

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4677973号
(P4677973)

(45) 発行日 平成23年4月27日 (2011.4.27)

(24) 登録日 平成23年2月10日 (2011.2.10)

(51) Int. Cl.	F I
FO1P 11/16 (2006.01)	FO1P 11/16 E
FO2D 45/00 (2006.01)	FO1P 11/16 C
FO1P 7/16 (2006.01)	FO2D 45/00 314Q
	FO2D 45/00 360D
	FO1P 7/16 504E

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-296206 (P2006-296206)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成18年10月31日 (2006.10.31)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-111413 (P2008-111413A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成20年5月15日 (2008.5.15)	(74) 代理人	100075513
審査請求日	平成21年8月27日 (2009.8.27)		弁理士 後藤 政喜
早期審査対象出願		(74) 代理人	100114236
			弁理士 藤井 正弘
		(74) 代理人	100120178
			弁理士 三田 康成
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭
		(72) 発明者	林 孝根
			神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン冷却系の故障診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

冷却水温度を感知してラジエータに流れる冷却水を制御する弁機構を備えるエンジン冷却系の故障診断装置であって、

前記エンジンを冷却する冷却水を循環させる循環手段と、

前記循環手段によって循環する冷却水の流量を車両運転状態に基づいて増加させる流量増加手段と、

前記エンジンの冷却水温度を、前記エンジンの発熱量と、前記エンジンのシリンダブロックの放熱量と、前記ラジエータの放熱量と、車室内の暖房に使用されるヒータの放熱量とから冷却水温度を推定する温度推定手段と、

前記流量増加手段によって冷却水流量を増加させるときは、前記ヒータで放熱する放熱量を大きく算出するヒータ放熱量算出手段と、

前記エンジンの冷却水の実温度を検出する実温度検出手段と、

前記弁機構閉弁時に冷却水温度が上昇する温度範囲で、前記推定した冷却水温度が弁機構開故障時の冷却水温度に基づいて設定された基準温度以上となった後に、前記検出した実温度が基準温度よりも低い場合には弁機構が故障していると判定する故障判定手段と、を備えることを特徴とするエンジン冷却系の故障診断装置。

【請求項2】

前記流量増加手段は、車速と、エンジン回転速度と、冷却水温度と、車室内への送風量を調整するプロアファンへの駆動電圧と、暖房温度を調節するためにヒータを通過する風

量を調整するエアミックスドアの開閉状態とに基づいて冷却水流量を増加させる、ことを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン冷却系の故障診断装置。

【請求項 3】

前記故障判定手段は、前記推定した冷却水温度が基準温度以上となってから基準時間経過後に前記実温度検出手段によって実温度を検出する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のエンジン冷却系の故障診断装置。

【請求項 4】

前記実温度検出手段は、前記エンジンのシリンダブロックに設置され、前記シリンダブロックに形成されるジャケット内の冷却水の実温度を検出する、ことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一つに記載のエンジン冷却系の故障診断装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジン冷却系の故障診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、ラジエータとサーモスタットとを備えたエンジンの冷却系が知られている。このサーモスタットは、冷却水が循環する循環流路を冷却水温度に応じて開閉して、冷却水の流れを制御する。エンジンの冷却水が所定温度以上である場合にはサーモスタットは開弁し、冷却水はラジエータを循環するように流れてラジエータで放熱する。また、冷却水が所定温度よりも低い場合にはサーモスタットは閉弁し、冷却水はラジエータをバイパスして流れ、冷却水温度が上昇してエンジンの暖機が図られる。

20

【0003】

このようなエンジンの冷却系において、サーモスタットが開弁したまま固着（以下「開固着」という。）して故障すると、エンジン冷機時であっても冷却水がラジエータを循環するために、冷却水の温度上昇を速やかに行うことができず、エンジンの暖機が遅れて燃費悪化やエミッション増加を招いてしまう。

【0004】

そのため、ラジエータからの放熱量とエンジンから冷却水への受熱量との割合である熱量比を用いてサーモスタットの故障を診断する故障診断装置が知られている（特許文献 1 参照）。

30

【特許文献 1】特開 2001 - 73773 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上記した故障診断装置によってサーモスタットなど、ラジエータへの冷却水の流れを制御する弁機構の故障を診断する場合には、算出した熱量比に基づいて間接的に弁機構の開固着による故障を判定するために診断精度が劣るといふ問題がある。

【0006】

そこで、本発明は、このような問題点に着目してなされたものであり、エンジン冷却系の弁機構の故障を直接的に診断するとともに診断精度を向上できる故障診断装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下のような解決手段によって前記課題を解決する。なお、理解を容易にするために本発明の実施形態に対応する符号を付するが、これに限定されるものではない。

【0008】

本発明は、冷却水温度を感知してラジエータに流れる冷却水を制御する弁機構を備えるエンジン冷却系の故障診断装置である。このエンジン冷却系の故障診断装置は、エンジンを冷却する冷却水を循環させる循環手段と、循環手段によって循環する冷却水の流量を車

50

両運転状態に基づいて増加させる流量増加手段と、エンジンの冷却水温度を、エンジンの発熱量と、エンジンのシリンダブロックの放熱量と、ラジエータの放熱量と、車室内の暖房に使用されるヒータの放熱量とから冷却水温度を推定する温度推定手段と、流量増加手段によって冷却水流量を増加させるときは、ヒータで放熱する放熱量を大きく算出するヒータ放熱量算出手段と、エンジンの冷却水の実温度を検出する実温度検出手段と、弁機構閉弁時に冷却水温度が上昇する温度範囲で、推定した冷却水温度が弁機構開故障時の冷却水温度に基づいて設定された基準温度以上となった後に、検出した実温度が基準温度よりも低い場合には弁機構が故障していると判定する故障判定手段と、を備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、冷却水の推定温度が基準温度を越えてから、すなわち弁機構が正常に作動しているならば実際の冷却水温度が十分に上昇している状態において、冷却水温度の実測値が基準温度よりも低い場合に弁機構が故障していると診断する。そのため、弁機構の故障を直接的に診断することができるとともに診断精度の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、図面を参照にして本発明の実施の形態を説明する。

【0011】

図1は、エンジンの冷却系の循環流路を示す図である。

【0012】

循環流路1は、エンジンを冷却する冷却水が循環する流路である。循環流路1は、第1循環流路10aと第2循環流路10bとから構成される。第1循環流路10aは、エンジン20のシリンダブロック21に形成されるジャケット22を流れた冷却水をラジエータ11に流し、再びエンジン20に戻す。第2循環流路10bは、第1循環流路10aから分岐した冷却水をヒータ15に流してエンジン20に戻す。なお、本実施形態では説明の便宜上、冷却水がエンジン20から流出する側を上流とし、エンジン20に冷却水が流入する側を下流とする。

