

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6089636号
(P6089636)

(45) 発行日 平成29年3月8日 (2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日 (2017.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

FO2D 45/00 (2006.01)

FO1P 11/16 (2006.01)

FO2D 45/00 314Q

FO2D 45/00 360B

FO1P 11/16 C

FO1P 11/16 E

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-261707 (P2012-261707)	(73) 特許権者	000006286
(22) 出願日	平成24年11月29日 (2012.11.29)		三菱自動車工業株式会社
(65) 公開番号	特開2014-105687 (P2014-105687A)		東京都港区芝五丁目33番8号
(43) 公開日	平成26年6月9日 (2014.6.9)	(74) 代理人	100092978
審査請求日	平成27年9月18日 (2015.9.18)		弁理士 真田 有
		(72) 発明者	宮田 敏行
			東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
		(72) 発明者	上野 浩明
			東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内
		審査官	山村 和人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの冷却水温推定装置及びエンジン制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載されるエンジンの冷却水の温度である冷却水温を推定する装置であって、
運転状態を検出する運転状態検出手段と、
前記運転状態検出手段により検出された前記運転状態に基づいて前記エンジンの冷却水温の推定値である推定水温を得る冷却水温推定手段と、を備え、
前記運転状態検出手段は、前記エンジンの吸気温度を検出する吸気温度検出手段を含み、
前記冷却水温推定手段は、前記エンジンの停止中の前記冷却水温を推定する停止中水温推定手段を備え、
前記停止中水温推定手段は、
前記冷却水温と前記吸気温度との偏差と、前記エンジンの停止中に前記冷却水温が前記吸気温度と一致するまでに要する時間である水温収束時間との対応関係が記憶された対応関係記憶部と、
前記エンジンが停止されると、このエンジン停止時点における前記冷却水温と前記吸気温度検出手段により検出された前記吸気温度との偏差と、前記エンジン停止時点からの経過時間であるエンジン停止時間とから、前記対応関係記憶部に記憶された前記対応関係を用いて、前記エンジンの停止中の前記推定水温を算出する停止中水温算出部とを有し、
前記停止中水温算出部は、前記対応関係を用いて、前記偏差に対応した前記水温収束時間である第1水温収束時間を求め、前記エンジン停止時間が前記第1水温収束時間よりも

短い場合、前記第 1 水温収束時間から前記エンジン停止時間を減算して第 2 水温収束時間を求め、前記第 2 水温収束時間に対応した前記偏差から前記推定水温を求めることを特徴とする、エンジンの冷却水温推定装置。

【請求項 2】

前記対応関係記憶部には、前記吸気温度に関わらず単一の前記対応関係が記憶され、前記停止中水温算出部は、単一の前記対応関係を用いて前記推定水温を求めることを特徴とする、請求項 1 記載のエンジンの冷却水温推定装置。

【請求項 3】

前記停止中水温推定手段は、前記エンジンの始動時に前記冷却水温を推定することを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載のエンジンの冷却水温推定装置。

10

【請求項 4】

前記冷却水温推定手段は、前記エンジンの運転中の前記冷却水温を推定する運転中水温推定手段を備え、

前記運転中水温推定手段は、

前記運転状態検出手段により検出された前記運転状態に基づいて前記冷却水温の推定値を算出する

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載のエンジンの冷却水温推定装置。

【請求項 5】

車両に搭載されるエンジンを冷却水の温度に対応した制御用水温に基づいて制御するエンジン制御装置であって、

20

冷却水の温度を検出する水温検出手段と、

請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載のエンジンの冷却水温推定装置と、

前記水温検出手段の正常時には前記水温検出手段により検出された検出値に基づいて前記エンジンを制御し、前記水温検出手段の故障時には前記エンジンの冷却水温推定装置により推定された推定水温に基づいて前記エンジンを制御する制御手段と、を備えていることを特徴とする、エンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車等に搭載されるエンジンの冷却水温推定装置及びそれを用いたエンジン制御装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

ガソリン車やディーゼル車や PHEV 車（プラグインハイブリッド車）等の車両に搭載される水冷エンジン（内燃機関）では、エンジン冷却水の循環制御やその他のエンジン制御等の制御のために、冷却水の水温を把握することが必要である。このため、一般に、エンジン冷却水の水温を検知する水温センサが装備されるが、水温センサがフェールした場合の対策も開発されている。

【0003】

この対策として、例えば、制御に使用する水温情報（制御用水温）を仮想水温（固定値）に変更する技術がある。この技術の場合、エンジンが完全に暖機された状態で水温センサがフェールした際には、固定値として例えば水温 80℃程度を設定することにより、エンジンの始動、停止や加減速を行なっても特に不都合なく、必要な燃料量の供給や停止を実施することができ、水温センサが正常な場合と大差なくエンジンを使用することができる。

40

【0004】

しかしながら、エンジンが完全に暖機される前の状態、即ち、エンジンの暖機途上において水温センサがフェールすると、実際の冷却水の水温がかなり低い場合があり、上記の固定温度と実際の水温との乖離が大きくなる。この場合、仮想水温（固定値）に比べて実際の水温は大幅に低いため、例えば、仮想水温に基づいてエンジンへの燃料量を制御する

50

と、始動、停止や加減速に必要な燃料量が供給されない可能性が高く、この結果、ドライバビリティが悪化し、また最悪の場合にはエンジンの始動ができない状況が想定される。

【0005】

一方、特許文献1、2には、エンジンの冷却水温を推定する技術が記載されている。

特許文献1には、エンジンの運転中に、エンジンの発熱量（エンジンから冷却水に伝達される熱量）に関連するエンジン運転パラメータである機関回転速度、機関負荷、燃料噴射量等に基づいて冷却水温上昇分を算出し、車速、冷却水温推定値と外気温との温度差に基づいて冷却水温降下分を算出し、これらの水温の上昇分、降下分から冷却水温推定値を演算する技術が記載されている。

【0006】

特許文献2には、燃料が持つ供給熱のうちのエンジンプロック及び冷却水温の上昇に寄与する冷却損失熱と、燃料が持つ供給熱との比である冷却損失をエンジンの運転負荷と回転数とから求め、この冷却損失と供給熱とから冷却損失熱を求め、車速によって決まる放熱係数との積からエンジンプロックから外気への放出熱を演算し、これらの冷却損失熱及び放出熱からエンジンプロック及び冷却水温の温度を推定する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第3956663号公報

【特許文献2】特許第3896288号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1、2に記載の技術のように、エンジンの冷却水温を推定して、この推定水温を仮想水温として、例えば、エンジン制御等に使用する水温情報（制御用水温）に用いられ、固定値を用いる場合のように、仮想水温と実際の水温との乖離が大きくなり難いので、エンジン制御を適正に行なえるようになるものと考えられる。

しかしながら、特許文献1、2の技術のように、冷却水の吸熱量や放熱量に基づいて冷却水温を推定する場合であっても、推定誤差の発生は回避できず、推定誤差が累積すると、大きな誤差になりかねない。推定誤差を抑え、推定精度を向上させるには、冷却水の吸熱量や放熱量を高精度に算出することが必要になり容易ではない。

【0009】

本発明は、かかる課題に鑑み創案されたもので、エンジンの冷却水温を適正にかつ容易に推定することができるようにして、推定した冷却水温に基づくエンジン制御等を適切に行なうことができるようにした、エンジンの冷却水温推定装置及びそれを用いたエンジン制御装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

(1) 上記の目的を達成するために、本発明のエンジンの冷却水温推定装置は、車両に搭載されるエンジンの冷却水の温度である冷却水温を推定する装置であって、運転状態を検出する運転状態検出手段と、前記運転状態検出手段により検出された前記運転状態に基づいて前記エンジンの冷却水温の推定値である推定水温を得る冷却水温推定手段と、を備え、前記運転状態検出手段は、前記エンジンの吸気温度を検出する吸気温度検出手段を含み、前記冷却水温推定手段は、前記エンジンの停止中の前記冷却水温を推定する停止中水温推定手段を備え、前記停止中水温推定手段は、前記冷却水温と前記吸気温度との偏差と、前記エンジンの停止中に前記冷却水温が前記吸気温度と一致するまでに要する時間である水温収束時間との対応関係が記憶された対応関係記憶部と、前記エンジンが停止されると、このエンジン停止時点における前記冷却水温と前記吸気温度検出手段により検出された前記吸気温度との偏差と、前記エンジン停止時点からの経過時間であるエンジン停止時間とから、前記対応関係記憶部に記憶された前記対応関係を用いて、前記エンジンの停止

