

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6351962号
(P6351962)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.
F 1
F O 2 B 39/16 (2006.01)

F O 2 B 39/16 F

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-251253 (P2013-251253)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成25年12月4日 (2013.12.4)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-108333 (P2015-108333A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成27年6月11日 (2015.6.11)	(74) 代理人	110000785
審査請求日	平成28年12月2日 (2016.12.2)		誠真 I P 特許業務法人
		(72) 発明者	松尾 淳
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	家喜 健太
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ターボチャージャの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関に圧縮した吸気を供給するためのターボチャージャの制御装置であって、
前記ターボチャージャの特性パラメータと効率との関係を予め規定するマップが記憶された記憶部と、

前記ターボチャージャの特性値を検出する検出部と、
前記検出した特性値に基づいて前記ターボチャージャの前記特性パラメータ及び前記効率を求める演算部と、

前記演算部で求められた前記特性パラメータ及び前記効率を前記マップと比較することによって、前記ターボチャージャにおける劣化の有無を判定する判定部と、

前記判定部において劣化があると判定された場合に、ユーザにメンテナンス要求を報知する報知部と
を備え、

前記検出部は所定期間毎に前記特性値の検出を行い、
前記演算部は、前記演算部で演算された前記特性パラメータのうち頻度が所定値より大きい特性パラメータについて算出した効率の平均値を当該特性パラメータと関連付けて実測値データとして前記記憶部に蓄積し、

前記判定部は、前記蓄積した実測値データから得られる近似曲線と前記マップから得られる基準曲線とを比較することにより、前記ターボチャージャにおける劣化の有無を判定することを特徴とするターボチャージャの制御装置。

10

20

【請求項 2】

前記判定部は、前記特性パラメータと前記効率を変数とする空間において、前記近似曲線が前記基準曲線より大きい区間における前記近似曲線と前記基準曲線とによって挟まれる第 1 領域の面積が、前記近似曲線が前記基準曲線より小さい区間における、前記近似曲線と前記基準曲線とによって挟まれる第 2 領域の面積に比べて少ない場合に、前記ターボチャージャに劣化があると判定することを特徴とする請求項 1 に記載のターボチャージャの制御装置。

【請求項 3】

前記判定部は、前記蓄積された実測値データに基づいて、前記ターボチャージャの効率の変化率が所定値を越えた場合に、前記ターボチャージャに故障があると判定し、

10

前記報知部は前記判定部において故障があると判定された場合に警報を報知することを特徴とする請求項 1 に記載のターボチャージャの制御装置。

【請求項 4】

前記特性パラメータは前記ターボチャージャの速度比及び圧力比であり、前記マップは前記速度比及び圧力比に対応する効率を規定する 3 次元マップであることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のターボチャージャの制御装置。

【請求項 5】

前記蓄積した実測値データを外部に出力可能な出力インターフェイスを備えることを特徴とする請求項 1 に記載のターボチャージャの制御装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば船舶、車両或いは産業機器の動力源として用いられるエンジンに圧縮した吸気を供給するためのターボチャージャの制御装置の技術分野に関する。

【背景技術】

【0002】

エンジンの出力を向上させる技術として、ターボチャージャによって吸気を圧縮し、この圧縮した吸気をエンジンに供給する方法（過給）が知られている。ターボチャージャは、典型的に、エンジンの排気通路を流れる排ガスによって回転駆動される排気タービンと、吸気通路内の吸気を燃焼室に送り込むコンプレッサタービンとが互いに連結された構成を有している。排気タービンは排ガスが有するエネルギーによって回転駆動され、該排気タービンに伴ってコンプレッサタービンが回転駆動されることによって、吸気通路内の吸気が過給されて燃焼室に送り込まれ、エンジンの出力が向上する。

30

【0003】

ターボチャージャでは、排気タービンやターボベアリングが高温環境下で潤滑オイルや排ガスに含まれる油成分に曝されるため、油成分の固着やコーキングによって劣化が生じやすい。このような劣化の進行はターボチャージャの部品磨耗につながり、エンジンの燃費性能の低下を招くばかりか、故障に至る要因ともなるため、早期に検出することが求められている。

【0004】

40

この種のターボチャージャにおける劣化検出に関する技術として特許文献 1 がある。特許文献 1 では、ウエストゲートバルブを備えるターボチャージャにおいて、ウエストゲートバルブの開閉に伴う回転数変化が想定範囲内であるか否かに基づいて異常判定を行うことによって、ターボチャージャの劣化を検出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2013 - 19319 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら特許文献 1 では、ウエストゲートバルブの開閉に伴う回転数変化に基づいて判定を行うため、ウエストゲートバルブの非作動時には判定を行うことができない。また、一般的に、ターボチャージャの劣化は回転数に限らず、ターボチャージャの様々な動作状態に影響を及ぼす。そのため、ターボチャージャの劣化が必ずしもウエストゲートバルブの開閉に伴う回転数変化に反映されない場合も十分に想定しうる。このようにターボチャージャの特定部位に基づいた判定では、ターボチャージャの劣化状態を十分に判定できないという問題点がある。

