

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-97352
(P2009-97352A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.

F01P 7/16 (2006.01)

F I

F O 1 P 7/16 5 O 2 A
F O 1 P 7/16 5 O 2 L
F O 1 P 7/16 5 O 2 H

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2007-267083 (P2007-267083)
(22) 出願日 平成19年10月12日 (2007.10.12)

(71) 出願人 000003137
マツダ株式会社
広島県安芸郡府中町新地3番1号
(74) 代理人 100077931
弁理士 前田 弘
(74) 代理人 100110939
弁理士 竹内 宏
(74) 代理人 100110940
弁理士 嶋田 高久
(74) 代理人 100113262
弁理士 竹内 祐二
(74) 代理人 100115059
弁理士 今江 克実
(74) 代理人 100115691
弁理士 藤田 篤史

最終頁に続く

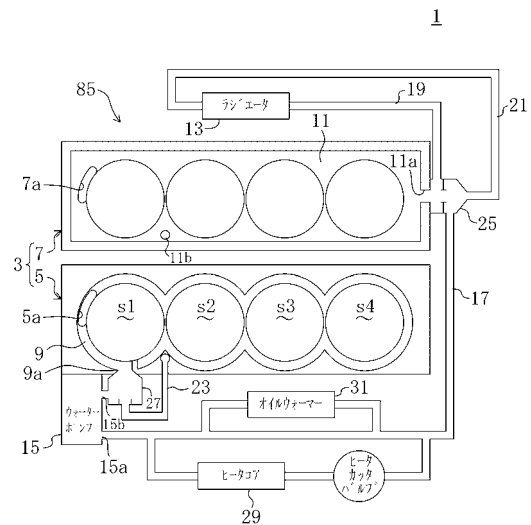
(54) 【発明の名称】 エンジンの冷却装置

(57) 【要約】

【課題】冷間始動時の燃費低減を図るとともに、冷間始動直後に高負荷運転に移行する際のサーモスタット弁の開弁動作の応答遅れを抑制できるエンジンの冷却装置を提供する。

【解決手段】主冷却水回路85のウォータポンプ15上流側に設けられ、開弁時には冷却水を主冷却水通路側に、閉弁時には冷却水を第1バイパス通路17側に流通させる第1サーモスタット弁25と、該ウォータポンプ15下流側に設けられ、開弁時には冷却水を主冷却水通路側に、閉弁時には冷却水を第2バイパス通路23側に流通させる第2サーモスタット弁27とを備えたエンジンの冷却装置1である。第1サーモスタット弁25は第2サーモスタット弁27よりも開弁開始温度及び全開温度が高く設定されている。第2サーモスタット弁27の開弁時の冷却水流量変化率が、第1所定温度T1未満のときは、冷却水の温度が該第1所定温度T1以上のときよりも小さく設定されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリンダブロックのウォータジャケット、シリンダヘッドのウォータジャケット、ラジエータ、ウォータポンプが冷却水の循環方向においてこの順に介設された主冷却水回路と、上記主冷却水回路に設けられ、ラジエータを迂回する第 1 バイパス通路と、上記主冷却水回路のウォータポンプ下流側から分岐し、上記シリンダブロックのウォータジャケットを迂回して上記シリンダヘッドのウォータジャケットと連通する第 2 バイパス通路とを備え、冷間始動時に冷却水を上記第 1 及び第 2 バイパス通路に流通させるエンジンの冷却装置であって、

上記主冷却水回路の上記ウォータポンプ上流側に設けられ、冷却水の温度に応じて開閉し、開弁時には冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、閉弁時には冷却水を上記第 1 バイパス通路側に流通させる第 1 サーモスタット弁と、

上記主冷却水回路の上記ウォータポンプ下流側に設けられ、冷却水の温度に応じて開閉し、開弁時には冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、閉弁時には冷却水を上記第 2 バイパス通路側に流通させる第 2 サーモスタット弁とをさらに備え、

上記第 1 サーモスタット弁の開弁開始温度が上記第 2 サーモスタット弁の開弁開始温度よりも高く設定されているとともに、上記第 1 サーモスタット弁の全開温度が上記第 2 サーモスタット弁の全開温度よりも高く設定され、

冷却水の温度変化に伴う上記第 2 サーモスタット弁の開弁時の冷却水流量変化率が、冷却水の温度が上記第 1 サーモスタット弁の開弁開始温度よりも低い第 1 所定温度未満のときは、該第 1 所定温度以上のときよりも小さく設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載のエンジンの冷却装置において、