【0013】

第1循環流路10aには、上流から順に第1ポンプ12、ラジエータ11、サーモスタット13が設置される。また、第1循環流路10aには、ラジエータ11をバイパスするバイパス流路10cが設けられる。

【0014】

第1ポンプ12は、エンジン20とラジエータ11との間の上流側の第1循環流路10aに設置される。この第1ポンプ12はエンジン20によって駆動され、循環流路内の冷却水を循環させる。そのため、第1ポンプ12の吐出量は、エンジン回転速度に応じて変化する。

【0015】

ラジエータ11は第1ポンプ12の下流に設置される。ラジエータ11は、流入した冷却水を走行風によって冷却し、冷却水温度を低下させて下流に流す。

【0016】

サーモスタット13は、エンジン20とラジエータ11との間の下流側の第1循環流路10aに設置される。このサーモスタット13は冷却水温度を検知して、その冷却水温度に応じて第1循環流路10aを開閉する。エンジン始動時など、冷却水温度が所定温度より低い場合にはサーモスタット13は閉弁する。サーモスタット13が閉弁状態にあるときは、冷却水はラジエータ11を通らずにバイパス流路10cを流れる。また、エンジン20が暖機されて冷却水が所定温度以上になると、サーモスタット13は開弁する。サーモスタット13が開弁状態にあるときは、冷却水はラジエータ11を流れて放熱する。

【0017】

一方、第2循環流路10bには、第2ポンプ14とヒータ15とが設置される。

【0018】

10

20

30

40

50

ヒータ 15 は、図示しない空調装置の一部を構成する。このヒータ 15 はエンジン 20 を冷却した冷却水の熱を吸熱し、この熱を利用して空気を加熱する。この加熱された空気は、車室内の暖房として使用する。

【 0 0 1 9 】

第 2 ポンプ 14 は、ヒータ 15 の上流側の第 2 循環流路 10 b に設置される。この第 2 ポンプ 14 は、電動ポンプであって、駆動電圧に応じて作動する。第 2 ポンプ 14 は、運転者が図示しない空調装置を作動させた場合など、所定の運転状態において第 1 ポンプ 12 とは別に駆動され、循環流路内を循環する冷却水の流量を増加させる。

【 0 0 2 0 】

また、エンジン 20 のシリンダブロック 21 には、温度センサ 23 が設置される。この温度センサ 23 は、シリンダブロック内部に形成されるジャケット 22 を流れる冷却水の温度を検出し、その検出信号をコントローラ 30 に出力する。

10

【 0 0 2 1 】

コントローラ 30 は、第 2 ポンプ 14 などを制御するために設けられる。コントローラ 30 は、CPU、ROM、RAM 及び I/O インタフェースから構成される。コントローラ 30 には、温度センサ 23 の出力信号が入力するほか、吸気温度、エンジン回転速度、燃料噴射弁（図示しない）からの燃料噴射パルス幅、点火プラグ（図示しない）からの点火時期などの出力信号が入力する。

【 0 0 2 2 】

コントローラ 30 は、運転者が図示しない空調装置を操作して暖房を強めた場合など、所定の運転条件になったときに、循環流路内の冷却水流量を増加させる第 2 ポンプ 14 を駆動する。つまり、運転者が車室内への暖房を強めた場合などに、第 1 ポンプ 12 とは別に第 2 ポンプ 14 を駆動し、ヒータ 15 を流れる冷却水の流量を増加させて、ヒータ 15 からの放熱を促進する。ここで、第 2 ポンプ 14 を駆動させるか否かは、車速、エンジン回転速度、ヒータ 15 を流れる冷却水の冷却水温度、車室内への送風量を調整するプロアファンへの駆動電圧、暖房温度を調節するためにヒータ 15 を通過する風量を調整するエアミックスドアの開閉状態などに基づいて判断する。

20

【 0 0 2 3 】

上記したエンジン 20 の冷却系では、サーモスタット 13 は冷却水温度に応じて第 1 循環流路 10 a を開閉し、冷却水が流れる流路を切り換えて、冷却水温度を適正温度に維持する。つまり、エンジン冷間始動時には、エンジン 20 が冷機状態から暖機状態になるまで、サーモスタット 13 は閉弁して冷却水をバイパス流路 10 c に流す。これにより、冷却水温度を速やかに適正温度域に上昇させ、燃費向上、エミッション低減を図る。また、冷却水温度が適正温度域を越えたときには、サーモスタット 13 は開弁して、冷却水温度が上昇し続けないように冷却水をラジエータ 11 に流して冷却する。これにより、冷却水温度を適正温度域まで低下させ、エンジン 20 のオーバーヒートを防止する。

30

【 0 0 2 4 】

ところで、エンジン冷却系において、サーモスタット 13 が開固着して故障すると、冷却水は常にラジエータ 11 を循環して放熱する。そうすると、エンジン冷機時などエンジン 20 の暖機が必要な場合に、冷却水温度を速やかに上昇させることができず、エンジンの暖機が遅れて燃費悪化やエミッション増加の招くという問題が生じる。

40

【 0 0 2 5 】

そこで、本実施形態では、冷却水温度を推定し、その推定温度に基づいて故障診断条件が成立しているか否かを判定した後に、温度センサ 23 によって検出した冷却水温度の実測値に基づいてサーモスタット 13 の故障診断を実施する。また、第 2 ポンプの作動状態に応じて冷却水温度を推定することによって、サーモスタット 13 の故障診断の診断精度の向上を図る。

【 0 0 2 6 】

図 2 は、コントローラ 40 がサーモスタット 13 の故障診断を実施するときの制御を示すフローチャートである。この制御は、エンジン 20 の運転開始とともに実行され、一定周

50

期、例えば10ミリ秒周期でサーモスタット13が故障していると診断されるまで実施される。なお、サーモスタット13の故障診断は、サーモスタット13の開固着による故障を診断するものであるので、サーモスタット13が正常であれば閉弁状態にある冷却水の温度範囲で実施される。

【0027】

まず、ステップS10～ステップS60において、エンジンの冷却系の循環流路1を流れる冷却水温度を推定する。

【0028】

ステップS10では、コントローラ30は、エンジン20のシリンダ内で燃料が燃焼することによって発生するエンジン発熱量Qを算出する。エンジン発熱量算出処理の詳細については、図4を参照して後述する。

10

【0029】

ステップS20では、コントローラ30は、ジャケット22を流れる冷却水がシリンダブロック21から放熱するときのシリンダブロック放熱量Q1を算出する。シリンダブロック放熱量算出処理の詳細については、図5を参照にして後述する。