またウエストゲートバルブを備えないターボチャージャ（例えば可変ベーン制御を行うターボチャージャなど）では、特許文献 1 を適用することができないという問題点もある。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は上述の問題点に鑑みなされたものであり、ターボチャージャの劣化を的確に検出可能なターボチャージャ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 8 】

本発明に係るターボチャージャの制御装置は上記課題を解決するために、内燃機関に圧縮した吸気を供給するためのターボチャージャの制御装置であって、前記ターボチャージャの特性パラメータと効率との関係を予め規定するマップが記憶された記憶部と、前記ターボチャージャの特性値を検出する検出部と、前記検出した特性値に基づいて前記ターボチャージャの前記特性パラメータ及び前記効率を求める演算部と、前記演算部で求められた前記特性パラメータ及び前記効率を前記マップと比較することによって、前記ターボチャージャにおける劣化の有無を判定する判定部と、前記判定部において劣化があると判定された場合に、ユーザにメンテナンス要求を報知する報知部とを備え、前記検出部は所定期間毎に前記特性値の検出を行い、前記演算部は、前記演算部で演算された前記特性パラメータのうち頻度が所定値より大きい特性パラメータについて算出した効率の平均値を当該特性パラメータと関連付けて実測値データとして前記記憶部に蓄積し、前記判定部は、前記蓄積した実測値データから得られる近似曲線と前記マップから得られる基準曲線とを比較することにより、前記ターボチャージャにおける劣化の有無を判定することを特徴とする。

20

30

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、予めターボチャージャにおける特性パラメータと効率との関係をマップとして規定しておき、検出部で検出される特性パラメータの実測値から求めた効率と比較することで、ターボチャージャの劣化の有無を判定できる。このようにターボチャージャの劣化を、内燃機関の燃費性能への影響を直接的に示すターボチャージャの効率に基づいて判定することで、ターボチャージャの劣化状態を的確に判定することができる。そして劣化があると判定された場合には報知部からメンテナンス要求を報知することで、ユーザは早期にターボチャージャの劣化を認識し、然るべき対策を行うことができる。

【 0 0 1 0 】

40

本発明の一態様では、前記検出部は所定期間毎に前記特性パラメータの検出を行い、前記演算部は前記検出された特性パラメータのうち頻度が所定値より大きい特性パラメータについて算出した効率の平均値を対応する特性パラメータと関連付けて実測値データとして前記記憶部に蓄積し、前記判定部は、前記蓄積した実測値データから得られる近似曲線と前記マップから得られる基準曲線とを比較することにより、前記ターボチャージャにおける劣化の有無を判定する。

この態様によれば、頻度の大きい特性パラメータから求めた効率の平均値に基づいて劣化判定を行うことで、誤差の影響を軽減して劣化判定の信頼性を効果的に高めることができる。

【 0 0 1 1 】

50

この場合、前記判定部は、前記特性パラメータと前記効率を変数とする空間において、前記近似曲線が前記基準曲線より大きい第1領域が、前記近似曲線が前記基準曲線より小さい第2面積に比べて少ない場合に、前記ターボチャージャに劣化があると判定してもよい。

この態様によれば、実測値データから求められる近似曲線とマップから求められる基準曲線との関係を統計的に比較することで、瞬間的な検出結果が基準値を超えたか否かに基づいて劣化判定を行う場合に比べて、信頼性の高い劣化判定を行うことができる。

【0012】

また、前記判定部は、前記蓄積された実測値データに基づいて、前記ターボチャージャの効率の変化率が所定値を越えた場合に、前記ターボチャージャに故障があると判定し、前記報知部は前記判定部において故障があると判定された場合に警報を報知してもよい。

10

一般的に、ターボチャージャの劣化はゆるやかな効率低下を伴うが、ターボチャージャに何らかの故障が生じた場合には、急激な効率低下を伴う。この態様では、ターボチャージャの効率の変化率が閾値を超えるような急激な場合には、ターボチャージャに故障が生じたと判定し、劣化と区別して報知することで、ターボチャージャの安全な運用を実現できる。

【0013】

本発明の他の態様では、前記特性パラメータは前記ターボチャージャの速度比及び圧力比であり、前記マップは前記速度比及び圧力比に対応する効率を規定する3次元マップである。

20

本願発明者らの検証によれば、ターボチャージャの性能は、各圧力比に対して作動空気の流入状態、すなわち理論段落熱落差相当速度と回転速度の比(=速度比)で整理されることに鑑み、ターボチャージャの特性パラメータとして速度比及び圧力比という複数のパラメータを用いることで、上述したようなターボチャージャの効率に基づく劣化判定を的確に行うことができることを見出した。