上記第 2 サーモスタット弁は、冷却水を上記主冷却水回路側に流通させるための流通孔が形成された弁座と、弁体とを有し、

上記弁座と上記弁体との間には、上記流通孔に冷却水を流通させるための弁通路が形成され、

上記弁体は、上記第 2 サーモスタット弁の開弁時に、上記弁座から離れるように変位して上記弁通路を開くことにより冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、上記第 2 サーモスタット弁の閉弁時に、上記弁座に当接して上記流通孔を塞ぐことにより冷却水を上記第 2 バイパス通路側に流通させ、

冷却水の温度変化に伴う上記第 2 サーモスタット弁の開弁時の上記弁通路の面積変化率が、冷却水の温度が上記第 1 所定温度未満のときは、冷却水の温度が該第 1 所定温度以上のときよりも小さく設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【請求項 3】

請求項 2 記載のエンジンの冷却装置において、

上記弁座は、上記流通孔が形成された円環状の弁座板を有し、

上記弁体は、上記第 2 サーモスタット弁の閉弁時に上記弁座板に当接する円環状の底壁部と、該底壁部の内周縁部から弁体変位方向に延びて該内周縁部から離れるに従って径方向内側に傾斜し、上記流通孔に対し弁体変位方向に抜き差し可能な略筒状の立壁部とを有し、

上記弁通路は、上記弁座板と上記立壁部との間に形成されるものであり、

上記立壁部は、上記第 2 サーモスタット弁の開弁時に上記弁座板から離れるように変位して上記弁通路を開き、

上記立壁部の弁体変位方向長さが、上記第 1 所定温度のときに該立壁部が上記流通孔から抜けるような長さに設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載のエンジンの冷却装置において、

上記第 2 サーモスタット弁の開弁時の冷却水流量が、冷却水の温度が上記第 1 所定温度

10

20

30

40

50

未満のときは、一定になるように設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載のエンジンの冷却装置において、

上記第 2 サーモスタット弁は、冷却水を上記主冷却水回路側に流通させるための流通孔が形成された弁座と、弁体とを有し、

上記弁座と上記弁体との間には、上記流通孔に冷却水を流通させるための弁通路が形成され、

上記弁体は、上記第 2 サーモスタット弁の開弁時に、上記弁座から離れるように変位して上記弁通路を開くことにより冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、上記第 2 サーモスタット弁の閉弁時に、上記弁座に当接して上記流通孔を塞ぐことにより冷却水を上記第 2 バイパス通路側に流通させ、

上記第 2 サーモスタット弁の開弁時の上記弁通路の面積が、冷却水の温度が上記第 1 所定温度未満のときは、一定になるように設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載のエンジンの冷却装置において、

上記弁座は、上記流通孔が形成された円環状の弁座板を有し、

上記弁体は、上記第 2 サーモスタット弁の閉弁時に上記弁座板に当接する円環状の底壁部を備え、

上記弁通路は、上記弁座板と上記底壁部との間に形成されるものであり、

上記弁座板には、上記弁通路の面積変化を規制するために、上記底壁部を囲むように弁体変位方向に延びる筒状の制限壁部が形成され、

上記制限壁部の弁体変位方向長さが、上記第 1 所定温度のときに上記底壁部が該制限壁部から抜けるような長さに設定されていることを特徴とするエンジンの冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの冷却装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、シリンダブロック及びシリンダヘッドにウォータジャケットをそれぞれ形成し、冷却水の温度が低いときはシリンダブロックのウォータジャケットを迂回してシリンダヘッドのウォータジャケットにのみ冷却水を流通させ、さらに、冷却水の温度が高くなるとラジエータを介して冷却水を循環させるエンジンの冷却装置が知られている（例えば、特許文献 1 及び 2）。このエンジンの冷却装置によれば、冷間始動時にシリンダヘッドと冷却水との熱交換が積極的に行われることから、冷却水の早期昇温を図れるとともに、シリンダブロックのウォータジャケットには冷却水が流通しないことから、シリンダブロックのシリンダライナ温度を速やかに上昇させることができる。したがって、冷間始動時における暖機運転が速やかに完了するとともに、シリンダブロックにおける燃費の低減を図ることができる。

