

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3932277号

(P3932277)

(45) 発行日 平成19年6月20日(2007.6.20)

(24) 登録日 平成19年3月23日(2007.3.23)

(51) Int. Cl.

F I

FO1P 7/16 (2006.01)

FO1P 7/16 A

FO2D 45/00 (2006.01)

FO2D 45/00 320Z

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-304033 (P2002-304033)	(73) 特許権者	000228741
(22) 出願日	平成14年10月18日(2002.10.18)		日本サーモスタット株式会社
(65) 公開番号	特開2004-137981 (P2004-137981A)		東京都清瀬市中里6丁目59番地2
(43) 公開日	平成16年5月13日(2004.5.13)	(72) 発明者	須田 典男
審査請求日	平成17年1月11日(2005.1.11)		東京都清瀬市中里6丁目59番地2 日本サーモスタット株式会社内
		(72) 発明者	須田 浩
			東京都清瀬市中里6丁目59番地2 日本サーモスタット株式会社内
		(72) 発明者	佐野 光洋
			東京都清瀬市中里6丁目59番地2 日本サーモスタット株式会社内
		(72) 発明者	塚本 大輔
			東京都清瀬市中里6丁目59番地2 日本サーモスタット株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子制御サーモスタットの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの冷却水温度制御に用いられ、実際の冷却水温度だけに依存せずにバルブの開度を任意に変化させることが可能なアクチュエータを備えた電子制御サーモスタットにおいて、

前記アクチュエータは、発熱装置を取付けたWAX式サーモエレメントであって、制御コントローラは、前記アクチュエータを作動させるための前記発熱装置への通電を行うのと併せて、

通電後から前記アクチュエータが作動して温度変化するまでの経過時間と単位時間あたりの水温変化量を算出することで、前記経過時間後の冷却水温度を予測し、

前記予測水温に合わせて前記アクチュエータを制御するとともに、

冷却水の実際の流量と目標流量との差を検出または算出し、

サーモエレメントの放熱量と前記バルブの駆動する部位におけるヒステリシスを補正するように構成されていることを特徴とする電子制御サーモスタットの制御方法。

【請求項2】

請求項1記載の電子制御サーモスタットの制御方法において、

前記制御コントローラは、冷却水の実際の流量以外のエレメントリフト量、発熱体の温度、感温体の温度等のパラメータを検出することにより冷却水の実際の流量を予測する手段を有することを特徴とする電子制御サーモスタットの制御方法。

【請求項3】

10

20

請求項1または請求項2記載の電子制御サーモスタットの制御方法において、前記制御コントローラは、エレメントリフト量の劣化量を予測することで前記エレメントリフトを補正する制御を備えることを特徴とする電子制御サーモスタットの制御方法。

【請求項4】

請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の電子制御サーモスタットの制御方法において、

前記制御コントローラは、前記エンジンの始動時には、前記発熱装置の抵抗値を測定することで、前記抵抗値と前もって格納していた基準抵抗値との差が所定値以上になった場合に前記電子制御サーモスタットが故障したと判断することを特徴とする電子制御サーモスタットの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等に使用されるエンジン（以下、エンジンと称す）の負荷に応じて冷却水温度を可変設定するエンジンの冷却水温度制御系において、アクチュエータの感温部に発熱素子等の発熱装置を設置することにより、実際の温度だけに依存せずにバルブ開度を任意に変化させることが可能な電子制御サーモスタットの制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

自動車用エンジンにおいて、これを冷却するためには、一般にはラジエータを用いた水冷式の冷却装置が使用されている。そして、従来からこの種の冷却装置においては、自動車の燃費向上を目的として、エンジンに導入する冷却水の温度を制御できるように、ラジエータ側に循環させる冷却水量を調節する制御バルブ、たとえばサーモスタットが使用されている。このようなサーモスタットとしては、バルブを制御するアクチュエータとして熱膨張体を用いたもの、あるいは電気制御によるもの等が知られている。

【0003】

このようなサーモスタットは、そのバルブ部を冷却水通路の一部に介装し、冷却水温度が低い場合に、該バルブ部を閉じて、冷却水をラジエータに經由させずバイパス通路を介して循環させ、また冷却水温度が高くなった場合は、該バルブ部を開いて冷却水がラジエータを通して循環させることにより、冷却水の温度を所要の状態に制御することができるものである。

【0004】

ところで、自動車のエンジンが高負荷で運転されているときには、冷却水温度を低くし、低負荷であるときには冷却水温度を高くすることにより、自動車の燃費向上を図れることが一般に知られている。

【0005】

このような状況において、自動車の燃費向上のための最適水温を提供するために、最近では電子制御式のバルブ、すなわち電子制御サーモスタットが採用されることが多くなっている。このような電子制御サーモスタットは、そのバルブ部の開度を任意に制御すること、およびラジエータに付設した冷却ファンを制御することで、冷却水温度を制御しており、これにより冷却水温度の適切な制御を行えるものである。これは、上述した電子制御サーモスタットを可変制御する制御装置（エンジンコントロールモジュール）を、エンジン制御ユニットでの種々のパラメータ、たとえば冷却水温度、外気温、車速、エンジン回転数、スロットル開度等の検出情報をも加味して制御できるためである。