【0030】

ステップS30では、コントローラ30は、冷却水がラジエータ11に流入して放熱するときのラジエータ放熱量Q2を算出する。ラジエータ放熱量算出処理の詳細については、図6を参照して後述する。

【0031】

ステップS40では、コントローラ30は、冷却水がヒータ15を通過して放熱したときのヒータ放熱量Q3を算出する。ヒータ放熱量算出処理の詳細については、図7を参照して後述する。

20

【0032】

ステップS50では、コントローラ30は、ステップS10～S40で算出した算出値に基づいて冷却水温度の上昇量 ΔT を次式によって算出する。

【0033】

【数1】

$$\Delta T = \frac{Q - Q1 - Q2 - Q3}{W1 \times C1}$$

30

ΔT : 冷却水温度上昇量

Q : エンジン発熱量

Q1 : シリンダブロック放熱量

Q2 : ラジエータ放熱量

Q3 : ヒータ放熱量

W1 : ジャケット内を流れる冷却水の流量

C1 : シリンダブロックの比熱

【0034】

ここで、ジャケット22を流れる冷却水の冷却水流量W1は、図3に示すように、予め実験などによって設定したエンジン回転速度と冷却水流量特性に基づいて決定する。

40

【0035】

図3は、第1ポンプ駆動時のエンジン回転速度と冷却水流量との関係を示す図である。横軸はエンジン回転速度を示し、縦軸は冷却水流量を示す。エンジン回転速度と冷却水流量との関係は、ジャケット22、ラジエータ11やヒータ15を流れる冷却水ごとに設定されている。第1ポンプ12はエンジン20の回転によって駆動されるので、冷却水流量はエンジン回転速度が大きくなるにしたがって大きくなる。なお、ラジエータ11、ヒータ15を流れる冷却水流量については後述するラジエータ放熱量算出処理(ステップS30)、ヒータ放熱量算出処理(ステップS40)において説明する。

【0036】

そして、図2に示すように、ステップ60では、コントローラ30はステップS50で

50

算出した冷却水温度上昇量 ΔT に基づいて冷却水の推定温度 T を次式によって算出する。

【 0 0 3 7 】

【 数 2 】

$$T = T_z + \Delta T$$

T : 冷却水推定温度

T_z : 冷却水推定温度前回値

ΔT : 冷却水温度上昇量

【 0 0 3 8 】

ステップ S 7 1 では、コントローラ 3 0 は、推定温度 T が基準温度 T_c 以上であるか否かを判定する。 10

【 0 0 3 9 】

サーモスタット 1 3 が開固着しているときには、冷却水は常にラジエータに流れて放熱するので、冷却水温度の実際の温度は推定温度 T からずれて上昇し、そのずれは時間の経過とともに大きくなっていく。そこで、基準温度 T_c は、サーモスタット 1 3 が開弁する開弁温度 T_o よりも低い温度であって、開固着している場合に推定温度 T からのずれがある程度大きくなってサーモスタット 1 3 の故障診断がしやすい温度に設定される。

【 0 0 4 0 】

なお、サーモスタットが開固着している場合には、冷却水温度は一定温度（上限温度）までしか上昇しなくなるので、その上限温度に基づいて基準温度 T_c を設定するようにしてもよい。 20

【 0 0 4 1 】

そして、推定温度 T が基準温度 T_c 以上 ($T > T_c$) となったときに、サーモスタット 1 3 の故障診断条件が成立していると判定してステップ S 7 2 に移り、 $T < T_c$ の場合には故障診断条件が成立していないと判定して処理を一旦抜ける。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 7 2 では、コントローラ 3 0 は、故障診断条件が成立してからの経過時間 D が基準時間 D_c 以上となっているか否かを判定する。つまり、故障診断条件が成立 ($T > T_c$) した後に、基準時間を経過させることによって冷却水温度を上昇させて、後述するサーモスタット 1 3 の故障診断の誤診断を防止する。そして、 $D < D_c$ の場合には基準時間を経過していないので一旦処理を抜け、基準時間が経過するまで待機する。 $D > D_c$ の場合には基準時間が経過しているので、ステップ S 7 3 に移る。なお、基準時間 D_c は 1 分以下を目安とするのが望ましい。 30

【 0 0 4 3 】

そして、ステップ S 7 3 ~ S 7 5 において、サーモスタット 1 3 の故障診断を実施する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 7 3 では、コントローラ 3 0 は、シリンダブロック 2 1 に設置された温度センサ 2 3 によってジャケット 2 2 を流れる冷却水温度を検出し、その実測値 T_r が基準温度 T_c 以上となっているか否かを判定する。 40

【 0 0 4 5 】

つまり、サーモスタット 1 3 が正常に作動している場合には、サーモスタット 1 3 は開弁状態にあるので、冷却水はバイパス流路 1 0 c を流れており、基準時間の経過とともに冷却水温度の実測値 T_r は上昇し、基準温度 T_c 以上となる。一方、サーモスタット 1 3 が開固着して故障している場合には、冷却水はラジエータ 1 1 に流入して放熱するため基準時間を経過しても冷却水温度の実測値 T_r は上昇せず、基準温度 T_c よりも小さくなる。このように本実施形態では、冷却水温度の実測値 T_r が基準温度 T_c 以上になっているか否かを判定することでサーモスタット 1 3 の開固着による故障を診断する。そして、 $T_r > T_c$ の場合にはステップ S 7 4 に移り、 $T_r < T_c$ の場合にはステップ S 7 5 に移る。

【 0 0 4 6 】

ステップS 7 4では、コントローラ3 0は、サーモスタット1 3は閉弁しており、正常に作動しているとして正常(O K)判定し、処理を終了する。

【0 0 4 7】

ステップS 7 5では、コントローラ3 0は、サーモスタット1 3が開固着しており、正常に作動していないとして、故障(N G)判定する。そして、故障(N G)判定の場合には、図示しない警告装置によってサーモスタット1 3が故障していることを運転者に警告し、処理を終了する。

【0 0 4 8】

図4は、エンジン発熱量算出処理を示すフローチャートである。

【0 0 4 9】

ステップS 1 1では、コントローラ3 0はエンジン2 0のエンジン回転速度を読み込む。

【0 0 5 0】

ステップS 1 2では、コントローラ3 0は燃料噴射量を制御する燃料噴射パルス幅を読み込む。

【0 0 5 1】

ステップS 1 3では、コントローラ3 0は読み込んだエンジン回転速度と燃料噴射パルス幅とから発熱量推定値 q を決定する。この発熱量推定値 q は、図5に示すような予め記憶したエンジン回転速度 燃料噴射パルス幅特性から決定する。