10

20

30

40

50

中の前記推定水温を算出する停止中水温算出部とを有し、前記停止中水温算出部は、前記対応関係を用いて、前記偏差に対応した前記水温収束時間である第1水温収束時間を求め、前記エンジン停止時間が前記第1水温収束時間よりも短い場合、前記第1水温収束時間から前記エンジン停止時間を減算して第2水温収束時間を求め、前記第2水温収束時間に対応した前記偏差から前記推定水温を求めることを特徴としている。

【0012】

(2) また、前記対応関係記憶部には、前記吸気温度に関わらず単一の前記対応関係が記憶され、前記停止中水温算出部は、単一の前記対応関係を用いて前記推定水温を求めることが好ましい。

(3) 前記停止中水温推定手段は、前記エンジンの始動時に前記冷却水温を推定することが好ましい。

10

【0013】

(4) 前記冷却水温推定手段は、前記エンジンの運転中の前記冷却水温を推定する運転中水温推定手段を備え、前記運転中水温推定手段は、前記運転状態検出手段により検出された前記運転状態に基づいて前記冷却水温の推定値を算出することが好ましい。

(5) また、本発明のエンジン制御装置は、車両に搭載されるエンジンを冷却水の温度に対応した制御用水温に基づいて制御するエンジン制御装置であって、冷却水の温度を検出する水温検出手段と、前記のエンジンの冷却水温推定装置と、前記水温検出手段の正常時には前記水温検出手段により検出された検出値に基づいて前記エンジンを制御し、前記水温検出手段の故障時には前記エンジンの冷却水温推定装置により推定された推定水温に基づいて前記エンジンを制御する制御手段と、を備えていることを特徴としている。

20

【発明の効果】

【0014】

(1) 本発明のエンジンの冷却水温推定装置によれば、冷却水温推定手段に備えられ、エンジンの停止中の冷却水温を推定する停止中水温推定手段が、冷却水温と吸気温度との偏差と、エンジン停止中に冷却水温が吸気温度と一致するまでに要する時間である水温収束時間との対応関係を記憶していて、エンジン停止中の冷却水温と吸気温度との偏差と、エンジンが停止した時からのエンジン停止時間により、記憶された対応関係を用いて、エンジン停止中の推定水温を算出することにより、エンジン停止中の冷却水温を適正に推定することができる。

30

【0015】

(1) このとき、対応関係を用いて、偏差に対応した水温収束時間である第1水温収束時間を求め、第1水温収束時間からエンジン停止時間を減算して第2水温収束時間を求め、第2水温収束時間に対応した偏差から推定水温を求めるので、容易に冷却水温を推定することができる。

(2) 対応関係として吸気温度に関わらず単一のものを用いれば、対応関係にかかる記憶容量を抑え、シンプルに冷却水温を推定できるようにしながら、冷却水温を適正に推定することができる。

【0016】

(3) さらに、停止中の冷却水温の推定はエンジン始動時に行うことで、停止中も所定周期で常に演算する場合よりも演算負荷を低減することができる。

40

(4) エンジンの運転時に上昇する冷却水温を推定する上昇時水温推定手段をそなえ、エンジンの運転状態に基づいて冷却水温の推定値を算出し、エンジンの運転状態に基づいて冷却水温の上限値を設定して、推定値を上限値により上限規制して推定水温を得ると、推定水温が実際の水温よりも過剰に高くなることが回避され、エンジン停止中の冷却水温を適正に推定することができる。

【0017】

(5) また、本発明のエンジン制御装置によれば、水温検出手段の正常時には水温検出手段により検出された検出値に基づいて適切にエンジンを制御し、水温検出手段の故障時にはエンジンの冷却水温推定装置により推定された推定水温に基づいて適切にエンジンを制

50

御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジン並びにその冷却水温推定装置及びその制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置における停止中水温推定に用いる対応関係（冷却水温と吸気温度との偏差と、エンジン停止中に冷却水温が吸気温度と一致するまでに要するエンジン停止時間との対応関係）を説明するグラフである。

【図3】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置における停止中水温推定のマップを説明する図であり、（a）は図2の対応関係を示すグラフであり、（b）は（a）のグラフを変換操作したグラフであり、（c）は（b）のグラフを変換操作したグラフ（マップ）である。

10

【図4】本発明の第1実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置における第1の運転中水温推定手段により得られた複数のエンジン回転速度における推定水温（上制限なし）の推移を実水温の推移と比較して示す図であり、（a），（b），（c）はそれぞれ異なるエンジン負荷状態（充填効率の状態）における各推移を示す。

【図5】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置におけるヒータの作動非作動による水温推定の切替の意義を説明する実水温の推移の違いを示す図であり、（a）はヒータ非作動の場合を示し、（b）はヒータ作動の場合を示す。

20

【図6】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による水温推定を説明するメインフローチャートである。

【図7】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による停止中水温推定を説明するサブルーチンのフローチャートである。

【図8】本発明の第1実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による運転中水温推定（その1）を説明するサブルーチンのフローチャートである。

【図9】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による運転中水温推定にかかる上限値の設定を説明するサブルーチンのフローチャートである。

【図10】本発明の第1及び第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による水温推定を説明するタイムチャートである。

30

【図11】本発明の第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置における第2の運転中水温推定手段により得られた複数のエンジン負荷状態（充填効率の状態）における推定水温（上制限なし）の推移を実水温の推移と比較して示す図であり、（a），（b），（c）はそれぞれ異なるエンジン回転速度における各推移を示す。

【図12】本発明の第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置における第2の運転中水温推定手段で用いるフィルタゲイン及び最終到達水温をエンジンの運転状態に対応させて示す図であり、（a）は第1の一次遅れフィルタのフィルタゲインを示し、（b）は第2の一次遅れフィルタのフィルタゲインを示し、（c）は最終到達水温を示す。

【図13】本発明の第2実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置による運転中水温推定（その2）を説明するサブルーチンのフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

図1は第1及び第2実施形態にかかる装置構成を示すブロック図であり、図2，図3，図5，図6は第1及び第2実施形態にかかる水温推定を、図4は第1実施形態にかかる水温測定をそれぞれ説明するグラフであり、図6，図7，図9は第1及び第2実施形態にかかる水温推定を、図8は第1実施形態にかかる水温推定をそれぞれ説明するフローチャートであり、図10は第1及び第2実施形態にかかる水温推定を説明するフローチャートである。また、図11，図12は第2実施形態にかかる水温推定を説明するグラフであり、図13は第2実施形態にかかる水温推定を説明するフローチャートである。これらの図を

50

用いて本実施形態を説明する。

【0020】

[第1実施形態]

[1. エンジン及びエンジン制御装置の構成]

まず、図1を参照して、第1実施形態にかかるエンジン並びにその冷却水温推定装置及びその制御装置の構成を説明する。図1に示すように、車両に搭載されたエンジン1は、シリンダブロック2とシリンダヘッド3とを備え、シリンダブロック2には、シリンダ4が形成され、シリンダ4の周囲にはウォータジャケット5が形成されている。シリンダ4内にはピストン6が摺動自在に装備され、ピストン6はコネクティングロッド7を介してクランク軸8と連結されている。シリンダ4内のピストン6の上部には燃焼室9が形成される。図1はエンジンの1つのシリンダ4に着目した断面図であり、シリンダ4は複数並んで設けられている。