【0014】

また、前記蓄積した実測値データを外部に出力可能な出力インターフェイスを備えてもよい。

この態様によれば、劣化判定に用いられる実測値データを出力インターフェイスを介して外部に出力可能に構成することで、実際にユーザによって使用されているターボチャージャの実際の使用状態を詳細に把握することが可能となる。このような情報は、例えば設計開発に非常に有用である。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、予めターボチャージャにおける特性パラメータと効率との関係をマップとして規定しておき、検出部で検出される特性パラメータの実測値から求めた効率と比較することで、ターボチャージャの劣化の有無を判定できる。このようにターボチャージャの劣化を、内燃機関の燃費性能への影響を直接的に示すターボチャージャの効率に基づいて判定することで、ターボチャージャの劣化状態を的確に判定することができる。そして劣化があると判定された場合には報知部からメンテナンス要求を報知することで、ユーザは早期にターボチャージャの劣化を認識し、然るべき対策を行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。

【図2】TCUの内部構成を機能的に示すブロック図である。

【図3】記憶部に記憶されたマップの一例を示したものである。

【図4】TCUにより実施される劣化判定制御を示すフローチャートである。

【図5】図4のステップS104で作成されるデータ分布の一例を示したものである。

50

【図6】図4のステップS107で作成されるプロットの一例を示したものである。

【図7】正常時と故障時における効率の平均値 a_{ve} 、及び、その変化率 d_{ave}/dt の時間的推移を示すグラフである。

【図8】第2実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。

【図9】第3実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を例示的に詳しく説明する。但し、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りはこの発明の範囲をそのみに限定する趣旨ではなく、単なる説明例に過ぎない。

【0018】

(第1実施形態)

図1は第1実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。エンジン1は自動車、船舶或いは産業用機器等に動力源として搭載されるガソリンエンジンである。吸気口2から導入された吸気は、吸気通路3を通してコンプレッサ4によって圧縮される。コンプレッサ4で圧縮された吸気はインタークーラ5で冷却された後、シリンダヘッド6に設けられた吸気ポート7から吸気弁8を介して、シリンダ9と該シリンダ9内を往復運動するピストン10とによって構成される燃焼室11に導入される。

【0019】

吸気は燃焼室11に導入される際に、吸気ポート7の入口近傍に設けられた燃料噴射装置40から噴射される燃料と混合気を形成し、燃焼室11内で点火装置12によって燃焼される。燃焼室11で発生した排気ガスは、排気ポート13から排気弁14を介して排気通路15に排出される。排気通路15には、エンジン1の排気ガスによって駆動される排気タービン16が設けられている。排気タービン16は排気ガスによって回転駆動されることで、該排気タービン16に連結されたコンプレッサ4を回転駆動することにより、吸気通路3における吸気の圧縮を行うターボチャージャ17を構成している。

【0020】

排気通路15には途中から排気タービン16を迂回するように分岐通路18が形成されている。該分岐通路18にはウエストゲートバルブ19が設けられている。排気タービン16には、該排気タービン16の回転数を検出するための回転数センサ20が設けられている。また、排気タービン16の入口温度 T_{in} 及び入口圧力 P_{in} をそれぞれ検出するための入口温度センサ21及び入口圧力センサ22、並びに、排気タービン16の出口温度 T_{out} 及び出口圧力 P_{out} をそれぞれ検出するための出口温度センサ23及び出口圧力センサ24が設けられている。

【0021】

エンジン1の運転状態はECU(Engine Control Unit)25によって制御される。図1では、ECU25の代表的な制御信号として、燃料噴射装置40及び点火装置12への制御信号が示されており、それぞれ燃料噴射タイミング及び噴射量、並びに、インジェクタの点火タイミングを制御している。

【0022】

ターボチャージャ17の運転状態はTCU(Turbocharger Control Unit)26によって制御される。図1では、TCU26の代表的な制御信号として、ウエストゲートバルブ19の開度調整を行う制御信号の他に、回転数センサ20、入口温度センサ21、入口圧力センサ22、出口温度センサ23及び出口圧力センサ24の検出信号を取得することにより、これらの検出値に基づいて、後述するように、排気ターボチャージャ17の性能劣化を判定することができるよう構成されている。

【 0 0 2 3 】

尚、図 1 では E C U 2 5 及び T C U 2 6 が別ユニットとして構成された場合を例示しているが、これらが一体のユニットとして構成されていてもよい。

【 0 0 2 4 】

図 2 は T C U 2 6 の内部構成を機能的に示すブロック図である。T C U 2 6 は記憶部 2 7、検出部 2 8、演算部 2 9、判定部 3 0、報知部 3 1 及び出力インターフェイス 3 2 を備えている。

【 0 0 2 5 】

記憶部 2 7 には、ターボチャージャ 1 7 の特性パラメータと効率との関係を規定するマップ 3 3 が記憶されている。このマップ 3 3 は劣化判定制御の実施に先立って予め記憶部 2 7 に記憶されており、以下説明する各ステップにおいて適宜読み出し可能に構成されている。マップ 3 3 に記憶される特性パラメータと効率との関係は、劣化判定の際に基準となる劣化の無いサンプル（すなわち、理想的なターボチャージャ 1 7）に関して規定されたものであり、実験的、理論的或いはシミュレーション的に基づいて規定しておくとい

10

【 0 0 2 6 】

ここで図 3 は記憶部 2 7 に記憶されたマップ 3 3 の一例を示したものであり、速度比と効率との関係が異なる圧力比において示されている。図 3 に示されているように、マップ 3 3 に記憶されているターボチャージャ 1 7 の効率は、圧力比及び速度比を変数とする関数で近似することができ、図 3 ではその近似曲線（以下、適宜「基準曲線」と称する）を併せて表示している。