【0 0 5 2】

図5は、エンジン回転速度と燃料噴射パルス幅とから求められる発熱量推定値 q を示す図である。横軸はエンジン回転速度を示し、縦軸は燃料噴射パルス幅を示す。図5に示すように、エンジン回転速度及び燃料噴射パルス幅が大きくなるにしたがってエンジン2 0からの発熱量推定値 q は大きくなる。

【0 0 5 3】

ステップS 1 4では、エンジン2 0からの発熱量は燃料の点火時期によって変化するため、コントローラ3 0はROMに格納された特性マップに基づいて点火時期から点火時期補正係数 Ka を設定する。なお、この点火時期補正係数 Ka の特性マップは、予め実験を通じて設定される。

【0 0 5 4】

ステップS 1 5では、コントローラ3 0は、点火時期補正係数 Ka と発熱量推定値 q とからエンジン2 0からの発熱量であるエンジン発熱量 Q を次式によって算出する。

【0 0 5 5】

【数3】

$$Q = q \times Ka$$

Q : エンジン発熱量

q : 発熱量推定値

Ka : 点火時期補正係数

【0 0 5 6】

図6は、シリンダブロック放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【0 0 5 7】

ステップS 2 1では、コントローラ3 0は、ジャケット2 2を流れる冷却水のジャケット冷却水流量 $W1$ を決定する。ジャケット冷却水流量 $W1$ は、図3に示したように予め実験などによって設定した第1ポンプ駆動時のエンジン回転速度 冷却水流量特性に基づいて、エンジン回転速度に応じて決定する。

【0 0 5 8】

ステップS 2 2では、コントローラ3 0は、エンジン2 0のシリンダブロック2 1に設置された温度センサ2 3によって、ジャケット内を流れる冷却水の冷却水温度 $T1$ を読み込む。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

ステップ S 2 3 では、コントローラ 3 0 は、図示しない吸気温度センサからの信号に基づいて吸気温度 T A N を読み込む。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 2 4 では、コントローラ 3 0 は、ジャケット 2 2 を流れる冷却水がシリンダブロック 2 1 から放熱するときのシリンダブロック放熱量 Q 1 を算出する。このシリンダブロック放熱量 Q 1 は次式によって算出される。

【 0 0 6 1 】

【 数 4 】

$$Q1 = W1 \times C1 (T1 - TAN)$$

Q1 : シリンダブロック放熱量
 W1 : ジャケット内を流れる冷却水の流量
 C1 : シリンダブロックの比熱
 T1 : ジャケット内を流れる冷却水の温度
 TAN : 吸気温度

10

【 0 0 6 2 】

図 7 は、ラジエータ放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 3 1 では、コントローラ 3 0 は、ラジエータ 1 1 を流れる冷却水の冷却水流量 W 2 を決定する。ここで、ラジエータ 1 1 を流れる冷却水の冷却水流量 W 2 は、図 3 に示したように予め設定された第 1 ポンプ駆動時のエンジン回転速度 冷却水流量特性に基づいて、エンジン回転速度に応じて決定する。サーモスタット 1 3 の故障診断は、サーモスタット 1 3 が正常であれば閉弁状態にある冷却水温度範囲で実施されるので、ラジエータ 1 1 に流入する冷却水の流量はジャケット 2 2 やヒータ 1 5 を流れる冷却水の流量と比較して小さい。

20

【 0 0 6 4 】

ステップ S 3 2 では、コントローラ 3 0 は、ラジエータ内を流れる冷却水の冷却水温度 T 2 を読み込む。この冷却水温度 T 2 は、シリンダブロック 2 1 に設置された温度センサ 2 3 によって検出したジャケット内の冷却水温度を代用する。なお、ラジエータ 1 1 に温度センサを別途備え、その温度センサによってヒータ内を流れる冷却水温度を検出するようにしてもよい。

30

【 0 0 6 5 】

ステップ S 3 3 では、コントローラ 3 0 は、図示しない吸気温度センサからの信号に基づいて吸気温度 T A N を読み込む。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 3 4 では、コントローラ 3 0 は、冷却水がラジエータ 1 1 で放熱するときのラジエータ放熱量 Q 2 を算出する。このラジエータ放熱量 Q 2 は、冷却水流量 W 2 及び冷却水温度 T 2 のほか、ラジエータ外面を構成する材料の熱貫流率 K 2 とラジエータ内の冷却水流路長 L 2 とに基づいて次式によって算出される。

40

【 0 0 6 7 】

【数5】

$$Q2 = W2(T2 - TAN) \times \exp\left(\frac{-K2 \times L2}{W2}\right)$$

- Q2 : ラジエータ放熱量
 W2 : ラジエータ内を流れる冷却水の流量
 T2 : ラジエータ内を流れる冷却水の温度
 TAN : 吸気温度
 K2 : ラジエータ外面を構成する部材の熱貫流率
 L2 : ラジエータ内の冷却水流路長

10

【0068】

図8は、ヒータ放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【0069】

本実施形態では、運転者が図示しない空調装置を操作して暖房を強めた場合など、所定の運転条件になったときに第2ポンプ14を駆動して、循環流路内の冷却水流量を増加する。第2ポンプが駆動すると循環流路内を流れる冷却水の流量が変化するが、第2ポンプはヒータ15での放熱を促進するために駆動されるので、特に冷却水流量の変化によってヒータ15で放熱する放熱量に与える影響が大きい。そこで、本実施形態ではヒータ15によるヒータ放熱量Q3を算出する場合には、ステップS41～S43において、第2ポンプの駆動状態に応じて冷却水流量を設定する。

20

【0070】

ステップS41では、コントローラ30は、第2ポンプ14が駆動しているか否かを判定する。第2ポンプが駆動しているか否かは、第2ポンプ14への駆動電圧を検出して判定する。第2ポンプ14が駆動していない場合には、冷却水は第1ポンプ12のみによって循環していると判定し、ステップS42に移る。また、第2ポンプ14が駆動している場合には、冷却水は第1ポンプ12と第2ポンプ14とによって循環していると判定し、ステップS43に移る。

【0071】

ステップS42では、コントローラ30は、第2ポンプ14が駆動していないときにヒータ15を流れる冷却水の冷却水流量W3を決定し、ステップS44に移る。ここで、第2ポンプ非駆動時の冷却水流量W3は、図3に示したように、第1ポンプ駆動時のエンジン回転速度 冷却水流量マップに基づいて、エンジン回転速度に応じて決定する。

30

【0072】

ステップS43では、コントローラ30は、第2ポンプ14が駆動しているときにヒータ15を流れる冷却水の冷却水流量W3を決定し、ステップS44に移る。ここで、第2ポンプ駆動時の冷却水流量W3は、図9に示すようなエンジン回転速度 冷却水流量マップに基づいて、エンジン回転速度に応じて決定する。