10

【0021】

シリンダヘッド3には、燃焼室9に開口する吸気ポート11及び排気ポート12が形成され、吸気ポート11には吸気弁13が、排気ポート12には排気弁14が装備されている。シリンダヘッド3の燃焼室9の頂部には、燃焼室9に向けて点火プラグ10が配設される。吸気ポート11の上流には、吸気管15及び吸気マニホールド16が接続され、これらの吸気通路15、16には上流からエアフィルタ17、スロットル弁18、インジェクタ20が装備される。排気ポート12の下流には、排気マニホールド19及び図示しない排気管が接続されている。

20

【0022】

また、吸気管15の上流部にはエアフローセンサ21が設けられ、スロットル弁18にはスロットル開度センサ22が設けられている。さらに、シリンダブロック2はウォータジャケット5の近傍等にウォータジャケット5内を流通する冷却水(クーラント)の温度(実水温)を検出する水温センサ(水温検出手段)23が装備され、クランク軸8の近傍等にはクランク角度を検出するクランク角センサ24が設けられ、このクランク角センサ24は、エンジンの回転速度を検出する回転速度検出手段としても機能する。

【0023】

なお、ウォータジャケット5内の冷却水は、図示しないラジエータを備えた冷却水循環回路内を循環し、エンジン冷却により加温されて所定の温度域に達したら、例えばサーモスタット等を用いた公知の技術によりラジエータによる放熱が調整され適当な温度範囲に管理される。

30

さらに、例えば車輪速から車両の車速を検出する車速センサ(車速検出手段)25や、車両の周囲の外気の温度 T_{out} を検出する外気温センサ26が装備される。エンジン1への吸気の温度 T_{ia} は外気温度 T_{out} に相当するので、外気温センサ26は外気温度検出手段及び吸気温度検出手段として機能する。また、車両のアクセルペダルの踏み込み量を検出するアクセル開度センサ(アクセル開度検出手段)27も装備されている。

【0024】

エンジン1は、このような各センサ類21~27をはじめとしたエンジン1の運転状態を検出する運転状態検出手段からの情報に基づいて、エンジン制御装置(エンジンECU)50によって制御される。このエンジンECU50は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵されたROM(記憶媒体)に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じてインジェクタ20による燃料噴射量や燃料噴射タイミング、点火プラグ10による点火時期等を制御する。

40

【0025】

エンジンECU50では、エンジンの各制御に、エンジン回転数(エンジン回転速度) N_e とエンジン負荷に相当する充填効率 E_c を用いている。充填効率 E_c は、吸気行程(ピストン16が上死点から下死点に移動するまでの一行程)の間にシリンダ4内に充填される空気の体積を標準状態での気体体積に正規化したのちシリンダ容積で除算したものであり、例えば、クランク角センサ24によるクランク角検出情報と、エアフローセンサ2

50

1 による吸入空気量の検出情報とから算出することができる。

【0026】

また、エンジン制御のうち、燃料噴射量等の燃料噴射制御を行なうために、エンジン ECU 50 には、燃料噴射制御部 60 が設けられている。燃料噴射制御部 60 では、主として、エンジン回転数 N_e と充填効率 E_c と冷却水の水温 T_w とに基づいて燃料噴射を制御する。また、燃料噴射制御部 60 には、エンジン 1 の作動中にエンジンの運転状態に応じて燃料噴射を停止（カット）する燃料カット制御部 61 が設けられている。

【0027】

つまり、燃料カット制御部 61 では、燃料カット条件が成立すると燃料噴射を停止する燃料カットを行ない、この燃料カット時に、燃料噴射復帰条件が成立すると燃料噴射を再開する。

10

燃料カット条件は、例えば、エンジン回転数 N_e が所定回転数 N_{e01} 以上であって、且つ、エンジン 1 がオフアイドル状態からアイドル状態に切り替わったこと（又は、エンジン 1 への負荷要求がなくなったこと）として規定される。また、燃料噴射復帰条件は、例えば、エンジン回転数 N_e が所定回転数 N_{e02} ($N_{e02} < N_{e01}$) 以下となるか、又は、エンジン 1 がアイドル状態からオフアイドル状態に切り替わったこと（又は、エンジン 1 への負荷要求が発生したこと）として規定される。

【0028】

なお、オフアイドル状態かアイドル状態かはスロットル開度センサ 22 の検出値から判定することができ、スロットル開度センサ 22 により検出されたスロットル開度が全閉（0 又は最小値）であればアイドル状態と判定し、そうでなければオフアイドル状態と判定することができる。また、エンジン 1 への負荷要求はアクセル開度センサ 27 の検出値から判定することができ、アクセル開度センサ 27 により検出されたアクセル開度が全閉（0 又は最小値）であれば負荷要求なしと判定し、そうでなければ負荷要求なしと判定することができる。

20

【0029】

〔2. 冷却水温推定装置の構成〕

ところで、エンジン冷却水温（実水温） T_{wr} は、水温センサ 23 により検出しているが、この水温センサ 23 が故障（フェール）した場合に備えて、本車両には、冷却水温推定装置が装備される。この冷却水温推定装置は、エンジン 1 の運転状態を検出する種々のセンサ類（運転状態検出手段）と、これらのセンサ類により検出されたエンジン 1 の運転状態に基づいてエンジン 1 の冷却水温を推定する冷却水温推定部（冷却水温推定手段）51 と、を備えている。本実施形態では、冷却水温推定部 51 はエンジン ECU 50 の機能要素として備えられている。

30

【0030】

冷却水温推定部 51 は、エンジン 1 の運転中の冷却水温を推定する運転中水温推定部（運転中水温推定手段）52 と、エンジン 1 の停止中の冷却水温を推定する停止中水温推定部（停止中水温推定手段）53 と、燃料カット時に冷却水温の推定値の演算を停止し、燃料カット直前に得られた推定水温を保持する推定水温保持部（推定水温保持手段）54 と、を有している。

40

【0031】

〔2. 1 停止中水温推定〕

エンジン 1 の始動時には、まず、停止中水温推定部 53 により、エンジン 1 の停止中に下降した冷却水温を推定する。停止中水温推定部 53 は、推定した冷却水温（推定水温） T_{we} と検出した吸気温度 T_{ia} との偏差 ΔT と、エンジン 1 の停止により冷却水温 T_{wr} が低下し吸気温度 T_{ia} と一致するまでに要するエンジン停止時間である水温収束時間 t_{cs} との対応関係が記憶された対応関係記憶部 53a と、この対応関係記憶部 53a に記憶された対応関係を用いて、エンジン始動時の推定水温 T_{we} を算出する停止中水温算出部 53b とを有している。

【0032】

50

図2は、対応関係記憶部53aに記憶された対応関係を説明する図であり、図中、細実線の曲線で囲んだ領域は、あるエンジンAにおいて、外気温が極低温～高温の状態での偏差 ΔT と水温収束時間 t_{cs} との対応データの存在領域を示し、破線の曲線で囲んだ領域は、別のエンジンBにおいて、外気温が中温の状態での偏差 ΔT と水温収束時間 t_{cs} との対応データの存在領域を示し、太実線の曲線で囲んだ領域は、さらに別のエンジンCにおいて、外気温が極高温の状態での偏差 ΔT と水温収束時間 t_{cs} との対応データの存在領域を示す。

【0033】

なお、各対応データの存在領域は、エンジンを停止した時点の偏差 ΔT を、図中の曲線L上付近に乗るようにプロットし、その後の経過時間（エンジン停止後経過時間）と共に減少する偏差 ΔT を経過時間に応じて横軸（時間軸）にシフトさせてプロットしたものを、複数集めたものの存在領域である。図示するように、条件が変わっても、偏差 ΔT と水温収束時間 t_{cs} とは図中の曲線L付近に沿うように並ぶことがわかる。これより、種々のエンジンにおいて、偏差 ΔT と水温収束時間 t_{cs} との関係を共通の曲線Lに代表させることができることがわかる。