【0003】

この種のエンジンの冷却装置は、ラジエータへの冷却水の流通を制御するメインサーモスタット弁とは別に、冷却水等の温度に応じてシリンダブロック又はシリンダヘッドのウォータジャケットへの冷却水の流通を切り換えるサブサーモスタット弁を備えており、冷却水等の温度が所定温度以上になるとこのサブサーモスタット弁が開弁し、冷却水がシリンダブロックのウォータジャケットへ流通するよう構成されている。これにより、昇温したシリンダブロックが過度に高温となることが抑制されるので、シリンダブロックにおけるオイル消費の増加や、シリンダライナの焼き付き等を抑制できる。

【0004】

このようなサブサーモスタット弁として、例えば、特許文献 1 では電磁式のものが用い

10

20

30

40

50

られているが、電磁式サーモスタット弁を用いると冷却装置のコストが嵩むとともに、回路のレイアウトが困難となることから、ワックス（熱膨張体）を内蔵したワックス・ペレット型サーモスタット弁（以下、単にサーモスタット弁という）が用いられることが多い。サーモスタット弁の基本的な構成は、以下の通りである。つまり、冷却水を流通させるための流通孔が形成された弁座と、ワックスが内蔵されるとともにスプリングが取り付けられた弁体とを備え、ワックスの膨張力により弁体を弁座から離れるように変位させて弁座との間の弁通路を開く一方、スプリングの付勢力により弁体を弁座に当接させて流通孔を塞ぐことで、弁の開閉を行うようになっている。

【特許文献 1】特開平 10 - 110654 号公報

【特許文献 2】特開平 6 - 193443 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、サーモスタット弁に内蔵されたワックスは所定の熱容量を有しているため、高温の冷却水に浸されても直ぐには膨張せず、それ自体が十分に暖まってから膨張し始めるという性質を有している。このため、上記エンジンの冷却装置では、サブサーモスタット弁に高温の冷却水が流入しても、サブサーモスタット弁は直ぐには開弁しないので、シリンダブロックの冷却要求に対して応答が遅れることがある。

【0006】

このようなワックスの特性は、例えば、エンジンをかけた後暖機運転が完了するまで低負荷運転する場合には、冷却水が徐々に昇温する過程でワックスも徐々に暖まり、冷却水の昇温にともなって開弁時の冷却水流量が変化することから問題とならない。しかしながら、例えば、高速道路においてサービスエリアで車両を駐車した後に本車線に合流する際など、エンジンをかけた後暖機運転が完了する前に高負荷高回転運転に移行する場合には、ワックスの特性に起因して以下の問題が生じる。

【0007】

冷間始動時に高負荷高回転運転に移行すると、シリンダブロックに非常に高い負荷がかかりシリンダライナ温度が早期に昇温する。このとき、シリンダヘッドも昇温するので冷却水も直ぐに高温になるが、サブサーモスタット弁に内蔵されたワックスが膨張するまでに時間がかかり、シリンダライナ温度が高温になっているにも拘わらず、シリンダブロックのウォータジャケットに冷却水が流通しない状態が続く。このようにシリンダブロックの冷却が必要なときにサブサーモスタット弁が開弁しないと、シリンダブロックにおけるオイル消費が悪化し、最悪の場合にはシリンダライナの焼き付きが起こるおそれがある。

【0008】

そこで、サブサーモスタット弁の開弁動作の応答遅れを抑制するために、サブサーモスタット弁の開弁開始温度を低く設定し、冷間始動時初期にシリンダブロックのウォータジャケットに冷却水を流通させることが考えられる。しかしながら、シリンダブロックの温度が高くなっていない状態で、そのウォータジャケットに冷却水を流通させると、シリンダブロックの昇温が促進されないことからオイルのせん断抵抗が低下せず、シリンダライナとピストンとの抵抗が低減されないため、燃費の悪化を招くことになる。

【0009】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、エンジンの冷却装置において、冷間始動時における燃費の低減を図るとともに、冷間始動直後に高負荷運転に移行するときのサーモスタット弁の開弁動作の応答遅れを抑制する技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第 1 の発明は、シリンダブロックのウォータジャケット、シリンダヘッドのウォータジャケット、ラジエータ、ウォータポンプが冷却水の循環方向においてこの順に介設された主冷却水回路と、上記主冷却水回路に設けられ、ラジエータを迂回する第 1 バイパス通路