20

【 0 0 2 7 】

再び図 2 に戻って、検出部 2 8 は、ターボチャージャ 1 7 に設置された各種センサ（回転数センサ 2 0、入口温度センサ 2 1、入口圧力センサ 2 2、出口温度センサ 2 3 及び出口圧力センサ 2 4）から検出値を取得する。演算部 2 9 は、検出部 2 8 で取得した検出値を受け取り、それに基づいて劣化判定に必要な速度比、圧力比及び効率を演算する。判定部 3 0 は、演算部 2 9 の演算結果を取得し、記憶部 2 7 に記憶されたマップ 3 3 と比較することにより、ターボチャージャ 1 7 について劣化の有無を判定する。

【 0 0 2 8 】

報知部 3 1 は、判定部 3 0 において劣化があると判定された場合に、ユーザにメンテナンス要求を報知する。メンテナンス要求とは、広義には排気 1 7 ターボチャージャに劣化がある旨をユーザに認識せしめる情報を広く含み、これを受けたユーザは早期に対策を図ることによって、ターボチャージャ 1 7 の劣化に伴う性能低下の影響を回避することが可能となる。

30

【 0 0 2 9 】

続いて図 4 を参照して、T C U 2 6 により実施される劣化判定制御について詳しく説明する。図 4 は T C U 2 6 により実施される劣化判定制御を示すフローチャートである。

まず検出部 2 8 は、一定期間 T 1（例えば 1 秒）の間隔で各種センサから検出値を取得する（ステップ S 1 0 1）。ここで検出部 2 8 によって取得された検出値は記憶部 2 7 に蓄積され、出力インターフェイス 3 2 を介して外部に適宜取り出し可能に構成するとよい。このような蓄積データはターボチャージャ 1 7 の実際の使用状態を詳細に把握することができるので、例えば設計開発に非常に有用である。

40

【 0 0 3 0 】

続いて、演算部 2 9 は検出部 2 8 で取得した検出値を受け取り、速度比、圧力比及び効率を演算する（ステップ S 1 0 2）。速度比は、ターボチャージャの周速度 $u (= r \cdot \omega)$ 、断熱熱落差相当速度 C_0 を用いて、 u / C_0 より得られる。また圧力比は入口圧力センサの検出圧力値を P_{in} と出口圧力センサの検出圧力値を P_{out} とを用いて、 P_{out} / P_{in} により得られる。また効率は比熱比 γ を用いて、次式

$$\eta = \frac{T_{in} - T_{out}}{T_{in} \left\{ 1 - \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}} \right\}}$$

から算出される。

尚、演算部 29 による演算結果もまた記憶部 27 に逐次蓄積され、出力インターフェイス 32 を介して外部に取り出し可能に構成するとよい。

【0031】

続いてステップ S103 では時刻 T が所定値 T2 (> T1、例えば 1800 秒) を越えたか否かを判定し、T2 を超えていない場合には、処理をステップ S101 に戻して、上記処理を繰り返す(ステップ S103: NO)。すなわち、ステップ S101 及び S102 は、T2 を超えるまでの間繰り返される。

【0032】

T2 が経過すると(ステップ S103: YES)、演算部 29 は記憶部 27 に蓄積したデータについて、速度比及び圧力比に対するデータ分布を作成する(ステップ S104)。ここで、図 5 はステップ S104 で作成されるデータ分布の一例を示してものである。図 5 では、速度比及び圧力比の組み合わせに対するデータ数を縦軸に示している。

【0033】

演算部 29 は、このようなデータ分布について、該データ数が予め設定された基準値 N1 (図 5 では N1 = 1000 に設定している) を超えたものを用いて、ステップ S102 で演算した効率の平均値 a_{ve} を算出する(ステップ S105)。

尚、図 5 では基準値 N1 を超えたものを矢印で示している。

【0034】

演算部 29 は、このように繰り返し頻度の高い特性パラメータについて効率の平均値 a_{ve} を求めた後、当該演算を行った特性パラメータについてのみデータ数のリセットを行う(すなわち、図 5 で基準値 N1 に達していない他の特性パラメータについては、演算部 29 による効率の演算が行われていないため、データ数はそのまま維持される)。

【0035】

ターボチャージャ 17 の運転状態はエンジン 1 の燃焼状態に応じて少なからず誤差が含まれるが、このように検出頻度の大きい特性パラメータについて算出した効率の平均値 a_{ve} に基づいて性能劣化を判定することによって、誤差の影響を軽減して信頼性を高めることができる。

【0036】

このように演算部 29 では時刻 T2 毎に、頻度の高い特定の速度比及び圧力比の組み合わせに対する平均効率 a_{ve} を求める。ステップ S106 では、時刻 T が所定値 T3 (> T2、例えば一週間) を越えたか否かを判定し、T3 を超えていない場合には、処理をステップ S101 に戻して、上記処理を繰り返す(ステップ S106: NO)。すなわち、上記演算は、時刻が T3 を超えるまでの間繰り返される。