【0006】

このような冷却水温度の制御を所要の状態で行うことにより、燃費向上を図るものとして、従来から種々のものが多数提案されている。

たとえばサーモスタットの感温部に発熱素子を装着し、この発熱素子の発熱制御を併用することによって、エンジン始動時の冷却水の即暖化およびエンジンの燃費向上を図ることができるようにした電子制御サーモスタットが従来既に提案されている（たとえば、特

10

20

30

40

50

許文献 1 参照)。

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】

特開 2 0 0 1 - 3 1 7 3 5 5 号公報

【 0 0 0 8 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところで、上述したように電子制御サーモスタットにおいて、冷却水温を制御する際に問題とされることに、「アクチュエータの通電が設定されてから水温変化するまでの応答性」がある。

【 0 0 0 9 】

すなわち、従来の電子制御サーモスタットの制御方法では、アクチュエータへ通電をしてからバルブが開き、実際の冷却水温が目標水温に変化するまでの間に、アンダーシュートやオーバーシュート、ハンチング、冷却水の熱交換の速度等といった種々の要因が影響し、かなりの時間がかかってしまうものであった。

【 0 0 1 0 】

また、前記アクチュエータに装着される発熱装置としての P T C に通電するための電気回路が、従来は定電圧回路であったため、P T C の抵抗値が温度と共に変化することから、一定の発熱量を確保することができなかつた。たとえば、P T C の温度が 0 で、1 0 W の通電であったとすると、P T C の温度が 1 0 0 になると通電が 5 W になるものであった。

【 0 0 1 1 】

また、自動車にあっては、運転者の乗り方あるいは車両毎の冷却水循環系のレイアウト、サーモスタットの個体差などによって、設計段階でその車にベストな設定水温を決定することが困難であるという問題もあり、このような点にも配慮することが望まれている。

【 0 0 1 2 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、上述した従来から問題とされている不具合を一掃し、高精度、低コストで、高い冷却水温の追従性を実現することができる電子制御サーモスタットの制御方法を得ることを目的とする。

【 0 0 1 3 】

さらに、本発明は、エンジン負荷判断手段や学習機能を持たせることによって、低コストでありながら、常にその車に適した設定水温を供給することができ、最適燃費化、最適通電化を実現することができる電子制御サーモスタットの制御方法を得ることを目的としている。

【 0 0 1 4 】

【 課題を解決するための手段 】

このような目的に応えるために本発明（請求項 1 記載の発明）に係る電子制御サーモスタットの制御方法は、エンジンの冷却水温度制御に用いられ、実際の冷却水温度だけに依存せずにバルブの開度を任意に変化させることが可能なアクチュエータを備えた電子制御サーモスタットにおいて、前記アクチュエータは、発熱装置を取付けた W A X 式サーモエレメントであって、制御コントローラは、前記アクチュエータを作動させるための前記発熱装置への通電を行うのと併せて、通電後から前記アクチュエータが作動して温度変化するまでの経過時間と単位時間あたりの水温変化量を算出することで、前記経過時間後の冷却水温度を予測し、前記予測水温に合わせて前記アクチュエータを制御するとともに、冷却水の実際の流量と目標流量との差を検出または算出し、サーモエレメントの放熱量と前記バルブの駆動する部位におけるヒステリシスを補正するように構成されていることを特徴とする。

また、この他電子制御サーモスタット制御において、用いられるさまざまなアクチュエータに共通して対応できる制御方法を得ることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

ここで、アクチュエータを先行制御するとは、設定温度が算出され制御水温に達するま

10

20

30

40

50

での時間を算出し、このタイムラグ経過後の水温を予測し、その予測した水温に合わせてアクチュエータへ先行して通電制御することによりバルブを作動させ、アクチュエータの発熱装置への通電を決定してから実際の水温になるまでの応答遅れを解消する制御である。

【0016】

また、アクチュエータとは、感温部に発熱装置を設置したWAX式等のサーモエレメントである。

【0017】

このようにすれば、冷却水が要求された温度になるようにバルブを、より一層現実に即した所要の状態でのリアにコントロールさせることによって、従来から問題であった応答遅れを解消することが可能で、高精度、低コストで、高い冷却水温の追従性を実現することができる。これにより、自動車の運転状態においてエンジンの負荷に応じて冷却水温度を適切かつ効率よく行うことができ、応答性や冷却水温度の安定性の面でも優れ、またオーバーシュートやアンダーシュート、ハンチング等を生じるおそれもなく、冷却水温度を高水温制御、あるいは低水温制御することが適切に行え、さらに燃費向上をより一層確実に、しかも運転状態のほぼ全域で達成することができる。