【0034】

図3(a)はこの曲線Lを示すが、曲線Lはエンジン停止時間が経過すると偏差 ΔT が次第に減少し、やがて、偏差 ΔT が0（即ち、冷却水温 T_{wr} と吸気温度 T_{ia} とが一致する）になる。つまり、偏差 ΔT が0となるエンジン停止後経過時間が存在する。そこで、偏差 ΔT が0となるエンジン停止後経過時間を横軸に、曲線Lを変換すると、図3(b)に示す曲線L1のようなになる。図中に横軸から上方に曲線L1までの矢印が、各偏差 ΔT が0になる（冷却水温 T_{wr} と吸気温度 T_{ia} とが一致する）までに必要なエンジン停止時間を示す。図3(b)の各偏差 ΔT が0になるまでに必要なエンジン停止時間を横軸にし、対応する各偏差 ΔT を縦軸にし、曲線L1を変換すると図3(c)に示す曲線L2のようなになる。

【0035】

ここでは、この図3(c)に示す曲線L2を用いてエンジン始動時の推定水温 T_{we} を算出する場合を説明する。エンジン停止時点の偏差 ΔT が ΔT_0 であって、その後、時間 t_1 だけエンジン1が停止した後、エンジン1が始動されたものとする、偏差 ΔT が ΔT_1 となる曲線L2上の点の時間を基準に、時間 t_1 だけ変位した曲線L2上の点の偏差 ΔT_1 を求めることができる。がこの差 ΔT_1 がエンジン1の始動時点における吸気温度 T_{ia} と推定水温 T_{we} との偏差であるので、推定水温 T_{we} は吸気温度 T_{ia} を差 ΔT_1 により補正（ $T_{we} = T_{ia} + \Delta T_1$ ）して求めることができる。つまり、この差 ΔT_1 を加算補正量として用いることができる。

【0036】

同様に、時間 t_2 だけエンジン1が停止した後、エンジン1が始動されたものとする、偏差 ΔT が ΔT_2 となる曲線L2上の点の時間を基準に、時間 t_2 だけ変位した曲線L2上の点の偏差 ΔT_2 を求めることができる。がこの差 ΔT_2 がエンジン1の始動時点における吸気温度 T_{ia} と推定水温 T_{we} との偏差であるので、推定水温 T_{we} は吸気温度 T_{ia} を差 ΔT_2 により補正（ $T_{we} = T_{ia} + \Delta T_2$ ）して求めることができる。この場合、この差 ΔT_2 を加算補正量として用いることができる。

【0037】

〔2-2. 運転中水温推定（その1）〕

エンジン1の始動時には、停止中水温推定部53により、エンジン1の停止中に下降した冷却水温を推定し、その後は、運転中水温推定部52により、エンジン1の運転に伴い上昇する冷却水温を推定する。

運転中水温推定部52は、エンジンの運転状態に基づいて冷却水温の推定値を算出する推定値算出部52aと、エンジンの運転状態に基づいて冷却水温の上限値を設定する上限値設定部52bと、推定値算出部52aにより算出された推定値を上限値設定部52bにより設定された上限値により上限規制して推定水温を得る推定値補正部52cと、を有し

10

20

30

40

50

ている。

【0038】

本実施形態の推定値算出部52aでは、図4(a)～図4(c)に白丸、黒丸、白四角の各マークにより示すように、前回の推定水温の値(推定値)に温度加算ゲインGを加算していくことにより今回の推定水温の値(推定値)を演算する。

図4(a)～図4(c)は充填効率Ecが低レベルEc1(Ec低)、中レベルEc2(Ec中)、高レベルEc3(Ec高)の各場合において、エンジン回転数Neが低レベルNe1(Ne低)、中レベルNe2(Ne中)、高レベルNe3(Ne高)のそれぞれのエンジン水温の推移を示すタイムチャートである。各図において、実線、破線、一点鎖線の各曲線は検出値を示し、白丸、黒丸、白四角の各マークは、推定水温を示す。推定水温は、停止中水温推定部53で推定された推定水温を初期値として、所定周期毎に温度加算ゲインを加算していく。

10

【0039】

図4に示す例では、各エンジン負荷状態(充填効率Ec)毎に一定の温度加算ゲインG(固定G)を順次加算しているが、推定値算出部52aでは、温度加算ゲインGをエンジンの運転状態(ここでは、エンジンの回転数Neとエンジン負荷状態(充填効率Ec))に基づいて設定して、推定値を演算する。

ただし、図4(a)～図4(c)からもわかるように、水温検出値、つまり、実際の水温は、時間と共に上昇するが、運転状態に応じた時間が経過すれば一定温度で頭打ちになるのに対して、水温推定値は、実際の水温が頭打ちになった後も時間と共に上昇する。したがって、水温推定値と実水温値との乖離が発生する。

20

【0040】

そこで、推定値補正部52cによって、推定値算出部52aにより算出された推定値を上限值設定部52bにより設定された上限値Twmaxにより上限規制して推定水温を得ている。

上限値設定部52bでは、実際の水温が頭打ちになる温度に着目して上限値Twmaxを設定する。本実施形態では、エンジン回転数Neと、充填効率Ecと、外気温度Toutと、車速Vとに基づいて上限値Twmaxを設定する。図4(a)～図4(c)からわかるように、水温が頭打ちになる温度は、エンジン回転数Neと充填効率Ecとに応じて微妙に変化するが、当然ながら外気温度Toutと車速Vとによっても変化する。

30

【0041】

つまり、エンジン回転数Neや充填効率Ecが高いほど上限値Twmaxが上昇する傾向があり、外気温度Toutが高いほど上限値Twmaxが上昇する傾向があり、車速Vが高いほど空気による冷却が促進され上限値Twmaxが下降する傾向がある。そこで、上限値設定部52bでは、例えば、これらのパラメータNe、Ec、Tout、Vと上限値Twmaxとを対応させたマップをあらかじめ用意し、このマップを用いてパラメータNe、Ec、Tout、Vに基づいて上限値Twmaxを設定する。なお、上限値Twmaxは通常80～90℃程度になるものと考えられる。

運転中水温推定部52では、このように推定値補正部52cによって推定値を上限値Twmaxで上限規制して推定水温Tweを得るので、水温推定Tweの値と実水温Twrの値との乖離が回避又は抑制されるようになっている。

40

【0042】

〔2-3. ヒータ(熱関連機器)の作動非作動による推定変更〕

ところで、車両には、例えば車室内を暖房するヒータ28のように、冷却水との熱交換により作動する機器(熱関連機器)が装備されている。このヒータ28等の熱関連機器が作動すると冷却水の温度も変化する。図5はあるエンジンを始動後アイドル状態に放置した場合の冷却水の実水温(水温検出値)及び運転中水温推定部52による推定水温(水温推定値)の推移を示す図である。図5(a)はヒータ28の非作動時のもので、図5(b)はヒータ28の非作動時のものである。なお、既に説明した図4に示す例はいずれもヒータ28の非作動時のものである。

50

【0043】

図5(a)、図5(b)に示すように、ヒータ28が作動するとヒータ28が非作動の場合に比べて、水温検出値の上昇速度は低下し、また、水温上昇が頭打ちとなる最大値も低下することが裏付けられる。したがって、ヒータ非作動時の水温推定値の推定水温をそのままヒータ作動時に適用すると、推定水温と実水温との乖離が大きくなる。そこで、運転中水温推定部52では、ヒータ28が作動する場合とヒータ28が作動していない場合とで異なる対応関係を用いて、エンジン運転状態に対する推定水温の値を算出するようにしている。

【0044】

つまり、推定値算出部52aは、ヒータ作動時には、第1及び第2の一次遅れフィルタのフィルタゲインをヒータ非作動時よりも低下させ、最終到達水温もヒータ非作動時よりも低下させている。また、上限値設定部52bでも、上限値をヒータ非作動時よりも低下させている。

なお、本実施形態の推定値算出部52aでは、温度加算ゲインGをエンジンの運転状態（エンジン回転数 N_e と充填効率 E_c ）に基づいて設定するが、ヒータ作動時とヒータ非作動時とで異なるマップ（ヒータ作動時の方がヒータ非作動時よりも温度加算ゲインGを小さくしたマップとなる）を用意すればよい。或いは、例えばヒータ非作動時のマップのみを用意し、ヒータ作動時にはヒータ非作動時のマップで得られた各値に所定のゲイン（ <1 ）を乗算してフィルタゲインや最終到達水温や上限値を求めるようにしても良い。