【0037】

T3 が経過すると(ステップ S106: YES)、判定部 30 はこれまで算出した速度比及び圧力比の組み合わせに対する平均効率 a_{ve} をプロットし(ステップ S107)、マップ 33 から得られる基準曲線と比較して、ターボチャージャ 17 における劣化の有無を判定する(ステップ S108)。

ここで、図 6 はステップ S107 で作成されるプロットの一例を示したものである。尚、図 6 では圧力比が 2.0 の場合を代表的に示しているが、他の圧力比についても同様のグラフをプロットすることによって劣化が判定される。

【0038】

本実施例では特に、判定部 30 はステップ S105 で求めた効率の平均値 a_{ve} につ

10

20

30

40

50

いて近似曲線を求め、マップ 33 から得られる基準曲線と比較することにより、ターボチャージャ 17 における劣化の有無を判定する。ここで近似曲線の求め方は公知の手法を用いればよく、例えば平均二乗法などを用いて算出するとよい。

【0039】

図 6 では近似曲線と基準曲線とによって挟まれる領域をハッチングで示しており、特に、近似曲線が基準曲線より大きい第 1 領域 34 と、近似曲線が基準曲線より小さい第 2 面積 35 とを区別して示している。判定部 30 は第 1 領域 34 と第 2 領域 35 の面積を合算し、あらかじめ設定した性能低下量のクライテリアを下回った場合に、ターボチャージャ 17 に劣化があると判定し（ステップ S109）、報知部 31 からメンテナンス要求を報知して処理を終了する（ステップ S110）。すなわち、統計的に近似曲線が基準曲線を下回ったか否かに基づいて、排気ターボチャージャ 17 の劣化の有無を判断する。

【0040】

ターボチャージャでは、排気タービンやターボベアリングが高温環境下で潤滑オイルや排ガスに含まれる油成分に曝されるため、油成分の固着やコーキングによって劣化が生じやすい。このような劣化は、排気タービンの回転翼に付着した汚れの洗浄によって改善可能であることから船舶のようにターボチャージャ 17 の洗浄が可能である場合には、メンテナンス要求として排気タービンの回転翼に付着した汚れを洗浄するようにメッセージや音声を出力するとよい。一方、一般車両のようにターボチャージャ 17 の洗浄が困難である場合或いは実用性に欠ける場合には、劣化したターボチャージャ 17 を交換するようにメッセージや音声を出力してもよい。

一方、第 1 領域 34 が第 2 領域 35 に比べて広い場合、排気ターボチャージャ 17 に劣化がないと判定し、処理を終了する（ステップ S111）。

【0041】

このように、実測値データから求められる近似曲線とマップ 33 から求められる基準曲線との関係に基づいて統計的に劣化判定を行うことで、単純に瞬間的な検出結果が基準値を超えたか否かに基づいて劣化判定を行う場合に比べて、信頼性の高い劣化判定を行うことができる。

【0042】

以上説明したように、本実施例によれば、予めターボチャージャ 17 における特性パラメータと効率との関係をマップ 33 として規定しておき、検出部 28 で検出される特性パラメータの実測値から求めた効率と比較することで、ターボチャージャ 17 の劣化の有無を判定できる。このようにターボチャージャ 17 の劣化を、エンジン 1 の燃費性能への影響を直接的に示すターボチャージャ 17 の効率に基づいて判定することで、ターボチャージャ 17 の劣化状態を的確に判定することができる。そして劣化があると判定された場合には報知部 31 からメンテナンス要求を報知することで、ユーザは早期にターボチャージャ 17 の劣化を認識し、然るべき対策を行うことができる。

【0043】

（変形例）

上述した実施例では、判定部 30 においてターボチャージャ 17 の劣化の有無のみを判定していたが、演算部 29 で求めた効率の時間変化をモニタすることにより、ターボチャージャ 17 の劣化だけでなく、故障を区別して判定することができる。

【0044】

一般的にターボチャージャ 17 に性能劣化が生じる場合には、時間の経過に伴って緩やかに効率が低下する。一方、ターボチャージャ 17 に何らかの故障が生じる場合には、効率が急激に変化することが想定される。本変形例では、ステップ S105 で求めた効率の平均値の変化率を求め、その時間変化を監視する。

【0045】

図 7 は正常時と故障時における効率の平均値 \bar{a}_{ve} 、及び、その変化率 $d\bar{a}_{ve}/dt$ の時間的推移を示すグラフである。図 7 (a) は正常時を示しており、経年劣化による性能劣化の影響によって、効率 \bar{a}_{ve} は次第になだらかに低下しており、変化率 $d\bar{a}_{ve}/dt$

10

20

30

40

50

a_{ve}/dt は略一定になっている。一方、図 7 (b) は時刻 t_1 において故障が発生した場合を示しており、故障が発生した時刻 t_1 において効率 a_{ve} が急激に低下しており、効率の変化率 $d a_{ve}/dt$ が一時的に急増している。