【0073】

図9は、第2ポンプ駆動時のエンジン回転速度と冷却水流量との関係を示す図である。横軸はエンジン回転速度を示す、縦軸はヒータ15を流れる冷却水の流量を示す。また、一点鎖線は第1ポンプ12のみによって冷却水を循環している場合を示し、実線は第2ポンプ14を駆動して、第1ポンプ12と第2ポンプ14とによって冷却水を循環している場合を示す。図9の実線に示すように、第2ポンプ14を駆動すると冷却水は第1ポンプ12と第2ポンプ14とによって循環するので、第1ポンプ12のみを駆動させた場合と比較して、同じエンジン回転速度における冷却水流量は大きくなるように設定されている。そして、第2ポンプ14を作動している場合には、図9の実線に基づいてヒータ15を流れるヒータ冷却水流量W3を決定する。

40

【0074】

ステップS44では、コントローラ30は、ヒータ内を流れる冷却水の冷却水温度T3を読み込む。この冷却水温度T3は、シリンダブロック21に設置された温度センサ23

50

によって検出したジャケット内の冷却水温度を代用する。なお、ヒータ15に温度センサを別途備え、その温度センサによってヒータ内を流れる冷却水温度を検出するようにしてもよい。

【0075】

ステップS45では、コントローラ30は、図示しない吸気温度センサからの信号に基づいて吸気温度TANを読み込む。

【0076】

ステップS46では、コントローラ30は、冷却水がヒータ15で放熱するときのヒータ放熱量Q3を算出する。このヒータ放熱量Q3は、冷却水流量W3、冷却水温度T3及び吸気温度TANのほか、ヒータ表面と大気との熱貫流率K3とヒータ内部の冷却水流路長L3とに基づいて次式によって算出する。

【0077】

【数6】

$$Q3 = W3(T3 - TAN) \times \exp\left(\frac{-K3 \times L3}{W3}\right)$$

Q3 : ヒータ放熱量

W3 : ヒータ内を流れる冷却水の流量

T3 : ヒータ内を流れる冷却水の温度

TAN : 吸気温度

K3 : ヒータ表面と大気との間の熱貫流率

L3 : ヒータ内の冷却水流路長

【0078】

図10は、本実施形態のサーモスタット13の故障診断を示すタイムチャートである。ここで、横軸は時間を示し、縦軸は冷却水温度を示す。実線は推定温度Tを示す。また、破線はサーモスタットが正常に作動している場合の冷却水温度の実測値Trを示し、一点鎖線はサーモスタットが開固着によって故障している場合の冷却水温度の実測値Trを示す。

【0079】

エンジン20はエンジン始動と同時に発熱するので、温度センサ23によって検出される冷却水温度の実測値Trはエンジンの始動とともに上昇する。同時に、エンジン発熱量Q、シリンダブロック放熱量Q1、ラジエータ放熱量Q2及びヒータ放熱量Q3などから算出(ステップS10~S60)される冷却水の推定温度Tも上昇する。

【0080】

そして、時刻t1において、冷却水の推定温度Tが基準温度Tcに達すると、サーモスタット13の故障診断条件が成立したと判定する(ステップS71)。この故障診断条件成立後から基準時間Dcが経過するまでは冷却水の温度を上昇させる(ステップS72)。診断条件成立後から基準時間Dcが経過した時刻t2において、温度センサ23によって冷却水温度の実測値Trを検出する。

【0081】

ここで、図10の破線に示すように、時刻t2において、冷却水温度の実測値Trが基準温度Tc以上になっている場合には、コントローラ30は、サーモスタット13が開固着しており正常に作動しているとして正常(OK)判定する(ステップS74)。一方、図10の一点鎖線に示すように、時刻t2において、冷却水温度の実測値Trが基準温度Tcに達していない場合には、コントローラ30は、サーモスタット13が開固着しており、正常に作動していないとして故障(NG)判定する。

【0082】

以上により、本実施形態のサーモスタット13の故障診断装置は下記の効果を得ることができる。

【0083】

10

20

30

40

50

本実施形態では、冷却水の推定温度 T が基準温度 T_c を越えてから、すなわちサーモスタット13が正常に作動しているならば実際の冷却水温度が十分に上昇している状態において、冷却水温度の実測値 T_r が基準温度 T_c よりも低い場合にサーモスタット13が故障していると診断する。そのため、サーモスタット13の故障を直接的に診断することができるのと同時に診断精度の向上を図ることができる。

【0084】

また、本実施形態では、推定温度 T に基づいてサーモスタット13の故障診断を開始する。実際の冷却水温度が所定温度以上となったときにサーモスタット13の故障の診断を開始する方法も考えられるが、サーモスタット13が故障している場合にはそもそも冷却水温度が上昇しないので故障診断を開始できないおそれがある。これに対して本願発明では、必ず診断を開始することができ、診断精度が向上する。

10

【0085】

さらに、推定温度 T が基準温度 T_c に達して診断条件が成立してから基準時間 D_c を経過した後にサーモスタット13の故障を診断する。そのため、サーモスタット13が正常に作動している場合に冷却水温度の実測値 T_r と推定温度 T とに僅かなずれがあった場合であっても、冷却水温度を基準温度 T_c まで確実に上昇させることができるので、誤診断を防止することができる。

【0086】

さらに、第2ポンプ14の駆動状態に応じてヒータ15に流れる冷却水の流量 W_3 を決定するので、ヒータ放熱量 Q_3 を精度よく算出することができ、推定温度 T をより正確に算出することができる。そのため、故障診断開始条件の判定精度が向上し、診断精度の向上を図ることができる。

20

【0087】

本発明は上記した実施形態に限定されずに、その技術的な思想の範囲内において種々の変更がなし得ることは明白である。例えば、図1において、第2ポンプ14は第2循環流路10bに設置したが、第2ポンプを第1ポンプ12と直列にして第1循環流路10aに設置するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】エンジンの冷却水を流す循環流路を示す図である。

30

【図2】サーモスタットの故障診断を実施する制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】第1ポンプ駆動時のエンジン回転速度と冷却水流量との関係を示す図である。

【図4】エンジン発熱量算出処理を示すフローチャートである。

【図5】発熱量推定値 q を決定するためのマップを示す図である。

【図6】シリンダブロック放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【図7】ラジエータ放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【図8】ヒータ放熱量算出処理を示すフローチャートである。