10

【0018】

また、上述した構成によれば、冷却水が要求された温度になるようにバルブを、より一層現実に即した所要の状態でのリアにコントロールさせることによって、従来から問題であった水温制御性の悪さを解消することが可能で、高精度、低コストで、高い冷却水温の追従性を実現することができる。これにより、自動車の運転状態においてエンジンの負荷に応じて冷却水温度を適切かつ効率よく行うことができ、応答性や冷却水温度の安定性の面でも優れ、またオーバーシュートやアンダーシュート、ハンチング等を生じるおそれもなく、冷却水温度を高水温制御、あるいは低水温制御することが適切に行え、さらに燃費向上をより一層確実に、しかも運転状態のほぼ全域で達成することができる。

20

【0019】

ここで、エレメントの放熱量補正とは、サーモエレメントから冷却水への放熱量を予測して、放熱で逃げた分の熱を確実に膨張体(WAX)に吸収させるために、この放熱量に相当する熱を発熱素子により補えるように通電を増減させ、放熱による影響をなくす補正である。このような補正を行うと、ハンチングや水温制御幅などの水温制御性を向上させることができる。

30

【0020】

また、機械的駆動部位におけるヒステリシスの補正は、次のような場合に行われる。

たとえばバルブ開閉時に構造上での機械的な駆動部位に生じるヒステリシスにより、開弁から閉弁、閉弁から開弁への切替時、あるいは通電を徐々に上げたり下げたりしても開弁量が変わらない領域がある。これは、上述したようなバルブの機械的な駆動部位が、固定側との関係において動き出すまでの間に時間がかかるからである。そのため、このような領域の影響を受けないようにバルブが、「開弁から閉弁へ」、「閉弁から開弁へ」の切替時にPTCの通電を余分に加減したりして補正するのである。

【0021】

本発明(請求項2記載の発明)に係る電子制御サーモスタットの制御方法は、請求項1において、前記制御コントローラは、冷却水の実際の流量(ラジエータ流量)以外のエレメントリフト量、発熱素子の温度、感温体の温度等のパラメータを検出することにより冷却水の実際の流量(ラジエータ流量)を予測する手段を有することを特徴とする。

40

【0022】

ここで、冷却水の実際の流量(ラジエータ流量)を予測する手段とは、アクチュエータに通電を決定させる際に、エレメントリフト量をフィードバックさせ、目標流量に代えて目標リフト量を算出することである。あるいは、発熱装置の発熱体の温度または感温体の温度をフィードバックさせ、目標流量に代えて目標温度を算出することである。

【0023】

50

このようにすることにより、冷却水の実際の流量（ラジエータ流量）をセンシングしなくとも高い精度をもって冷却水温の制御が可能となるのである。

【0024】

本発明（請求項3記載の発明）に係る電子制御サーモスタットの制御方法は、請求項1または請求項2において、前記制御コントローラは、エレメントリフト量の劣化量を予測することで前記エレメントリフトを補正する制御を備えることを特徴とする。

【0025】

このようにすることにより、応答遅れをより一層適切に解消し、長い間、高い精度をもつての冷却水温の制御を行える。ここで、エレメントリフト量の劣化を予測する補正とは、エレメントの経年劣化により、水温ハンチングが生じたり、水温制御幅が大きくなる等というように水温制御性が初期に比べて悪くなるので、エレメントのリフト劣化量をオーバーシュート増大量や初期の水温勾配との差から予測し、劣化量の影響を受けないように通電を増減する補正である。

10

【0026】

本発明（請求項4記載の発明）に係る電子制御サーモスタットの制御方法は、請求項1ないし請求項3のいずれか1項において、前記制御コントローラは、前記エンジンの始動時には、前記発熱装置の抵抗値を測定することで、前記抵抗値と前もって格納していた基準抵抗値との差が所定値以上になった場合に前記電子制御サーモスタットが故障したと判断することを特徴とする。

このようにすれば、電子制御サーモスタットを適切かつ確実に制御することができる。

20

【0027】

以上のような本発明に係る制御方法を適用する電子制御サーモスタットを含めた自動車用エンジンの冷却水温度制御系は、任意に水温制御を行える構造をもつ電子制御サーモスタットと、冷却水系における実際の水温（実水温）を感知する水温センサと、冷却水を設定水温に制御するための補正演算等を含めて行う制御コントローラとを備えた構成をもち、これに冷却水系における流量を検出するセンサ、サーモエレメントのリフトを検出するセンサ、膨張体としてのWAXあるいは発熱素子を検出する温度センサ等を適宜用いるように構成されているものである。

【0028】

【発明の実施の形態】

30

図1および図2は本発明に係る電子制御サーモスタットの制御方法の一つの実施の形態を示す。

これらの図において、まず、電子制御サーモスタットを含む自動車用エンジンの冷却水温度制御系の全体の概要を示す図2に基づき、以下に説明する。

【0029】

図2において、1はエンジンとしての自動車用エンジンであり、このエンジン1内には、図示しないが周知の通りの冷却水通路が形成されている。

2は熱交換器、すなわちラジエータ（Rd）であり、このラジエータ2の内部にも周知の通り冷却水通路が形成されており、またラジエータ2の冷却水入口部2aおよび冷却水出口部2bは、前記エンジン1との間で冷却水を循環させる冷却水路3、4に接続されている。