【0046】

判定部 30 は故障検出のために効率の変化率 $d a_{ve}/dt$ に対して予め閾値 $d a_{ve}/dt_1$ を用意しており、該閾値 $d a_{ve}/dt_1$ を超えた場合に、故障が発生したと判定する。この場合、報知部 31 では劣化がある場合に報知されるメンテナンス要求とは異なる警報を報知することによって、ユーザに対して故障発生を認識させることができる。このように、故障発生時に劣化の有無と区別して報知することで、ターボチャージャ 17 の信頼性の高い運用が可能となる。

10

【0047】

(第 2 実施形態)

図 8 は、第 2 実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。本実施形態は、分岐通路 18 およびウエストゲートバルブ 19 を備えていない点を除いて、基本的には図 1 に示した実施形態と同様な構成を有している。よって、同一の構成には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0048】

本実施形態では、図 8 に示したように、ターボチャージャ 17 が、エンジン 1 から排出される排気ガスの排気エネルギーによって回転駆動する排気タービン 16 と、該排気タービン 16 と同軸駆動するコンプレッサ 4 と、排気タービン 16 に流れ込む排気ガスの流れを制御する可変制御機構 30 と、を有する可変型ターボチャージャからなる。そして、上述した TCU 26 によって、可変制御機構 30 を調整して排気タービン 16 に流れ込む排気ガスの流れを制御することでターボチャージャ 17 の過給圧が制御されるように構成される。このようなターボチャージャ 17 の一例としては、排気タービン 16 の外周側に回転自在に配置された複数のノズルベーンからなる可変制御機構 30 を有する、所謂可変容量型ターボチャージャが挙げられる。

20

【0049】

TCU 26 は、ターボチャージャ 17 に設置された各種センサ (回転数センサ 20、入口温度センサ 21、入口圧力センサ 22、出口温度センサ 23 及び出口圧力センサ 24) から検出値を取得することによって、第 1 実施形態と同様に、ターボチャージャに対して劣化判定制御を実施する。本発明の劣化判定制御は、特性パラメータや効率といったターボチャージャ 17 の構成方式によらない基本的特性に基づいて行われるため、ウエストゲートバルブが用いられていない可変容量型ターボチャージャにおいても、同様の劣化判定制御を実施することができる。

30

【0050】

(第 3 実施形態)

図 9 は、第 3 実施形態にかかるターボチャージャを備える過給システムの全体構成を示す模式図である。本実施形態は、高圧段ターボチャージャ 17A と低圧段ターボチャージャ 17B の 2 つのターボチャージャを備える所謂二段過給システムとなっている点を除いて、基本的には図 1 に示した実施形態と同様の構成を有している。よって、同一の構成には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

40

【0051】

本実施形態では、図 9 に示したように、エンジン 1 に供給する吸気を圧縮するターボチャージャが、エンジン 1 からの排気エネルギーによって回転駆動する、エンジン 1 の排気通路 15 に配置された高圧段タービン 16A、および該高圧段タービン 16A と同軸駆動するエンジン 1 の吸気通路 3 に配置された高圧段コンプレッサ 4A、を有する高圧段ターボチャージャ 17A と、排気通路 15 における高圧段タービン 16A よりも下流側に配置された低圧段タービン 16B、および該低圧段タービン 16B と同軸駆動する、吸気通路 3 における高圧段コンプレッサ 4A よりも上流側に配置された低圧段コンプレッサ 4B、を有する低圧段ターボチャージャ 17B、からなる。そして、エンジン 1 の排気通路 15 に

50

は、高圧段タービン 16 A を迂回する高圧段分岐通路 18 A、および低圧段タービン 16 B を迂回する低圧段分岐通路 18 B、が夫々接続されている。そして、高圧段分岐通路 18 A には高圧段ウエストゲートバルブ 19 A が設けられ、低圧段分岐通路 18 B には低圧段ウエストゲートバルブ 18 B が設けられている。そして、上述した TCU 26 によって、高圧段ウエストゲートバルブ 19 A および低圧段ウエストゲートバルブ 19 B のバルブ開度を夫々調整することで、高圧段ターボチャージャ 17 A および低圧段ターボチャージャ 17 B の過給圧が夫々制御されるように構成されている。

【0052】

高圧段タービン 16 A 及び低圧段タービン 16 B には、それぞれの回転数を検出するための回転数センサ 20 A 及び 20 B が設けられている。また、高圧段排気タービン 16 A の入口温度 T_{inA} 及び入口圧力 P_{inA} をそれぞれ検出するための入口温度センサ 21 A 及び入口圧力センサ 22 A、並びに、高圧段タービン 16 A の出口温度 T_{outA} 及び出口圧力 P_{outA} をそれぞれ検出するための出口温度センサ 23 A 及び出口圧力センサ 24 A が設けられている。低圧段排気タービン 16 B の入口温度 T_{inB} 及び入口圧力 P_{inB} をそれぞれ検出するための入口温度センサ 21 B 及び入口圧力センサ 22 B、並びに、低圧段タービン 16 B の出口温度 T_{outB} 及び出口圧力 P_{outB} をそれぞれ検出するための出口温度センサ 23 B 及び出口圧力センサ 24 B が設けられている。