10

20

30

40

50

と、上記主冷却水回路のウォータポンプ下流側から分岐し、上記シリンダブロックのウォータジャケットを迂回して上記シリンダヘッドのウォータジャケットと連通する第2バイパス通路とを備え、冷間始動時に冷却水を上記第1及び第2バイパス通路に流通させるエンジンの冷却装置であって、上記主冷却水回路の上記ウォータポンプ上流側に設けられ、冷却水の温度に応じて開閉し、開弁時には冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、閉弁時には冷却水を上記第1バイパス通路側に流通させる第1サーモスタット弁と、上記主冷却水回路の上記ウォータポンプ下流側に設けられ、冷却水の温度に応じて開閉し、開弁時には冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、閉弁時には冷却水を上記第2バイパス通路側に流通させる第2サーモスタット弁とをさらに備え、上記第1サーモスタット弁の開弁開始温度が上記第2サーモスタット弁の開弁開始温度よりも高く設定されているとともに、上記第1サーモスタット弁の開弁開始温度が上記第2サーモスタット弁の開弁開始温度よりも高く設定され、冷却水の温度変化に伴う上記第2サーモスタット弁の開弁時の冷却水流量変化率が、冷却水の温度が上記第1サーモスタット弁の開弁開始温度よりも低い第1所定温度未満のときは、該第1所定温度以上のときよりも小さく設定されていることを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0011】

第1の発明では、第2サーモスタット弁は冷却水の温度が低いときに開弁し、かつ、冷却水の温度が第1所定温度未満のときは、冷却水の温度が該第1所定温度以上のときよりも開弁時の冷却水流量変化率が小さく設定されている。このように第2サーモスタット弁を冷却水の温度が低いときから開弁させることにより、冷却水が昇温すると熱膨張体が直ぐに膨張を開始する待ち受け温度領域を設けることができる。これにより、冷却水の温度変化に対する第2サーモスタット弁の応答性が高まるので、冷却水の温度が急激に上昇しても、シリンダブロックのウォータジャケットに冷却水を直ちに流通させることができる。したがって、エンジン始動直後の高負荷運転時にシリンダライナの温度応答遅れによる信頼性の低下を抑制できる。

【0012】

また、第1所定温度未満のときはシリンダブロックのウォータジャケットへの冷却水の流通量を少なくするので、冷間始動時にシリンダブロックを高温に保持することができるとともに、シリンダヘッドと冷却水との熱交換が積極的に行われるので冷却水を早期に昇温させることができる。したがって、冷間始動時における暖機運転を速やかに完了させるとともに、冷間始動時における燃費の低減を図ることができる。

【0013】

第2の発明は、上記第1の発明において、上記第2サーモスタット弁は、冷却水を上記主冷却水回路側に流通させるための流通孔が形成された弁座と、弁体とを有し、上記弁座と上記弁体との間には、上記流通孔に冷却水を流通させるための弁通路が形成され、上記弁体は、上記第2サーモスタット弁の開弁時に、上記弁座から離れるように変位して上記弁通路を開くことにより冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、上記第2サーモスタット弁の閉弁時に、上記弁座に当接して上記流通孔を塞ぐことにより冷却水を上記第2バイパス通路側に流通させ、冷却水の温度変化に伴う上記第2サーモスタット弁の開弁時の上記弁通路の面積変化率が、冷却水の温度が上記第1所定温度未満のときは、冷却水の温度が該第1所定温度以上のときよりも小さく設定されていることを特徴とするものである。

【0014】

第2の発明によれば、冷却水の温度が第1所定温度未満のときは、第2サーモスタット弁の弁通路の面積変化率を小さくすることによって、シリンダブロックのウォータジャケットへの冷却水の流通量を少なくできる。したがって、冷却装置の構造を複雑にすることなく、冷間始動時における燃費の低減を図ることができる。

【0015】

第3の発明は、上記第2の発明において、上記弁座は、上記流通孔が形成された円環状の弁座板を有し、上記弁体は、上記第2サーモスタット弁の閉弁時に上記弁座板に当接す

る円環状の底壁部と、該底壁部の内周縁部から弁体変位方向に延びて該内周縁部から離れるに従って径方向内側に傾斜し、上記流通孔に対し弁体変位方向に抜き差し可能な略筒状の立壁部とを有し、上記弁通路は、上記弁座板と上記立壁部との間に形成されるものであり、上記立壁部は、上記第2サーモスタット弁の開弁時に上記弁座板から離れるように変位して上記弁通路を開き、上記立壁部の弁体変位方向長さが、上記第1所定温度のときに該立壁部が上記流通孔から抜けるような長さに設定されていることを特徴とするものである。