【図9】第2ポンプ駆動時のエンジン回転速度と冷却水流量との関係を示す図である。

【図10】サーモスタットの故障診断を示すタイムチャートである。

40

【符号の説明】

【0089】

1 循環流路

10a 第1循環流路

10b 第2循環流路

10c バイパス流路

11 ラジエータ

12 第1ポンプ(循環手段)

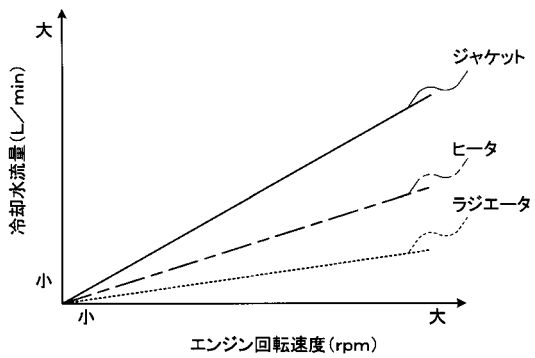
13 サーモスタット(弁機構)

14 第2ポンプ(流量増加手段)

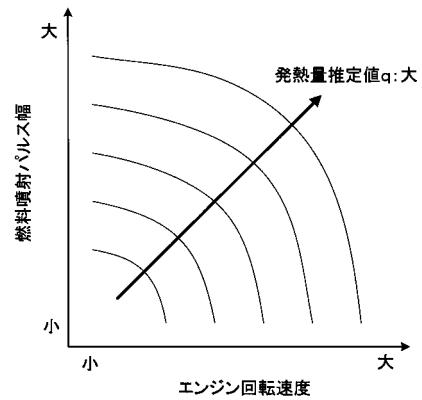
50

- 15 ヒータ
- 20 エンジン
- 21 シリンダブロック
- 22 ジャケット
- 23 温度センサ (実温度検出手段)
- 30 コントローラ
- ステップS40 ヒータ放熱量算出手段
- ステップS60 温度推定手段
- ステップS71 ~ S75 故障判定手段