40

【0030】

この冷却水路は、エンジン1の上部に設けられた冷却水の出口部1bからラジエータ2の上部に設けられた冷却水の入口部2aまで連通する流出側冷却水路3と、ラジエータ2の下部に設けられた冷却水の出口部2bからエンジン1の下部に設けられた冷却水の入口部1aまで連通する流入側冷却水路4とから構成されている。さらに、これら冷却水路3、4間を短絡して接続するバイパス水路5が設けられ、このバイパス水路5の前記冷却水路4への合流部に、水分配バルブとして機能する電子制御サーモスタットとしてのバルブユニット10が設けられている。

【0031】

50

このバルブユニット10は、たとえば前述した特許文献1等に開示されているような構造をもつものであって、バルブは、冷却水の温度を感温して内装するワックスの膨張によりピストンを伸張させる機構のサーモエレメントと、ピストンの先端部に接続部材を介し接続されるメインシャフトと、このメインシャフトに支承されるメイン弁体とバイパス弁体とから構成されている。

さらに、サーモエレメントの頭部において冷却水と接触しない箇所には発熱装置としての発熱素子を取りつけられているが、この発熱素子に通電するとによりバルブを制御でき、エンジンの運転状況に応じて制御コントローラからの出力信号により、例えばエンジン負荷が大きくなった時に冷却水温度が高くなる場合に早く開弁、又は通常よりもリフト量を大きくしエンジンを冷やす等のエンジン自体の制御も可能となり、実際の温度だけに依存せずバルブの開度を任意に変化させることが可能なものである。

10

なお、発熱素子としてはニクロムヒータ、PTC素子、ペルチェ素子等のものがあるが、用途により選択することができる。

そして、このようなエンジン1、ラジエータ2、冷却水路3、4等によってエンジン冷却水の循環路が形成されている。

【0032】

前記エンジン1における冷却水の流出部1b近くの流出側冷却水路3（ここでは同等の箇所であるバイパス通路5の一部）には、例えばサーミスタ等の水温センサ11が配置されている。この水温センサ11による検出値、すなわちエンジン出口側の水温に関する情報は、制御装置（ECU：エンジンコントロールユニット）であるコントローラ20に送られ、エンジン1の運転状態等に応じて冷却水の流れを適宜制御できるように構成されている。

20

【0033】

前記流入側の冷却水路4において、バルブユニット10の上流側には、ラジエータ2の出口側の水温を検出する水温センサ12が設けられている。この水温センサ12の検出値もコントローラ20に送られている。

なお、このコントローラ20は、前記ラジエータ2に付設され冷却水を強制的に空冷するための冷却ファンのファンモータも制御するようになっている。

また、詳細な図示は省略したが、コントローラ20には、エンジン1やラジエータ2等を始めとする各部の動作状態を示す情報、たとえばNe（エンジン回転数）、th（スロットル開度）等も送られている。

30

【0034】

以上の構成において、電子制御サーモスタットによるバルブユニット10は、自動車の運転状態においてエンジン1の負荷に応じて冷却水温度を適宜制御している。

本発明によれば、上述した冷却水温度制御系において、ラジエータ2からエンジン1への流入側冷却水路4に、ラジエータ流量センサ（以下、Rd流量センサという）21を設けることにより、冷却水の水温制御を、図1に示すようにして行っている。

【0035】

すなわち、従来構造では、冷却水の水温制御を行うにあたって、冷却水路3、4での温度差を基にPID（またはPI）制御を行った結果で、発熱素子（たとえばPTC）の通電を単純に制御している。したがって、発熱素子通電の変化とラジエータ側のRd流量とが比例しないため、ハンチングを生じたり水温制御幅が大きくなったりし、水温制御性が悪いという問題があったため、これを解消するために、温度差を基にしたPID（またはPI）制御量で目標ラジエータ流量（目標Rd流量）を算出し、この目標Rd流量に安定するように種々の補正を加え、図1、図3、図4に示すように、フィードバック制御を行うようにしている。

40

【0036】

図1はアクチュエータに従来のサーモスタットに発熱装置とRd流量センサ21を設けたシステムでの制御ブロック図であり、発熱装置に発熱素子であるPTCを用いた場合を示す。すなわち、サーモスタット内に設けた発熱素子に通電して発熱させる過程で、冷却

50

水の実際の水溫（実水溫）と設定水溫との差 T を検出し、PID制御で目標流量を算出した後、実流量と目標流量との差 Q を検出してからさらにPID制御を行い、エレメントの放熱量補正、機械的駆動部位におけるヒステリシス補正、消費電力を抑える補正等を加えて、発熱素子に通電する通電を決定することにより、発熱素子への通電を決定してから実際の水溫になるまでの応答遅れ（タイムラグ）および水溫ハンチング等を解消する制御を行うように構成されている。その途中で、目標 Rd 流量を算出し、これを冷却水循環路での実際の Rd 流量と比べて調整し、フィードバック制御を行っているのである。