【0053】

TCU 26 はこれら各センサから検出値を取得することによって、高圧段ターボチャージャ 17 A 及び低圧段ターボチャージャ 17 B に対して、第 1 実施形態において詳述した劣化判定制御を独立に実施する。本発明の劣化判定制御は、特性パラメータや効率といった個々のターボチャージャ 17 の特性に基づいて行われるため、複数のターボチャージャが組み合わされた複雑なシステムにおいても、容易に導入することができる。

【産業上の利用可能性】

【0054】

本発明は、例えば船舶、車両或いは産業機器の動力源として用いられる内燃機関の排気系に設けられたターボチャージャの制御装置に利用可能である。

【符号の説明】

【0055】

- 1 エンジン
- 2 吸気口
- 3 吸気通路
- 4 コンプレッサ
- 5 インタークーラ
- 6 シリンダヘッド
- 7 吸気ポート
- 8 吸気バルブ
- 9 シリンダ
- 10 ピストン
- 11 燃焼室
- 12 点火装置
- 13 排気ポート
- 14 排気バルブ
- 15 排気通路
- 16 排気タービン
- 17 ターボチャージャ
- 18 分岐通路
- 19 ウエストゲートバルブ
- 20 回転数センサ
- 21 入口温度センサ

10

20

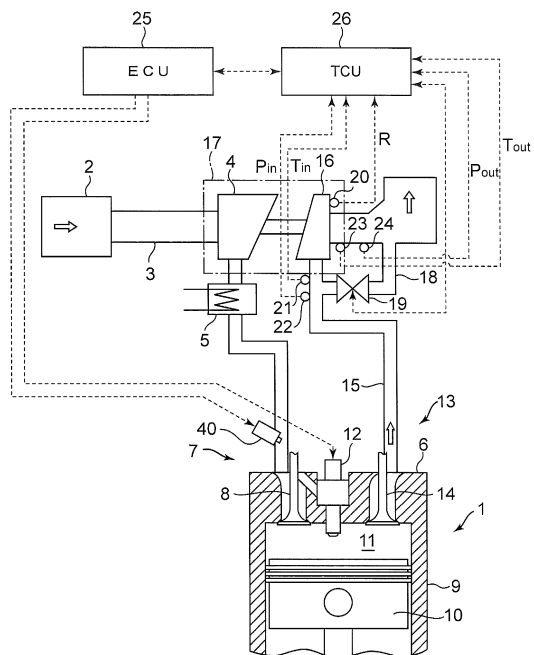
30

40

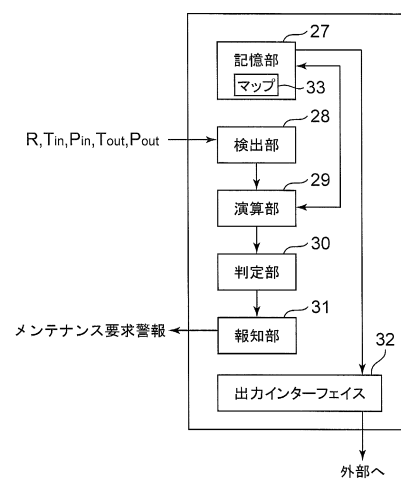
50

- | | |
|-----|------------|
| 2 2 | 入口圧力センサ |
| 2 3 | 出口温度センサ |
| 2 4 | 出口圧力センサ |
| 2 5 | E C U |
| 2 6 | T C U |
| 2 7 | 記憶部 |
| 2 8 | 検出部 |
| 2 9 | 演算部 |
| 3 0 | 判定部 |
| 3 1 | 報知部 |
| 3 2 | 出力インターフェイス |
| 3 3 | マップ |