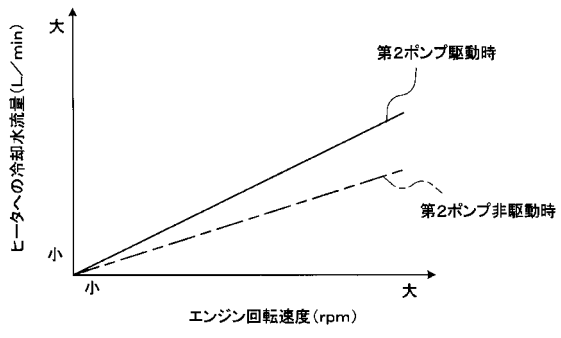
【図3】



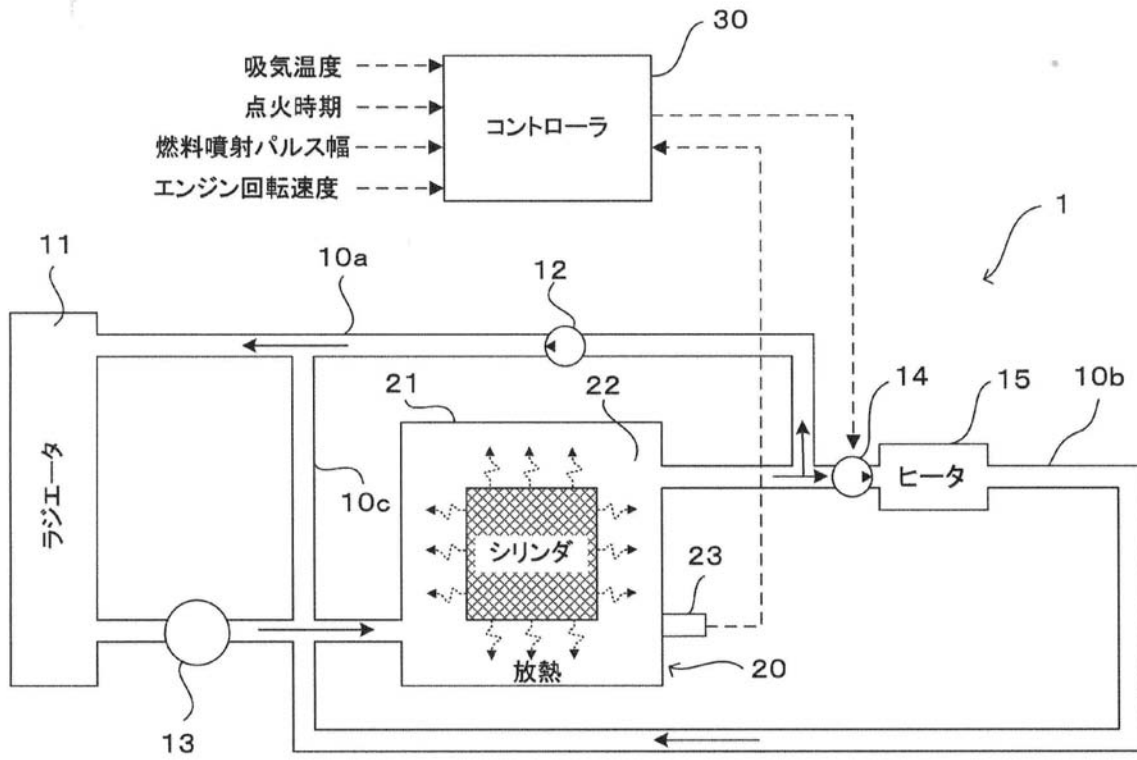
【図5】



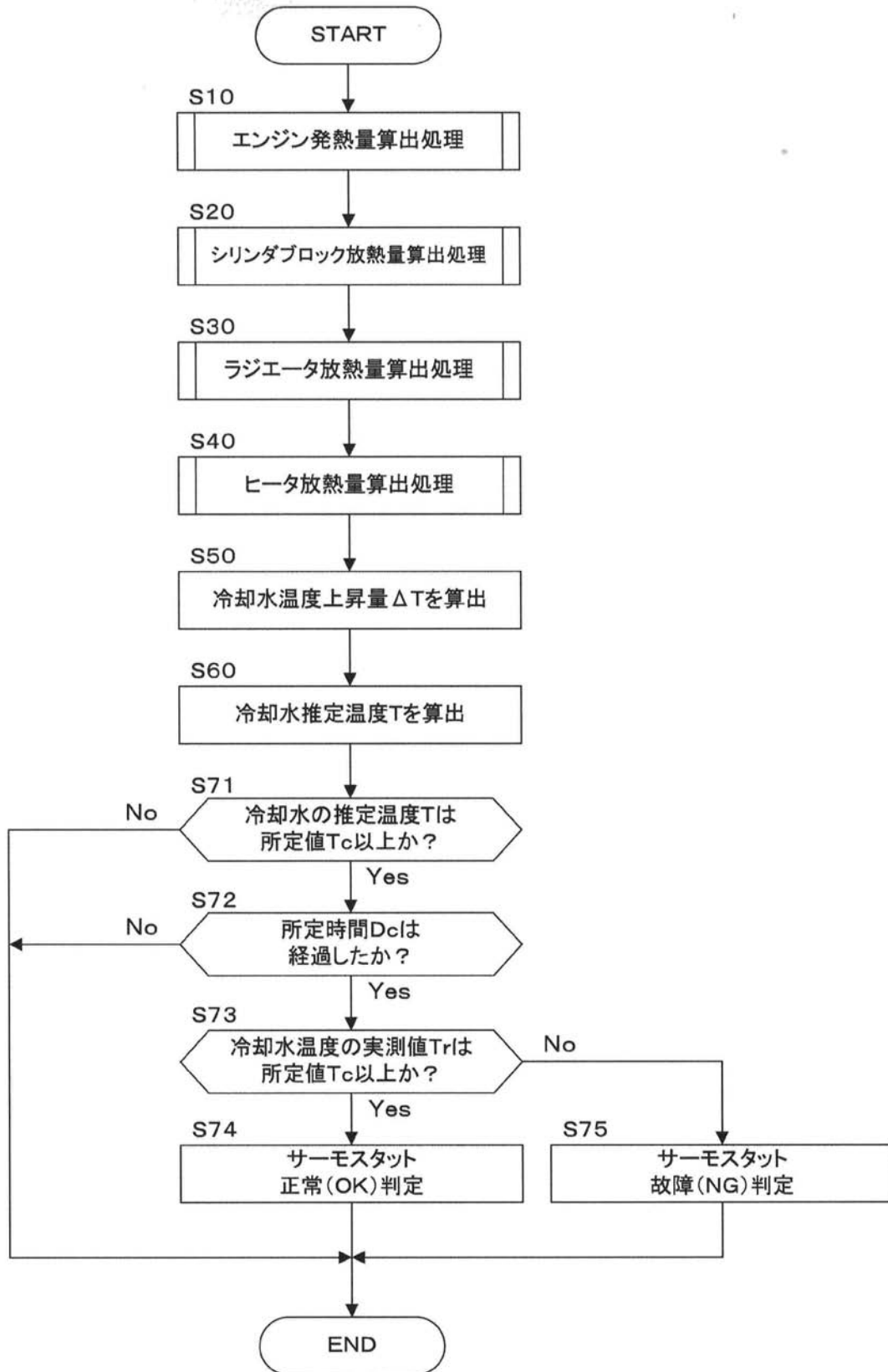
【図9】



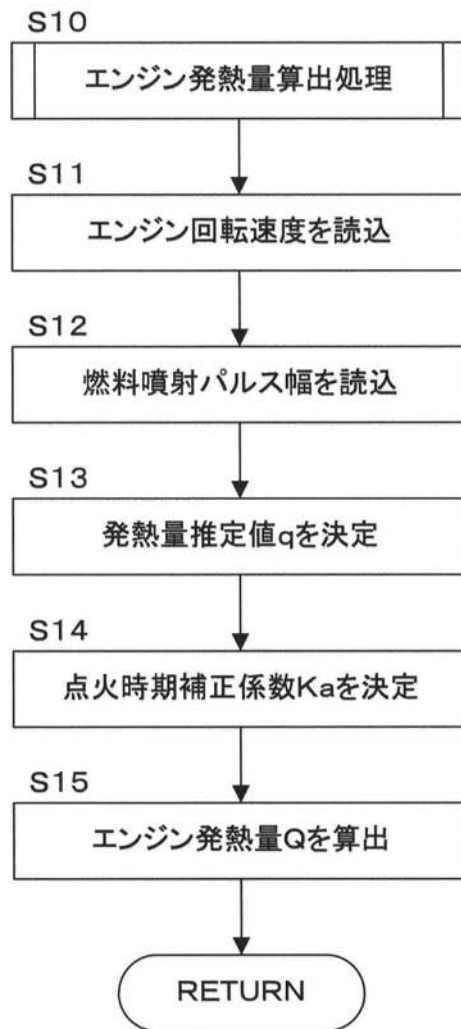
【図1】



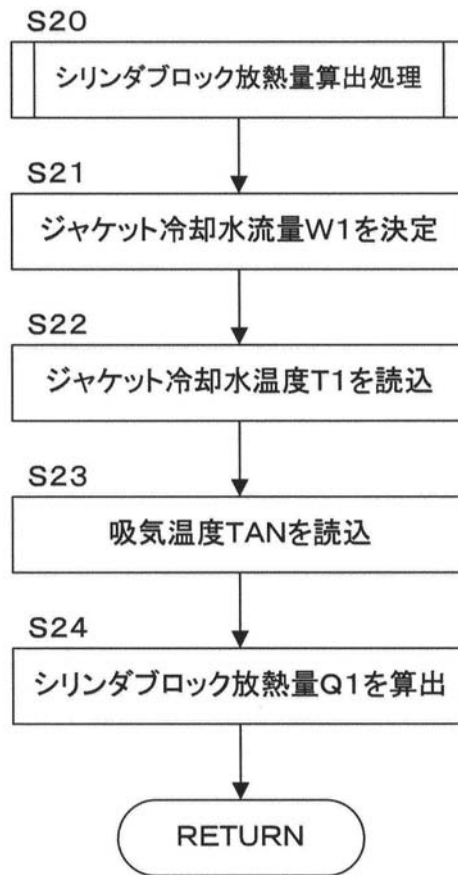
【図2】



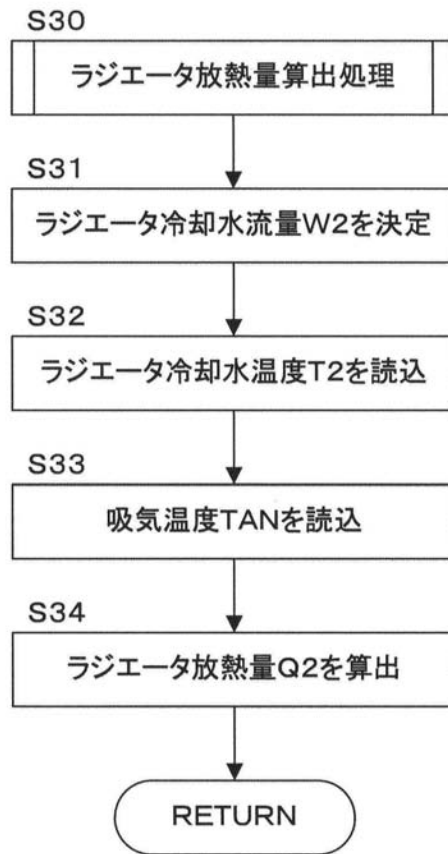
【図4】



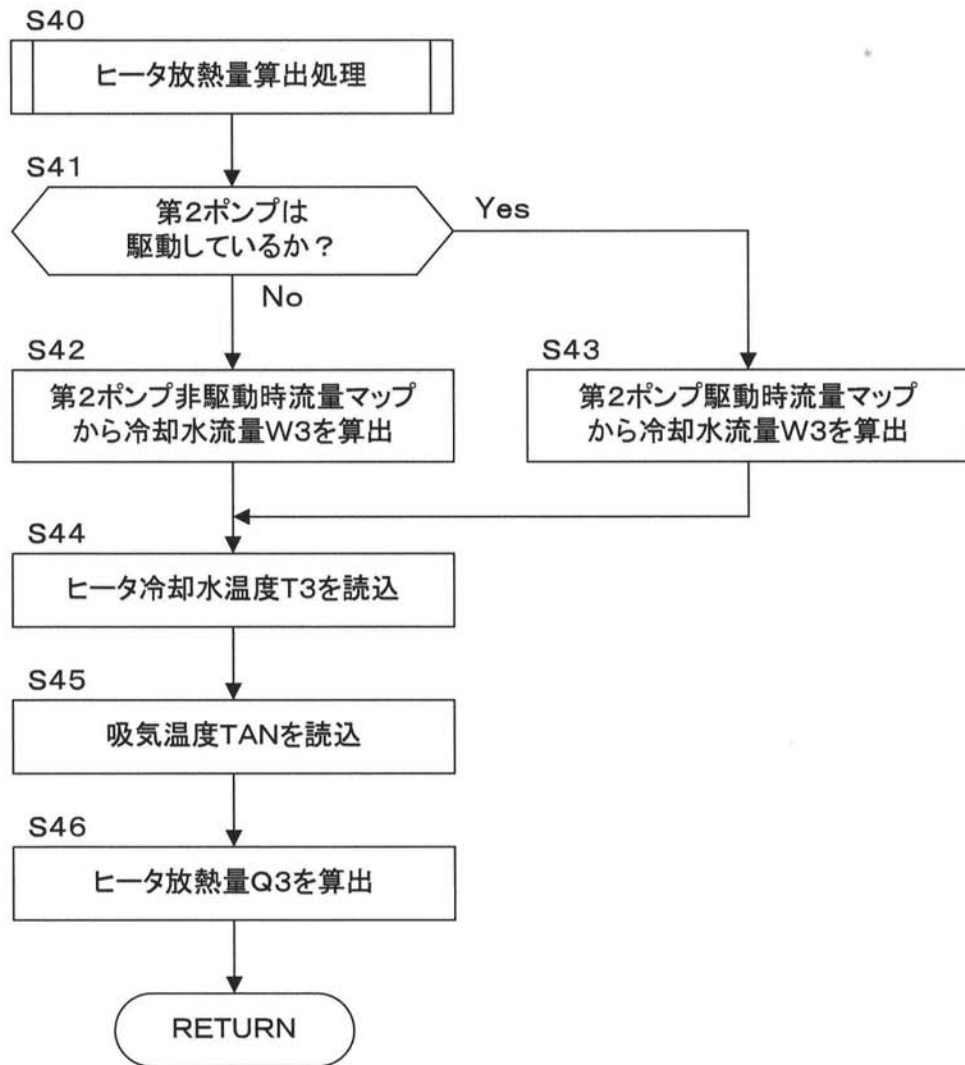