【0037】

なお、 Rd 流量センサの代わりに、 Rd 流量を予測しやすいエレメントリフト、発熱装置である PTC および WAX の温度を用い、これをもう一つのフィードバック情報としてもよい。

10

すなわち、 Rd 流量センサ 21 を取付けできない等の場合には、図 2 において想像線で示すように、電子制御サーモスタットを構成するバルブユニット 10 にエレメントリフト量を検出するリフトセンサ 22 と PTC あるいは WAX の温度を検出する PTC 温度センサ 23、あるいは WAX 温度センサ 24 を設け、これらの検出値によって図 3 または図 4 に示す制御を行う。

【0038】

図 3 は、上述した目標 Rd 流量に代えて、目標リフト量を算出する際に、上述したリフトセンサ 22 を用い、これによって求めたエレメントリフト量をフィードバックさせる場合を示している。

20

図 4 は、上述した目標 Rd 流量に代えて、目標温度を算出する際に、 PTC 温度センサ 23 または WAX 温度センサ 24 を用い、これによって求めた PTC または WAX の温度をフィードバックさせる場合を示している。

このようにすることにより、ラジエータ流量をセンシングしなくても、つまりラジエータ流量センサを無くすことが可能である。

なお、前述した図 1、図 3、図 4 において、各補正制御では、PID の計算結果を加減乗除しているが、この代わりに PID 制御の定数を変更してもよい。

【0039】

上述したようなステップで冷却水の温度制御を行うにあたって、発熱素子として PTC を使用する場合、 PTC に通電する発熱回路として、定電流回路を用いるとよい。すなわち、電子制御サーモスタット（バルブユニット 10）におけるアクチュエータの発熱装置に、 PTC と WAX エレメント（バイメタルや形状記憶合金 SMA でもよい）を組み合わせた場合において、 WAX エレメントを PTC で加熱し、バルブを開弁させる構造では、バルブ開弁量を保持するには PTC で発する熱量を一定に維持できるのが理想である。

30

【0040】

しかし、従来はこの PTC 通電回路に定電圧回路を用いているため、同じ電圧を加えたとしても PTC 自体の温度上昇で抵抗変化するために通電も変化してしまい、バルブ開弁量の変動し、水溫ハンチング、水溫制御幅が大きくなり水溫制御性が悪くなる。

このような点を解消するために、図 5 に示すように PTC 通電回路に定電流回路を用い、 PTC 自体の温度変化による通電変化特性をキャンセルすることで、安定した通電を確保でき、 PTC 発熱量の制御を容易にすることができる。

40

【0041】

また、前述した図 1 あるいは図 3、図 4 の制御ブロック図において、エレメントの放熱量補正とは、サーモエレメントから冷却水への放熱量を予測して、放熱で逃げた分の熱を確実に膨張体（ WAX ）に吸収させるために、この放熱量に相当する熱を PTC により補えるように通電を増減させ、放熱による影響をなくす補正である。

【0042】

すなわち、 PTC で加熱されるエレメントが冷却水中に配置またはエレメントの一部が冷却水に接する位置に配置されている場合、発生した熱は常に周辺に流れる冷却水へ放熱される。この放熱量が多くなると、 PTC へ同じ通電を加えていても開弁量を維持できず

50

、結果として水温制御性が悪くなる。これを解決するため、図6に示すようにエレメントから冷却水への放熱量を予測する手段を設け、この放熱量に相当する熱をPTCで補足するように通電を増減させる。これにより、エレメントから冷却水へ放熱される熱量が増減したとしても閉弁量への影響をなくすることができるのである。

【0043】

なお、このエレメント放熱量の補正制御にあたって、Neに対するエレメント放熱補正量マップからそのときに必要とされる放熱量を取り出し、PTC通電に加える。エレメント放熱量の予測は、単純にNeから予測する方法のほかに、Neおよび制御水温、外気温、ラジエータ出口側水温、エンジン負荷などを用いて、より高精度な予測を行うようにしてもよい。

10

【0044】

応答遅れのキャンセル制御にあたっては、次のように行う。

すなわち、このような応答遅れによってオーバーシュート、アンダーシュート、ハンチングなどの不具合が発生すると、冷却水系やエンジン部品の耐久性、燃費が悪化する等の問題が発生する。このような問題を解消するために、タイムラグ経過後の水温を予測する手段を設け、図7に示すようにタイムラグ経過後の予測した水温に合わせてバルブを先行制御することで、タイムラグを擬似的に解消するように構成するとよい。

【0045】

ここで、タイムラグ経過後を予測した水温とは、制御に使用される水温であって、この水温で先行制御すれば、タイムラグ経過後に必要なPTC通電を事前に通電でき、

20

タイムラグ経過後にその通電が反映されることになる。
そのステップとしては、始めに、センサから取り込んだ水温と単位時間あたりの水温変化量からタイムラグ経過後予測水温を算出する。ここで、水温変化の変化を算出すれば、より精度を上げることも可能である。