【0045】

なお、ヒータ28の場合は、冷却水からヒータへの熱伝達に限定されるので、熱関連機器（ヒータ）の作動時には、温度加算ゲインGや最終到達水温や上限値を非作動時の値よりも低下させるが、もしも、熱関連機器から冷却水へ熱伝達する熱関連機器の場合には、熱関連機器の作動時には各値を非作動時の値よりも上昇させることになる。

【0046】

〔3. 作用及び効果〕

本実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置は上述のように構成されているので、例えば、図6～図9のフローチャートに示すように、エンジンの冷却水温の推定が行われる。なお、これらのフローチャートは、エンジン1の作動中のみならず非作動中にも、予め設定された制御周期で繰り返して実施されるものとする。なお、フローチャートに記載のフラグFは前回の制御周期で、エンジン1が作動していれば1とされ、エンジン1が停止していれば0とされ、初期値は0とされる。

【0047】

〔3-1. メインフローチャート〕

図6に示すように、エンジン1が作動しているか否かを判定し（ステップA10）、エンジン1が作動していれば、フラグFが0であるか否かを判定する（ステップA20）。エンジン1の作動及び停止は、例えば、エンジン回転数 N_e が判定基準値 N_{e0} 以上か否かで判定することができる。

【0048】

ステップA20において、フラグFが0であると判定されると、前回の制御周期でエンジン1が停止していて今回の制御周期でエンジン1が始動した場合に相当し、この場合には、停止中水温推定部53により停止中水温 T_{we} を推定する（ステップA30）。そして、フラグFを1にセットする（ステップA40）。この停止中水温 T_{we} の推定処理については後述する。

【0049】

ステップA20において、フラグFが1であると判定されると、燃料カット中であるか否かを判定する（ステップA50）。ここで、燃料カット中でなければ、運転中水温推定部52により運転中水温 T_{we} を推定する（ステップA60）。この運転中水温 T_{we} の推定処理については後述する。一方、燃料カット中であれば、推定水温保持部54により前回の推定水温 T_{we} を保持する（ステップA70）。

【0050】

また、ステップA10において、エンジン1が作動していない（停止中である）と判定されると、フラグFが1であるか否かを判定する（ステップA80）。ここで、フラグFが1であれば、前回の制御周期でエンジン1が作動していて今回の制御周期でエンジン1が停止した場合に相当し、この場合には、停止中水温推定部53により停止中水温推定用データとしてこの時の推定水温 T_{we} 及び吸気温 T_{ia} 、又は推定水温 T_{we} と吸気温 T_{ia} との偏差 $\Delta T_e (= T_{we} - T_{ia})$ を記憶する（ステップA90）。そして、フラグFを0にセットする（ステップA100）。

【0051】

ここでは、この後のエンジン停止中にも、制御周期毎にステップA10、A80の処理が行なわれるが、この図6のフローチャートに示す処理を、エンジン始動をトリガーに開始し、エンジン停止後には終了するように構成しても良い。この場合、ステップA80を省略し、且つ、ステップA100を経たら制御終了とすればよい。

10

【0052】

〔3-2. 停止中水温推定のサブルーチンフローチャート〕

ステップA30における停止中水温推定部53による停止中水温の推定は、図7に示すように行われる。

つまり、まず、このエンジン始動前のエンジン停止時点における推定水温 T_w と吸気温 T_{ia} との偏差 ΔT_e と、エンジン停止時点からの経過時間 t_e とを読み込む。停止中水温推定部53にエンジン停止時点における偏差 ΔT_e が記憶されていればそのまま偏差 ΔT_e を読み込み、停止中水温推定部53にエンジン停止時点における推定水温 T_{we} 及び吸気温 T_{ia} が記憶されていれば偏差 ΔT_e を算出し読み込む（ステップA31）。

20

【0053】

次に、図3（c）に示すマップから、読み込んだ偏差 ΔT_e に対応した水温収束時間 t_{ce} を読み込む（ステップA32）。次に、水温収束時間 t_{ce} から経過時間 t_e を減算して現時点の水温収束時間 t_{cs} を算出する（ステップA33）。なお、水温収束時間 t_{cs} が負になる場合（ $t_{cs} < 0$ ）には、水温収束時間 t_{cs} を0とする。

そして、図3（c）に示すマップから、現時点の水温収束時間 t_{cs} に対応した偏差 ΔT_s を読み込む（ステップA34）。さらに、現時点の吸気温 T_{ia} に偏差 ΔT_s を加算して現時点の推定水温（停止中推定水温） T_{ws} を算出する（ステップA35）。この停止中推定水温 T_{ws} を推定水温 T_{we} の初期値として記憶する（ステップA36）。

30

【0054】

〔3-3. 運転中水温推定のサブルーチンフローチャート〕

ステップA60における運転中水温推定部52による運転中水温の推定は、図8に示すように行われる。

つまり、まず、上限値設定部52bにおいて推定水温の上限値 T_{wmax} を設定する（ステップA61）。

【0055】

この上限値 T_{wmax} の設定は、図9に示すように、まず、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c 、外気温度 T_{out} 、車速 V を読み込んで（ステップA611）、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c 、外気温度 T_{out} 、車速 V に応じて例えばマップ等によって推定水温の上限値 T_{wmax} を設定する（ステップA612）。

40

そして、図8に示すように、推定値算出部52aにおいて、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c を読み込んで（ステップA62）、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c に応じて例えばマップ等によって温度加算ゲイン T_{wg} を設定する（ステップA63）。さらに、前回の推定水温値 $T_{we}(n-1)$ に温度加算ゲイン T_{wg} を加算していくことにより今回の推定水温値 $T_{we}(n)$ を演算する（ステップA64）。

【0056】

さらに、推定温度 $T_{we}(n)$ を上限値 T_{wmax} で制限して、最終的な推定温度 $T_{we}(n)$ を得る。つまり、推定温度 $T_{we}(n)$ が上限値 T_{wmax} 以下であれば推定温度 T

50

$w e(n)$ をそのまま採用し、推定温度 $T w e(n)$ が上限値 $T w_{max}$ よりも大きければ、上限値 $T w_{max}$ を推定温度 $T w e(n)$ とする（ステップ A 6 5）。

また、ヒータ 2 8 等の熱関連機器の作動時と非作動時とでは、異なるマップ等を用いて異なる対応関係で推定温度 $T w e(n)$ を算出する。したがって、ヒータ 2 8 等の熱関連機器の作動時と非作動時とでは、異なる大きさの推定温度 $T w e(n)$ となる。

【0057】

〔3-4. タイムチャート〕

図 10 は冷却水温の推定例を示すタイムチャートであり、この例では、車両がハイブリッド電気自動車であり、エンジン単独走行、エンジンモータ併用走行、モータ単独走行をそれぞれできるものとする。したがって、モータ単独走行時には、キースイッチ（イグニッションスイッチを含む）がオンであってもエンジンが停止する。

10

【0058】

図 10 に示すように、キースイッチがオン操作されてエンジンが始動すると（時点 t_1 ）、この時の推定水温の初期値（停止中推定水温）が読み込まれる。この場合、エンジン停止時間が長く、初期値には吸気温が採用されている。その後、運転中の推定水温が逐次推定されるがこの運転中の推定水温は上限値で制限される。モータ単独走行に移行すると（時点 t_2 ）、エンジンが停止するので、停止中推定水温 $T w e$ が推定される。

【0059】

まず、エンジン停止時点の推定水温 $T w e$ と吸気温 $T i a$ との偏差 $\Delta T e_2 (= T w e - T i a)$ が記憶される。この偏差 $\Delta T e_2$ に対応して水温収束時間が求められるが、水温収束時間は、エンジン停止時間が長く経過するほど短くなる。その後、エンジンが始動すると（時点 t_3 ）、この時の水温収束時間に対応した偏差 $\Delta T e_3$ である補正量（加算補正量）を求め、その時点の吸気温 $T i a$ に補正量を加算して、推定水温の初期値（停止中推定水温）を設定する。