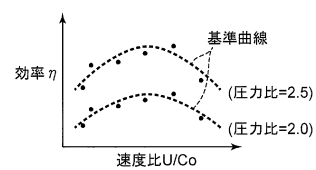
【 図 1 】



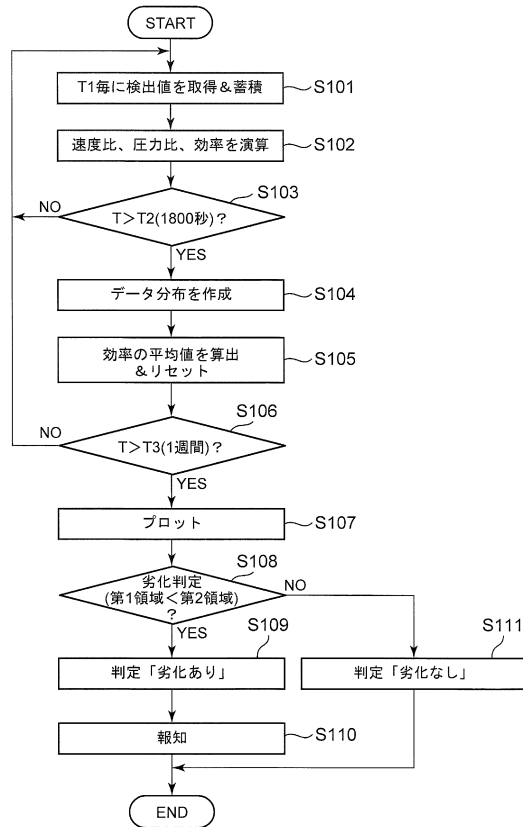
【圖 2】



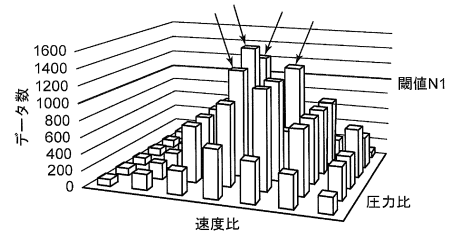
【圖 3】



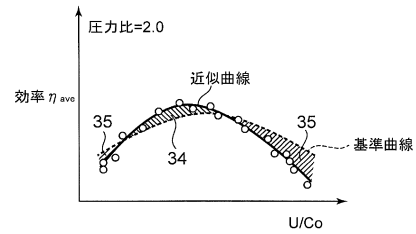
【図4】



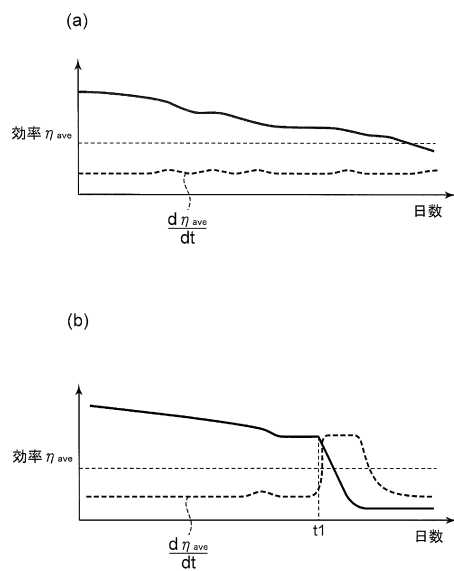
【図5】



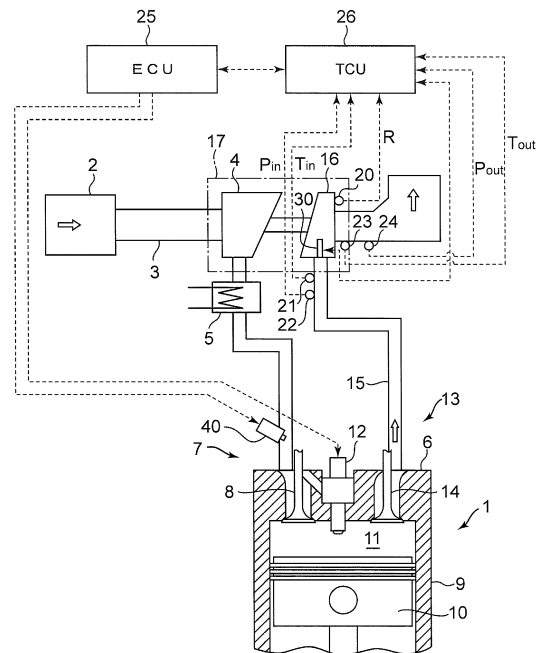
【図6】



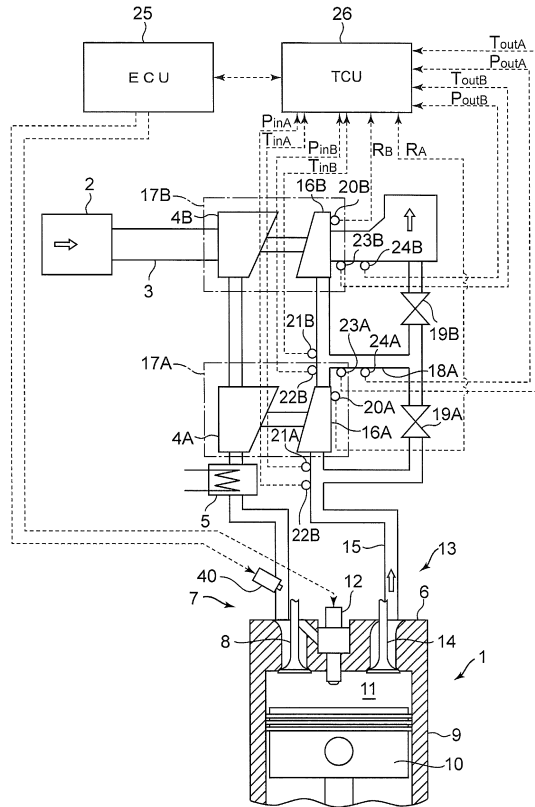
【図7】



【図8】



【図 9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-269183(JP,A)
特開平08-326555(JP,A)
特開昭64-032019(JP,A)
国際公開第2013/066529(WO,A1)
特開昭58-053643(JP,A)
特開2006-188989(JP,A)
特開2011-247181(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B	39/00	-	39/16
F02D	13/00	-	28/00
F02D	41/00	-	41/40
F02D	43/00	-	45/00
F01D	1/00	-	25/36
F02C	1/00	-	9/58