次に、求めた予測水温を元の通電量を決めるPID制御等を行うとよい。これを図8に示す。

【0046】

なお、タイムラグ経過後の水温はタイムラグ時間Td(通電変更から水温フィードバックされるまでの時間)から予測する方法に加えて、さらにラジエータ出口側水温変化、エンジン負荷などを加えて、より高精度に検知するようにしてもよい。たとえば冷却水の流速がNeに比例することからバルブ開弁から水温変化までの時間の変化にNeをパラメータとして算出に使用してもよい。さらに、通電変化から水温フィードバックまでの時間を毎回計測し、この値を基にタイムラグ時間Tdを決めるとエレメントなどの経年劣化などにも対応することができる。また、ミキシングに水温センサを設け、通電からバルブが開くまでの時間を測定し、より高精度なタイムラグ検出手段を用いてもよい。

30

【0047】

上述した方法では、制御の基準となる水温を、算出したタイムラグ経過後水温に差し替えることでタイムラグキャンセルを実現しているが、次のように目標水温を差し替えることでも、同じ動作を実現することができる。

この目標水温Tsの差し替え手法を説明する。

40

すなわち、始めにセンサから取り込んだ水温変化からタイムラグ経過後水温を算出する。

そして、図9に示すように、この求めた水温変化を設定水温から減算し、この設定水温に追従するようにPID制御を行うとよい。ここで、オーバーシュートとアンダーシュートでは制御の流れが逆になることは理解されよう。

【0048】

また、機械的駆動部位におけるヒステリシスの補正は、次のような場合に行われる。

たとえばバルブ開閉時に構造上での機械的な駆動部位に生じるヒステリシスにより、開弁から閉弁、閉弁から開弁への切換時、あるいは通電を徐々に上げたり下げたりしても開弁量が変わらない領域(不感帯)がある。これは、上述したようなバルブの機械的な駆動

50

部位が、固定側との関係において動き出すまでの間に時間がかかるからである。

そのため、このような領域の影響を受けないようにバルブが、「開弁から閉弁へ」、「閉弁から開弁へ」の切換時に、図10に例示したようにPTCへの出力(通電)を余分に加減(ベースアップおよびベースダウン)したりして補正するとよいのである。

【0049】

さらに、消費電力を抑える補正とは、設定水温と制御水温との温度差が一定値以下になったときに、PTCへの通電(アクチュエータへの通電等)を止めることで行われる。

すなわち、サーモスタットの開弁温度と同程度に設定温度をもってきた場合、PTCは常に通電される状態におかれ、消費電力が多くなり、燃費増大、出力低下を招く。したがって、図11に示すように、設定水温と制御水温の温度差Tがある値以下になったとき

10

【0050】

また、上述したWAX式サーモスタットに発熱装置を設置し、発熱装置には通電すると抵抗値が変化するもの(たとえば、PTCまたはニクロム線等)を使用した冷却水温制御を行うにあたっては、安全性の観点から、エンジン始動時にPTCまたはニクロム線等の抵抗値を測定することにより、基準範囲内にあるか否かによって、サーモスタットの故障判断を行うとよい。

【0051】

また、このような冷却水温制御を行うにあたって自動車全体のシステム面から見ると、エンジンに付随した補器類に連動した制御を行うことが望ましい。すなわち、PTCで多くの通電を必要とする場合には、連動してエアコンなどの補器類の作動をカットまたはオルタネータ等の通電を押さえる制御を加えることにより、補器類に連動させた制御を行うとよい。このようにすると、PTCへの消費電力が大きく、補器類も同時に作動させるようなとき等のようにかなりの電力を消費する場合において、燃料消費率、エンジン出力を確保することができる。

20

【0052】

また、上述した冷却水温制御を行うにあたっては、自動車を運転する運転者がエンジンの高負荷域を多用する人であるか、それとも低負荷域を多用する人かを判断し、設定水温を変化させることも、燃費低下、通電低下を防止するうえでは必要なことである。すなわち、従来の制御では、低負荷走行が多い運転者に設定水温を合わせると、設定水温が高くなるから、高負荷走行を多用する運転者にとっては燃費、エンジン出力とも悪化する。これは逆も同じである。

30

【0053】

このような不具合を解消するには、図12、図13に示すように、運転者によって設定水温を変化させる制御を行うとよい。

すなわち、一定時間、運転者の負荷の変化をモニタリングし、負荷の平均を算出することで行う。たとえば、その負荷平均値が一定値以上であれば、高負荷多用運転者と判断し、設定水温を下げる。一方、負荷平均値が一定値以下であれば、低負荷多用運転者と判断し、設定水温を上げる。