20

【0060】

その後、運転中の推定水温が逐次推定されるがこの運転中の推定水温は上限値で制限される。そして、キースイッチがオフ操作されると（時点 t_4 ）、エンジンが停止し、再び停止中推定水温が推定される。つまり、エンジン停止時点の推定水温 $T w e$ と吸気温 $T i a$ との偏差 $\Delta T e_4$ が記憶され、この偏差 $\Delta T e_4$ に対応して水温収束時間が求められる。水温収束時間は、エンジン停止時間が長く経過するほど短くなり、エンジンが始動すると（時点 t_5 ）、この時の水温収束時間に対応した偏差 $\Delta T e_5$ である補正量（加算補正量）を求め、その時点の吸気温 $T i a$ に補正量を加算して、推定水温の初期値（停止中推定水温）を設定する。ここでは、エンジン停止時間が長く、補正量 $\Delta T e_5$ は 0 となり初期値には吸気温が採用されている。

30

【0061】

〔3-5. 効果〕

このようにして、本実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置によれば、エンジンの運転中において、上限値 $T w_{max}$ により上限規制して推定温度 $T w e(n)$ を得るので、推定水温 $T w e(n)$ が実際の水温よりも過剰に高くなることが回避され、温度上昇時の冷却水温を適正に推定することができる。

40

【0062】

また、ヒータ 2 8 等の熱関連機器の作動時と非作動時とでは、異なるマップ等を用いて推定温度 $T w e(n)$ を算出することにより、冷却水温を適正に推定することができる。

また、エンジン 1 の回転数 $N e$ と充填効率（エンジン負荷状態） $E c$ と外気温度 T_{out} と車速 V とに基づいて上限値 $T w_{max}$ を設定することにより、推定水温 $T w e$ が過剰に高くなることが適切に抑えられ、冷却水温を適正に推定することができる。

【0063】

また、エンジン 1 の回転数 $N e$ と充填効率（エンジン負荷状態） $E c$ とに基づいて、最終到達水温 $T w_a$ と第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインとを設定し、最終到達水温 $T w_a$ に対して第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタによる処理をそれぞれ実施して

50

推定値 T_{we} を演算するので、容易に且つ適正に冷却水温を推定することができる。

さらに、エンジン 1 への燃料カット時に推定値の演算を停止し、燃料カット直前に得られた推定水温 T_{we} を保持すれば、燃料カット時にも容易に且つ適正に冷却水温を推定することができる。

【0064】

また、停止中水温推定 53 は、エンジン停止後のエンジン始動時にエンジン 1 の停止に伴い下降する冷却水温を推定する際に、冷却水温 T_{we} と吸気温度 T_{ia} との偏差 ΔT_e と、エンジン停止後に冷却水温が低下し吸気温度 T_{ia} と一致するまでに要するエンジン停止時間である水温収束時間 t_{cs} との対応関係が記憶していて、エンジン停止時に、この時点に得られた推定水温 T_{we} と検出された吸気温度 T_{ia} との偏差 ΔT_e と、エンジン停止時からエンジン始動時までの経過時間 T_e とから、記憶された対応関係を用いて、エンジン停止中の推定水温を算出することにより、次回エンジン始動時の冷却水温を適正に推定することができる。

10

【0065】

このとき、偏差 ΔT_e と時間との対応関係を用いて、偏差 ΔT_e に対応した水温収束時間 t_{cs} である第 1 水温収束時間を求め、第 1 水温収束時間からエンジン停止時からエンジン始動時までの経過時間を減算して第 2 水温収束時間を求め、第 2 水温収束時間に対応した偏差から推定水温を求めれば、容易に冷却水温を推定することができる。

偏差 ΔT_e と時間との対応関係として吸気温度に関わらず単一のものを用いれば、対応関係にかかる記憶容量を抑え、シンプルに冷却水温を推定できるようにしながら、冷却水温を適正に推定することができる。

20

【0066】

また、本エンジン制御装置よれば、水温センサ 23 の正常時には水温センサ 23 により検出された検出値 T_{wr} に基づいて燃料噴射量等のエンジン制御を適切に実施し、水温センサ 23 の故障時にはエンジンの冷却水温推定部 51 により推定された推定水温 T_{we} に基づいて燃料噴射量等のエンジン制御を適切に実施することができる。

【0067】

[第 2 実施形態]

次に、図 11 ～ 図 13 を参照して、第 2 実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置を説明する。なお、本実施形態の冷却水温推定装置は、運転中水温推定部 52 の推定値算出部 52a による推定値の具体的な算出手法が第 1 実施形態のものと異なっており、他の構成は、第 1 実施形態のものと同様である。そこで、推定値算出部 52a による推定値の算出手法のみを説明する。

30

【0068】

[4. 冷却水温推定装置の構成]

[4-1. 運転中水温推定 (その 2)]

本実施形態の推定値算出部 52a では、エンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に基づいて、冷却水をラジエータによって放熱処理しない場合の最終到達水温 T_{wa} を設定し、この最終到達水温 T_{wa} に対して第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタによる処理をそれぞれ実施することにより推定値 T_{wa2} を演算する。この場合、第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインを適宜設定する必要がある。

40

【0069】

本実施形態にかかる推定値算出部 52a では、第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインを、エンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に基づいて設定している。

また、本実施形態にかかる推定値算出部 52a では、最終到達水温についても、エンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に基づいて設定している。

図 12 (a) は第 1 の一次遅れフィルタのフィルタゲインをエンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に応じて設定された例を示し、図 12 (b) は第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインをエンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に応じて設定された例を示し、図 12 (c) は最終到達水温をエンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に応じて設定された例を示

50

す。

【0070】

なお、図12(a)～図12(c)に示す例では、エンジン回転数 N_e を、低レベル N_{e1} (N_e 低)、中レベル N_{e2} (N_e 中)、高レベル N_{e3} (N_e 高)の3つに分けて、充填効率 E_c を、低レベル E_{c1} (E_c 低)、中レベル E_{c2} (E_c 中)、高レベル E_{c3} (E_c 高)の3つに分けて、フィルタゲイン或いは最終到達水温をそれぞれ設定している。

【0071】

このように、エンジン回転数 N_e 及び充填効率 E_c に基づいて、第1及び第2の一次遅れフィルタのフィルタゲイン及び最終到達水温 T_{wa} を設定し、最終到達水温 T_{wa} に対して第1及び第2の一次遅れフィルタによる処理をそれぞれ実施して、水温の推定値 T_{we} ($=T_{wa2}$)を算出すると、図11(a)～図11(c)のそれぞれのタイムチャートに、細実線、細破線、細一点鎖線の各曲線で示すように推定値が得られる。

10

【0072】

なお、図11(a)～図11(c)は、エンジン回転数 N_e が異なる場合を例示しており、図11(a)はエンジン回転数 N_e が低レベル N_{e1} (N_e 低)の場合の水温値を、図11(b)はエンジン回転数 N_e が中レベル N_{e2} (N_e 中)の場合の水温値を、図11(c)はエンジン回転数 N_e が高レベル N_{e3} (N_e 高)の場合の水温値を、それぞれ示す。

【0073】

20

また、図11(a)～図11(c)において、太実線は充填効率 E_c が低レベル E_{c1} (E_c 低)の場合の水温検出値を、太破線は充填効率 E_c が中レベル E_{c2} (E_c 中)の場合の水温検出値を、太一点鎖線は充填効率 E_c が高レベル E_{c3} (E_c 高)の場合の水温検出値を、それぞれ示す。また、細実線は充填効率 E_c が低レベル E_{c1} (E_c 低)の場合の水温推定値を、細破線は充填効率 E_c が中レベル E_{c2} (E_c 中)の場合の水温推定値を、細一点鎖線は充填効率 E_c が高レベル E_{c3} (E_c 高)の場合の水温推定値を、それぞれ示す。

