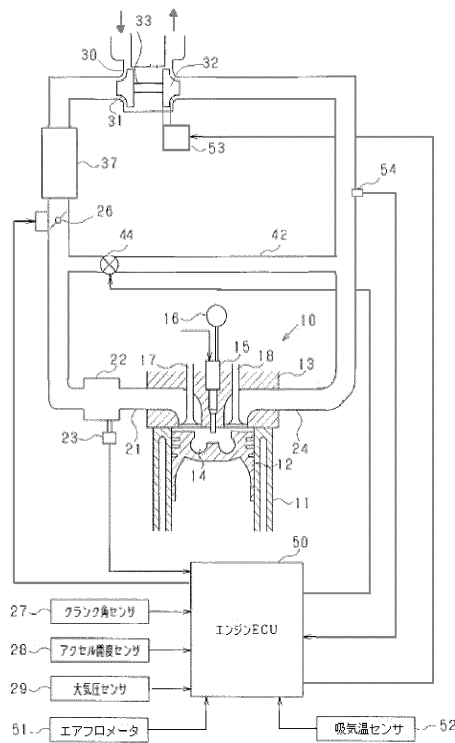
【符号の説明】

【 0 0 6 1 】

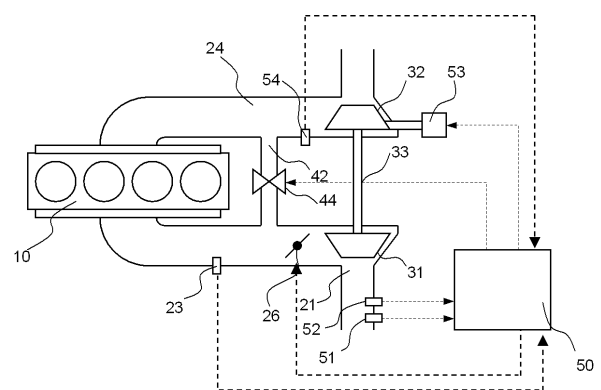
- 1 0 エンジン
- 3 0 ターボチャージャ
- 3 1 コンプレッサインペラ
- 3 2 タービンホイール
- 3 3 シャフト
- 5 1 エアフロメータ
- 5 2 吸気温度センサ
- 5 3 可変翼調整機構
- B 2 0 フィードバック制御器
- B 3 0 フィードフォワード制御器