40

【0054】

なお、上げ幅、下げ幅とも負荷平均値と比例させてもよい。また、設定水温とともに、高負荷判定基準を変更させ、低水温への移行を早めてもよい。さらに、アクセルの踏み方で判別してもよい。この設定水温をメモリしておき、次のエンジン始動時にも同じ設定水温からスタートするような学習機能を持たせることも考えられる。

【0055】

また、上述した冷却水温制御を行うにあたっては、エレメントリフトの経年劣化の補正を行うことも望まれる。これは、エレメントの経年劣化により、水温制御性が初期に比べて低下することは避けられないからである。

このために、リフト劣化量を予測する手段を設け、その劣化量を補足するようにPTC

50

への通電を増大させるように制御し、これによりリフト劣化によるリフトダウン防止を実現するとよい。この状態を図14、図15、図16に示す。

【0056】

ここで、PTC通電量とリフト量の相関テーブルを用いて制御する場合は、これを考慮して補正量の算出を行うとよい。

また、エレメントリフト劣化検出にあたっては、始めにある運転条件下で、水温のオーバーシュート量の違い若しくは水温が上昇してから下降に転じた温度を初期状態と比較して、開弁温度のずれを検出し、リフト劣化量を導く。

次に、ある運転条件下、水温昇温時に、水温の傾斜が変化する温度を初期状態と比較して、開弁温度のずれを検出し、リフト劣化量を求めるとよい。

10

【0057】

また、上述した冷却水温制御を行うシステムでは、搭載する車両毎にサーモスタットのばらつき等により、PID(またはPI)制御定数をマッチングさせる必要がある。一般的には設計時に行うとよいが、エンジン冷却水系のばらつき、バルブのばらつき等を考慮して適切に制御するには煩雑さは避けられない。このため、エンジン組付け後に搭載される車両に応じてPI制御定数を自動的に決定し、自動チューニングを行えるようにすることが望ましい。

【0058】

すなわち、図17に示すように、一定時間の間、温度差の平均を算出し、これが小さくなるように比例定数、積分定数を増減させる。出荷時には適当な比例、積分定数を設定しておく。そして、ある時間の平均温度差 T を測定しておき、このときの比例、積分定数に対してそれぞれ定数を好ましくは1.5倍に増加させ、再度平均温度差を測定する。その際に、平均温度差が小さくなれば、その比例、積分定数をベースとして、さらに定数を好ましくは1.5倍にしてゆく。しかし、平均温度差が大きくなるようであれば、元の値を好ましくは0.65倍して平均温度差を測定し、温度差を小さくする。このとき、温度差が小さくならない場合は、元の値がベストの比例、積分定数と考えられるのである。

20

なお、サーモスタットの個体差や経年変化により最適な比例、積分定数は変化する場合も考えられるから、常に最適値を模索するように、この種の確認手段は動作していることが望ましい。

【0059】

なお、本発明は上述した実施の形態で説明した構造または数値には限定されず、各部の形状、構造等を適宜変形、変更し得ることはいうまでもない。

30

すなわち、本発明を適用する電子制御サーモスタットとしては、冷却水温を任意に温度制御できるものであればどのような構造のものでもよく、たとえばWAX+PTC式サーモスタット等といった電子制御サーモスタットであってもよい。また、発熱装置としても発熱素子に限られるものではなく、誘電加熱や誘導加熱やマイクロ波加熱を利用したもの及びニクロム線等の発熱体であればどのようなものでもよく、また発熱素子もPTCに限らずペルチェ素子等でもよい。さらに、WAXではなく、バイメタルや形状記憶合金(SMA)でもよい。

【0060】

また、その他の構成部品や冷却水循環路の構造、さらには各部で説明した数値などは図示や説明で特定されるものに限定されるものではなく、種々の形態のものを採用することは自由である。さらに、上述したそれぞれの制御での説明も、一例を例示したに過ぎず、本発明の精神を逸脱しない範囲において、種々の形態を採ることができる。

40

【0061】

【発明の効果】

以上説明したように本発明に係る電子制御サーモスタットの制御方法によれば、従来の制御での問題点を解消し、高精度で、低コスト、さらに高い冷却水温の追従性を実現することができる。

【0062】

50

また、本発明によれば、P T C 通電回路を定電流回路としたことにより、発熱素子（たとえば P T C）の温度に左右されない発熱量を得ることができる。

さらに、本発明によれば、エンジン負荷判断手段、あるいは学習機能を持たせることにより、低コストでありながら、常にその自動車に適した設定水温を供給でき、最適燃費化、最適通電化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る電子制御サーモスタット制御方法の一つの実施形態を示し、R d 流量センサを設けたシステムでの制御ブロック図である。