【0074】

各エンジン回転数域において、且つ、充填効率 E_c の各レベルにおいて、水温推定値が水温検出値に極めて近似することがわかる。このよう近似させるには、上記の第1及び第2の一次遅れフィルタのフィルタゲイン及び最終到達水温の設定が重要になるが、予め実験やシミュレーション等を行なってこれらを適正に設定すれば、推定値算出部52aによる上記手法により十分に精度よく水温推定を行なうことができる。

30

【0075】

図11(a)～図11(c)に示す例では、上限値規制をしていないが、本実施形態においても第1実施形態と同様に上限値規制をして推定水温を求めるようになっている。

また、ヒータ28等の熱関連機器の作動時と非作動時とは、異なるマップ等を用いて異なる対応関係で推定温度 T_{we} を算出する。したがって、ヒータ28等の熱関連機器の作動時と非作動時とは、異なる大きさの推定温度 T_{we} となる。

【0076】

40

つまり、推定値算出部52aは、ヒータ作動時には、第1及び第2の一次遅れフィルタのフィルタゲインをヒータ非作動時よりも低下させ、最終到達水温もヒータ非作動時よりも低下させている。また、上限値設定部52bでも、上限値をヒータ非作動時よりも低下させている。

【0077】

〔5. 作用及び効果〕

本実施形態にかかるエンジンの冷却水温推定装置は上述のように構成されているので、図6のステップA60における上昇時水温推定部52による上昇時水温の推定は、図13に示すように行われる。

【0078】

50

つまり、まず、上限値設定部 5 2 b において推定水温の上限値 T_{wmax} を設定する（ステップ A 6 1）。この上限値 T_{wmax} の設定は、前述の図 9 に示すように行なわれるので説明は省略する。

そして、推定値算出部 5 2 a において、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c を読み込んで（ステップ A 1 6 2）、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c に応じて例えばマップ等によって最終到達水温 T_{wa} を設定する（ステップ A 1 6 3）。さらに、エンジン回転数 N_e 、充填効率 E_c に応じて例えばマップ等によって第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインを設定する（ステップ A 1 6 4）。

【0079】

また、下降時水温推定部 5 3 により推定され記憶されている推定水温 T_{we} を初期値として、最終到達水温 T_{wa} を第 1 の一次遅れフィルタによりフィルタリング処理して（ステップ A 1 6 5）、さらに、この処理後の水温 T_{wa1} を第 2 の一次遅れフィルタによりフィルタリング処理して（ステップ A 1 6 6）、この処理後の水温 T_{wa2} を今回の推定温度 $T_{we}(n)$ とする（ステップ A 1 6 7）。

【0080】

さらに、推定温度 $T_{we}(n)$ を上限値 T_{wmax} で制限して、最終的な推定温度 $T_{we}(n)$ を得る。つまり、推定温度 $T_{we}(n)$ が上限値 T_{wmax} 位下であれば推定温度 $T_{we}(n)$ をそのまま採用し、推定温度 $T_{we}(n)$ が上限値 T_{wmax} よりも大きければ、上限値 T_{wmax} を推定温度 $T_{we}(n)$ とする（ステップ A 1 6 8）。

なお、ヒータ 2 8 等の熱関連機器の作動時と非作動時とでは、異なるマップ等を用いて異なる対応関係で推定温度 $T_{we}(n)$ を算出する。したがって、ヒータ 2 8 等の熱関連機器の作動時と非作動時とでは、異なる大きさの推定温度 $T_{we}(n)$ となる。

【0081】

このようにして、本実施形態においても第 1 実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

なお、本実施形態では、第 1 及び第 2 の一次遅れフィルタのフィルタゲインや最終到達水温や上限値をエンジン運転状態に対応したマップを用いて算出（設定）しているが、ヒータ作動時とヒータ非作動時とで異なるマップを用意すればよい。或いは、例えばヒータ非作動時のマップのみを用意し、ヒータ作動時にはヒータ非作動時のマップで得られた各値に所定のゲインを乗算してフィルタゲインや最終到達水温や上限値を求めるようにしても良い。

【0082】

[6. その他]

以上本発明の実施形態を説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で上記の実施形態を適宜変更して実施することができる。

例えば、上記実施形態では、冷却水温推定部 5 1 による水温推定を水温センサ 2 3 とは独立して行なっているが、水温センサ 2 3 の正常異常を適切に検出できれば、水温センサ 2 3 が異常になる直前の水温センサ 2 3 の正常な検出値を初期値として冷却水温推定部 5 1 による水温推定を行なっても良い。

【0083】

また、本装置は、種々の自動車に適用することができるだけでなく、自動車以外の車両にも適用が可能である。

【符号の説明】

【0084】

- 1 エンジン
- 2 3 水温センサ（水温検出手段）
- 2 6 外気温センサ（吸気温度検出手段）
- 2 8 ヒータ（熱関連機器）
- 5 0 エンジン制御装置（エンジン ECU）

10

20

30

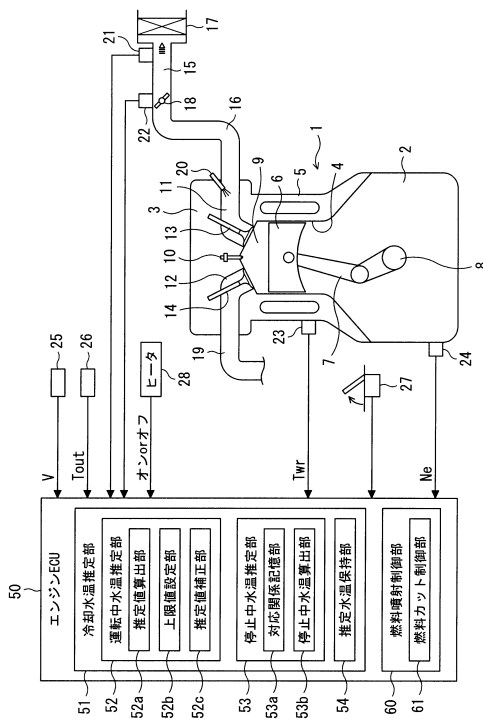
40

50

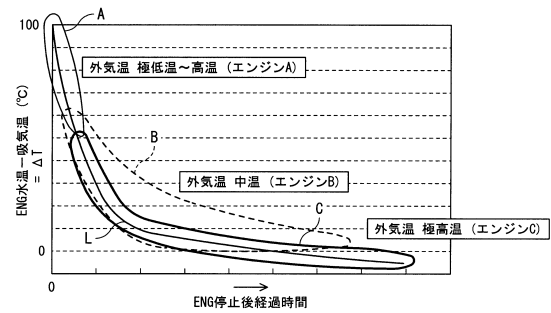
- 5 1 冷却水温推定部（冷却水温推定手段）
- 5 2 運転中水温推定部（運転中水温推定手段）
 - 5 2 a 推定値算出部
 - 5 2 b 上限値設定部
 - 5 2 c 推定値補正部
- 5 3 停止中水温推定部（停止中水温推定手段）
 - 5 3 a 対応関係記憶部
 - 5 3 b 停止中水温算出部
- 5 4 推定水温保持部（推定水温保持手段）
- 6 0 燃料噴射制御部
- 6 1 燃料カット制御部