【0016】

第3の発明によれば、第2サーモスタット弁の弁体に内側に傾斜した略筒状の弁体壁部を備えるだけの簡単な構造で、冷却水の温度が第1所定温度未満のときは、冷却水の温度変化に伴って弁体を変位させながら、弁通路面積変化率だけを小さくすることができる。

10

【0017】

第4の発明は、上記第1の発明において、上記第2サーモスタット弁の開弁時の冷却水流量が、冷却水の温度が上記第1所定温度未満のときは、一定になるように設定されていることを特徴とするものである。

【0018】

これにより、第1所定温度未満のときはシリンダブロックのウォータジャケットへの冷却水の流通量がより少なくなるので、シリンダブロックをより高温に保持することができる。したがって、冷間始動時における燃費の低減をより一層図ることができる。

【0019】

20

第5の発明は、上記第4の発明において、上記第2サーモスタット弁は、冷却水を上記主冷却水回路側に流通させるための流通孔が形成された弁座と、弁体とを有し、上記弁座と上記弁体との間には、上記流通孔に冷却水を流通させるための弁通路が形成され、上記弁体は、上記第2サーモスタット弁の開弁時に、上記弁座から離れるように変位して上記弁通路を開くことにより冷却水を上記主冷却水回路側に流通させる一方、上記第2サーモスタット弁の閉弁時に、上記弁座に当接して上記流通孔を塞ぐことにより冷却水を上記第2パイパス通路側に流通させ、上記第2サーモスタット弁の開弁時の上記弁通路の面積が、冷却水の温度が上記第1所定温度未満のときは、一定になるように設定されていることを特徴とするものである。

【0020】

30

第5の発明によれば、冷却水の温度が上記第1所定温度未満のときは、第2サーモスタット弁の弁通路の面積を一定にすることによって、シリンダブロックのウォータジャケットへの冷却水の流通量をより少なくできる。したがって、冷却装置の構造を複雑にすることなく、冷間始動時における燃費の低減をより一層図ることができる。

【0021】

第6の発明は、上記第5の発明において、上記弁座は、上記流通孔が形成された円環状の弁座板を有し、上記弁体は、上記第2サーモスタット弁の閉弁時に上記弁座板に当接する円環状の底壁部を備え、上記弁通路は、上記弁座板と上記底壁部との間に形成されるものであり、上記弁座板には、上記弁通路の面積変化を規制するために、上記底壁部を囲むように弁体変位方向に延びる筒状の制限壁部が形成され、上記制限壁部の弁体変位方向長さが、上記第1所定温度のときに上記底壁部が該制限壁部から抜けるような長さに設定されていることを特徴とするものである。

40

【0022】

このように第2サーモスタット弁の弁座に筒状の制限壁部を備えるだけの簡単な構造で、冷却水の温度が第1所定温度未満のときは、冷却水の温度変化に伴って弁体を変位させながら、弁通路の面積変化だけを規制することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、第2サーモスタット弁を冷却水の温度が低い状態から開弁させることによって、冷却水の温度変化に対する第2サーモスタット弁の応答性を高めることができ

50

るので、エンジン始動直後の高負荷運転時にシリンダライナの温度応答遅れによる信頼性の低下を抑制でき、かつ、第1所定温度未満のときはシリンダブロックのウォータジャケットへの冷却水の流通量を少なくするので、冷間始動時における暖機運転を速やかに完了させるとともに、冷間始動時における燃費の低減を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0025】

(実施形態1)

- 冷却装置の全体構成 -

図1は、本実施形態に係るエンジンの冷却装置1の構成を模式的に示す。この冷却装置1は、エンジンの本体部3を構成するシリンダブロック5及びシリンダヘッド7にそれぞれ形成された冷却水通路としてのウォータジャケット9、11と、外気によって冷却水を冷やすために車両の前部等に配設されたラジエータ13と、冷却水を循環させるウォータポンプ15と、冷却水の温度が高くなると開弁して冷却水の循環系統を切り換える第1及び第2サーモスタット弁25、27とを備えている。本発明で言うところの主冷却水回路85とは、シリンダブロック5のウォータジャケット9、シリンダヘッド7のウォータジャケット11、ラジエータ13及びウォータポンプ15を冷却水の循環方向においてこの順に介設したものである。