【図 2】 本発明に係る電子制御サーモスタット制御方法を適用するエンジンの冷却水温度制御系を説明するための概略図である。

【図 3】 図 1 の変形例を示す制御ブロック図である。

【図 4】 図 1、図 3 の変形例を示す制御ブロック図である。

【図 5】 P T C の発熱回路を説明するための図である。

【図 6】 エLEMENT 放熱量補正制御を説明するための図である。

【図 7】 応答遅れの補正制御を説明するためのグラフである。

【図 8】 タイムラグ経過後予測水温のフィードバック制御を説明するための図である。

【図 9】 図 8 の別の例を説明するための図である。

【図 10】 機械的駆動部位におけるヒステリシスの補正制御を説明するためのグラフである。

【図 11】 消費電力の低減制御を説明するためのグラフである。

【図 12】 最適水温設定制御を説明するためのグラフである。

【図 13】 (a) , (b) , (c) は設定水温を変えたことでの水温制御イメージを示すグラフである。

【図 14】 エLEMENT 経年劣化の補正制御を説明するための図である。

【図 15】 エLEMENT 経年劣化の補正制御を説明するためのグラフである。

【図 16】 エLEMENT リフト劣化検出を説明するためのグラフである。

【図 17】 P I 値の学習制御を説明するためのグラフである。

【符号の説明】

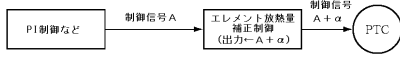
1 ... エンジンとしての自動車用エンジン、2 ... 熱交換器としてのラジエータ (R d)、3 ... 流出側冷却水路、4 ... 流入側冷却水路、5 ... バイパス水路、10 ... 水分配バルブとして機能する電子制御サーモスタットとしてのバルブユニット、11, 12 ... 水温センサ、20 ... 制御装置 (E C U : エンジンコントロールユニット) であるコントローラ、21 ... ラジエータ流量センサ (R d 流量センサ)、22 ... リフトセンサ、23 ... P T C 温度センサ、24 ... W A X 温度センサ。

10

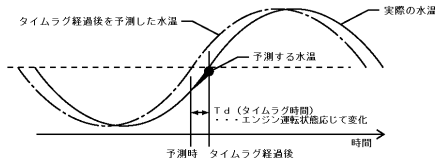
20

30

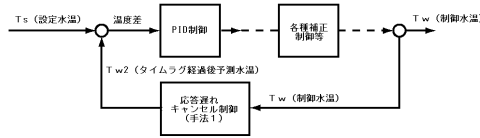
【 図 6 】



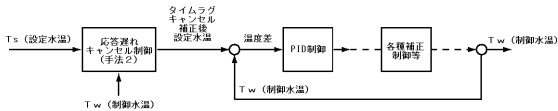
【 図 7 】



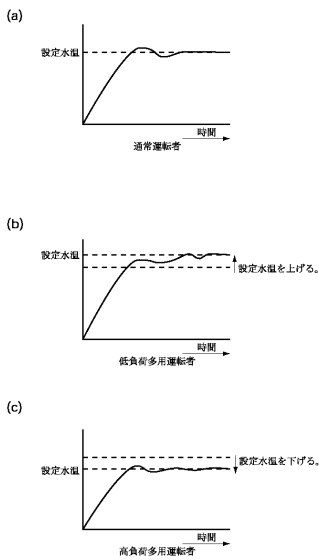
【 図 8 】



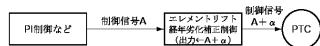
【 図 9 】



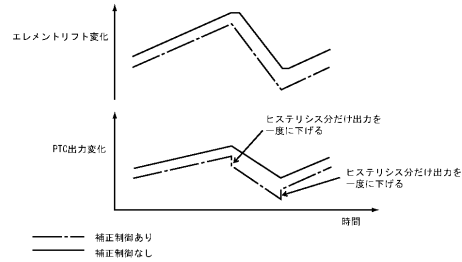
【 図 13 】



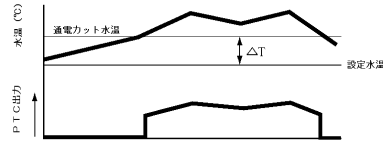
【 図 14 】



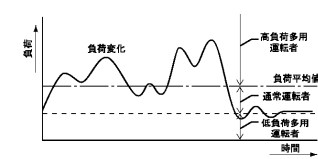
【 図 10 】



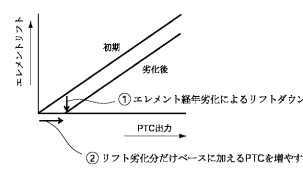
【 図 11 】



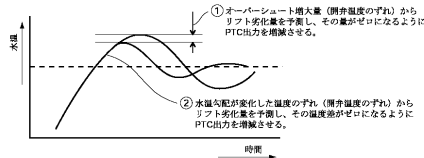
【 図 12 】



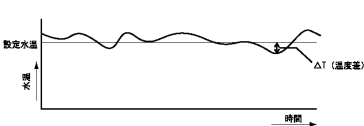
【 図 15 】



【 図 16 】



【 図 17 】



フロントページの続き

(72)発明者 油川 昌弘

東京都清瀬市中里6丁目59番地2 日本サーモスタット株式会社内

審査官 栗倉 裕二

(56)参考文献 特開平11-287123(JP,A)

特開平11-022465(JP,A)

特開2001-242073(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01P 7/16

F02D 45/00