【図6】



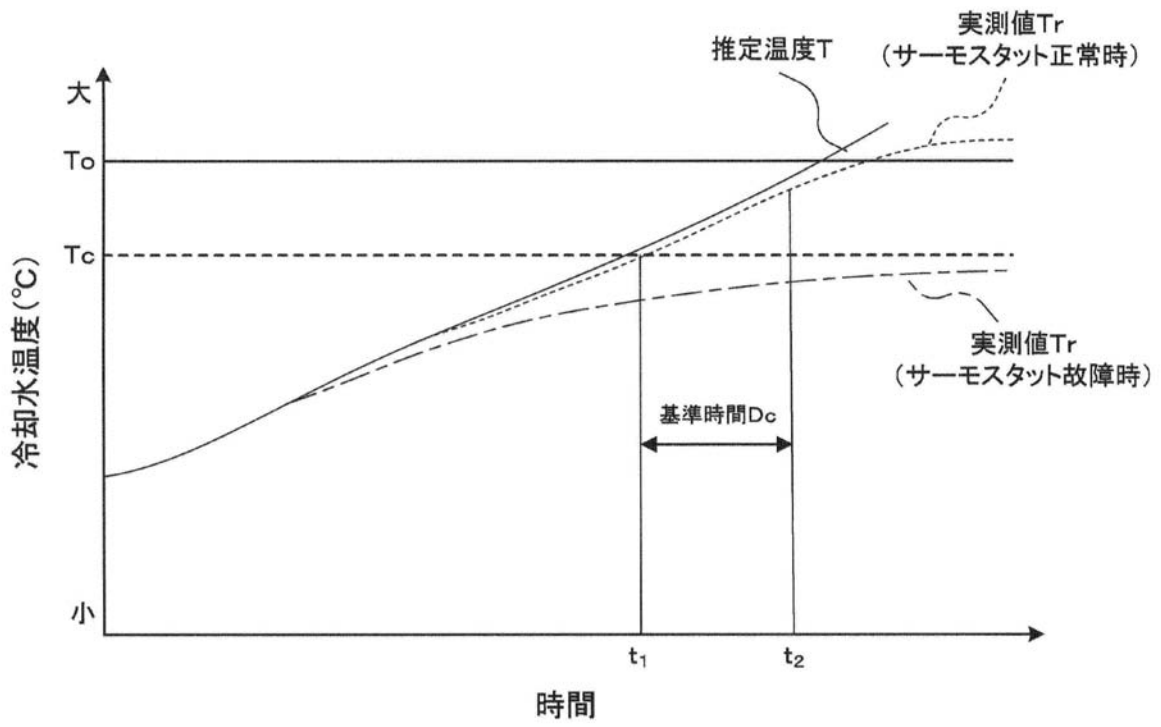
【図7】



【図8】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 今野 正希
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 橋本 しのぶ

(56)参考文献 特開2003-227337(JP,A)
特開2006-097595(JP,A)
特開2005-163795(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01P 11/16
F01P 7/16
F02D 45/00