10

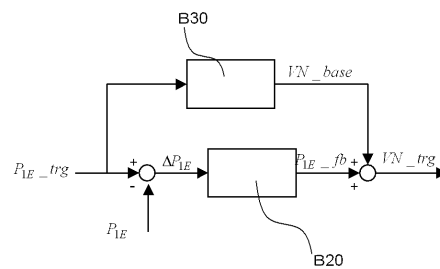
【図 1】



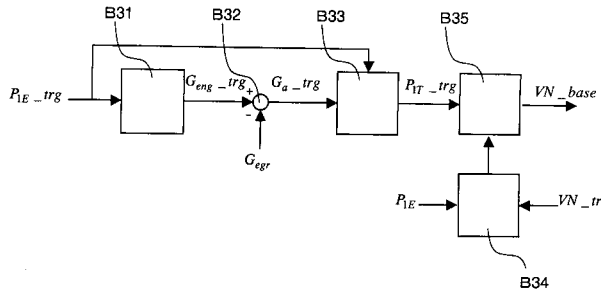
【図 2】



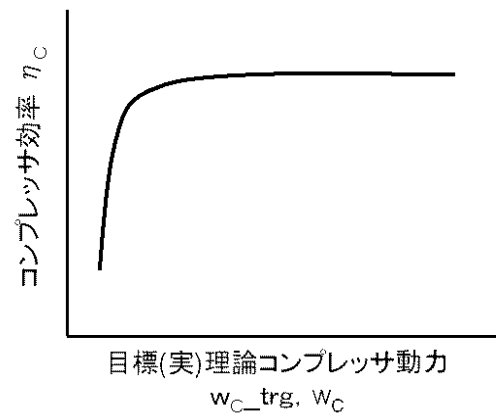
【図 3】



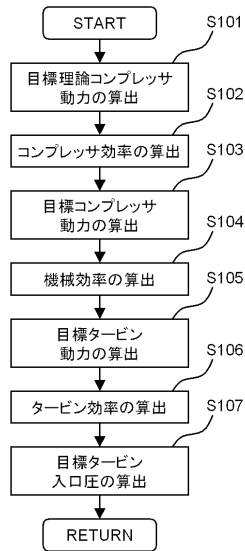
【図 4】



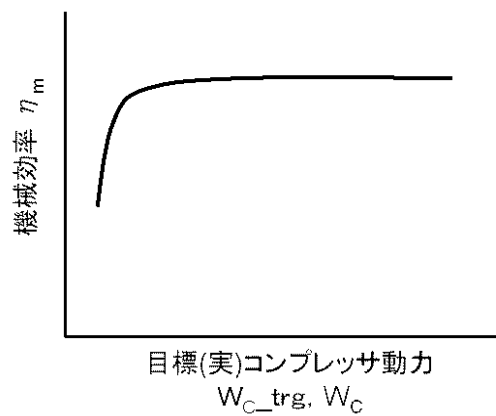
【図 6】



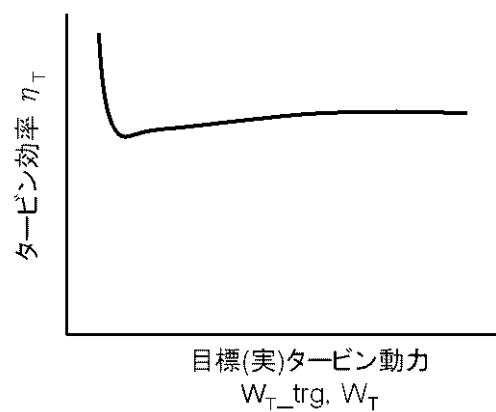
【図 5】



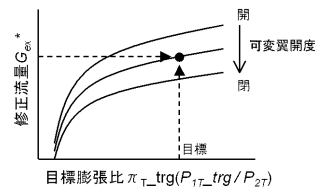
【図 7】



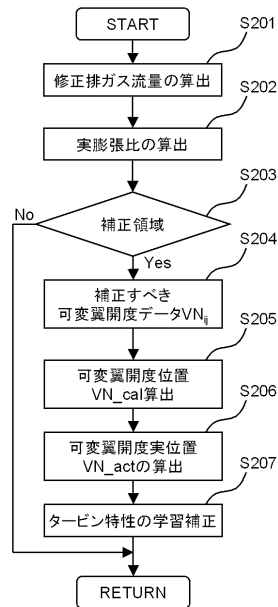
【図 8】



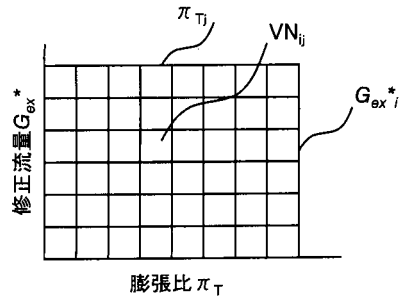
【図 9】



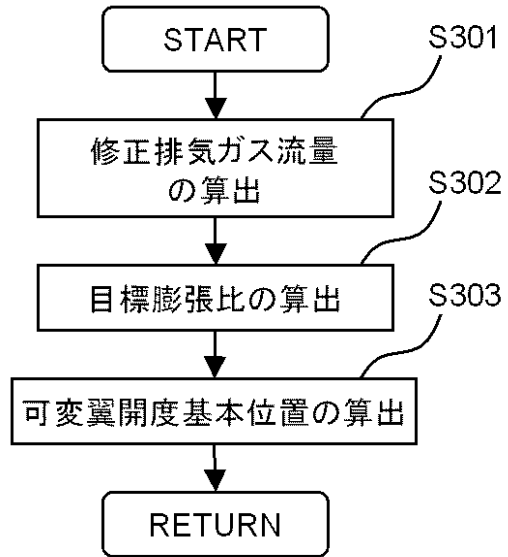
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

審査官 橋本 しのぶ

(56)参考文献 特開2007-187065(JP,A)
特開2001-082158(JP,A)
特開2000-220462(JP,A)
特開平02-030930(JP,A)
特開2006-097542(JP,A)
米国特許第6732523(US,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02B 37/22