10

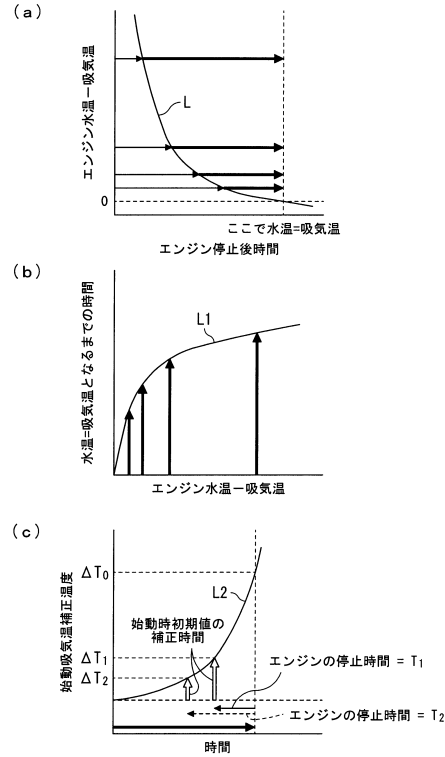
【図 1】



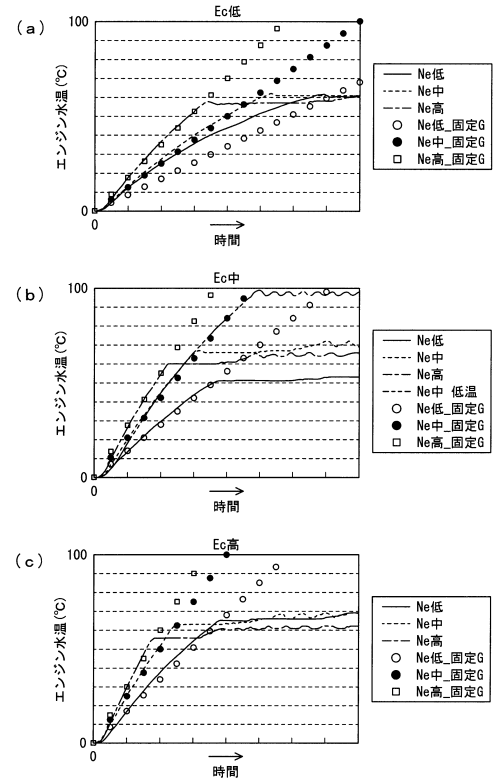
【図 2】



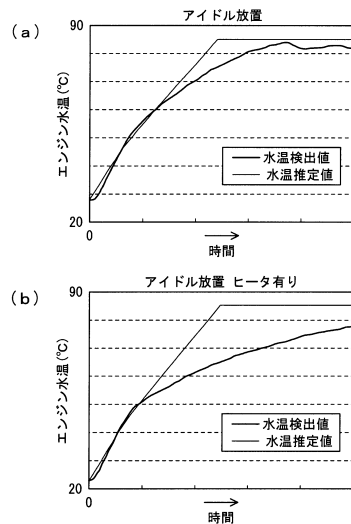
【図 3】



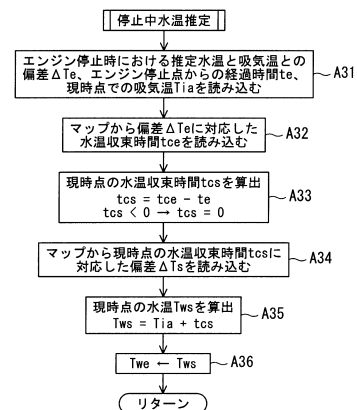
【図 4】



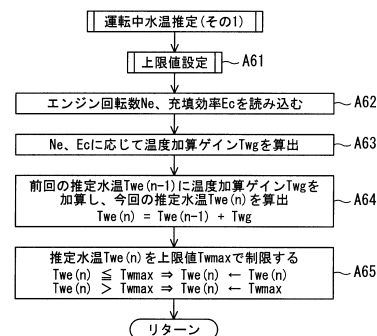
【図 5】



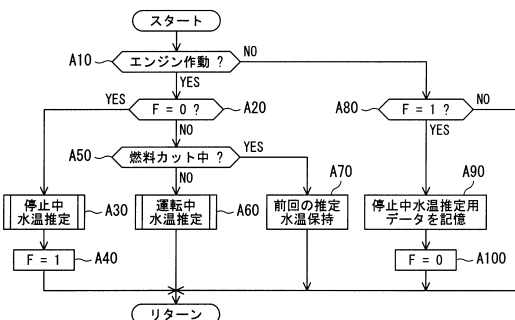
【図 7】



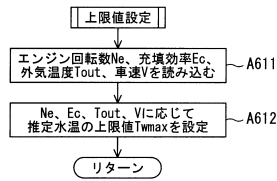
【図 8】



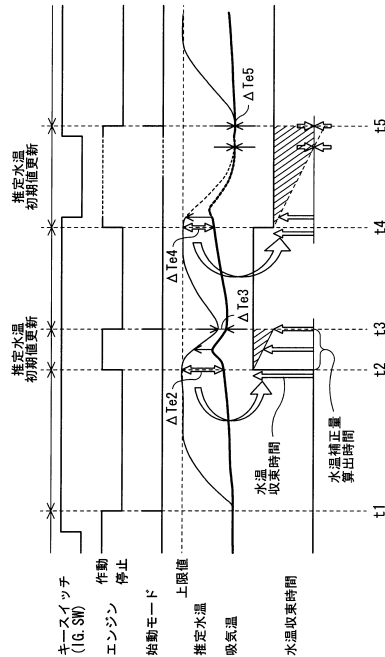
【図 6】



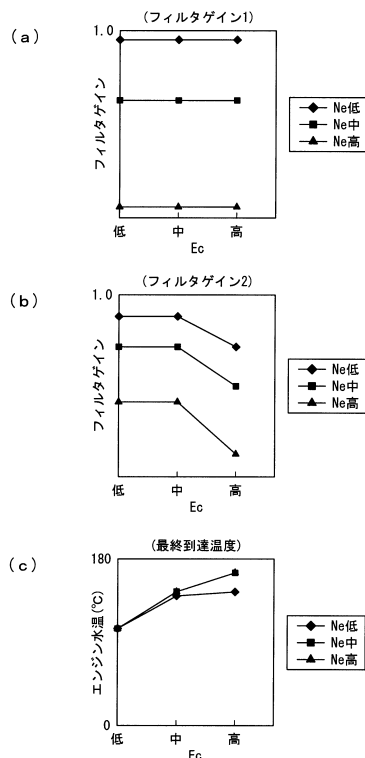
【図 9】



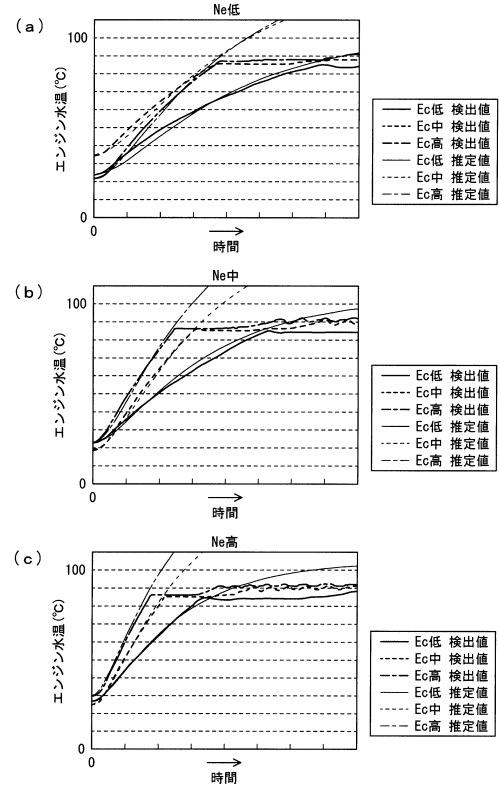
【図 10】



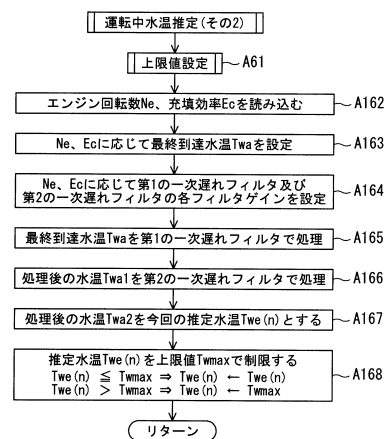
【図 12】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平09-304195 (JP, A)
特開昭58-062342 (JP, A)
特開2005-330907 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 45/00
G01K 11/00
F01P 11/16