【0026】

上記シリンダブロック5のウォータジャケット9は、4つのシリンダs1～s4の外周を囲むようにシリンダブロック5の気筒列方向のほぼ全体に亘って形成されている。

【0027】

また、シリンダブロック5のウォータジャケット9は、このシリンダブロック5のトップデッキに形成された連通孔部5aと、シリンダヘッド7のボトムデッキに形成された連通孔部7aとを介して、シリンダヘッド7のウォータジャケット11に連通している。このため、シリンダブロック5のウォータジャケット9を流れる冷却水は、順次シリンダヘッド7のウォータジャケット11に流通するようになっている。

【0028】

上記シリンダヘッド7のウォータジャケット11は、各シリンダs1～s4の吸排気ポートやプラグホール(図示せず)の外周を包み込むようにしてシリンダヘッド7の気筒列方向のほぼ全体に亘って形成されている。

【0029】

シリンダヘッド7のウォータジャケット11の流出口11aと、ウォータポンプ15の吸入口15aとは、上記第1サーモスタット弁25を介して、2系統のルートで接続されている。第1のルートは、シリンダヘッド7のウォータジャケット11の流出口11aと上記ラジエータ13とを接続する第1冷却水通路19、ラジエータ13と第1サーモスタット弁25とを接続する第2冷却水通路21、及び第1サーモスタット弁25と上記ウォータポンプ15の吸入口15aとを接続する第3冷却水通路17を順に通るものである。

【0030】

また、第2のルートは、第1サーモスタット弁25の開弁時に第1サーモスタット弁25内に形成され、ラジエータ13を迂回する第1バイパス通路(弁通路)71(図5参照)、及び第3冷却水通路17を通るものである。なお、第3冷却水通路17には、冷却水を導入して空調風との間で熱交換して暖房風とする暖房用熱交換器としてのヒータコア29と、冷却水と変速機(図示せず)の潤滑油との間で熱交換するオイルウォーマ31とが備えられている。

【0031】

上記ウォータポンプ15の吐出口15bは、上記第2サーモスタット弁27を介して、シリンダブロック5のウォータジャケット9の流入口9aと接続されている。さらに、ウ

10

20

30

40

50

ウォーターポンプ 15 の吐出口 15 b は、第 2 バイパス通路 23 によりシリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 の流入口 11 b とも接続されている。この第 2 バイパス通路 23 は、ウォーターポンプ 15 下流側の第 2 サーモスタット弁 27 を介して分岐し、且つシリンダブロック 5 のウォータージャケット 9 を迂回してシリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 と連通している。

【 0032 】

以上のように構成されたエンジンの冷却装置 1 における冷却水の全体的な流れは、主冷却水回路 85 のウォーターポンプ 15 上流側に設けられた第 1 サーモスタット弁 25 及びウォーターポンプ 15 下流側に設けられた第 2 サーモスタット弁 27 の開閉に応じて、図 2 ~ 図 4 に模式的に示すように変化する。

10

【 0033 】

図 2 は、第 1 サーモスタット弁（メインサーモスタット弁）25 及び第 2 サーモスタット弁（サブサーモスタット弁）27 がともに開いているときの冷却水の流れを示している。ウォーターポンプ 15 から吐出された冷却水は、第 2 サーモスタット弁 27 を通り、シリンダブロック 5 のウォータージャケット 9 に送られる。そして、冷却水はシリンダブロック 5 のウォータージャケット 9 内を流れるとともにシリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 にも流れ、第 1 冷却水通路 19 を通ってラジエータ 13 に至る。ラジエータ 13 で冷却された冷却水は、第 2 冷却水通路 21、第 1 サーモスタット弁 25、及び第 3 冷却水通路 17 を順に通ってウォーターポンプ 15 に戻る。つまり、第 1 及び第 2 サーモスタット弁 25、27 がともに開いているときは、冷却水は主冷却水回路 85 を循環する。

20

【 0034 】

図 3 は、第 1 及び第 2 サーモスタット弁 25、27 がともに閉じているときの冷却水の流れを示している。ウォーターポンプ 15 から吐出された冷却水は、第 2 サーモスタット弁 27 及び第 2 バイパス通路 23 を順に通って、シリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 に送られる。そして、シリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 から流出した冷却水は、第 1 バイパス通路 71 及び第 3 冷却水通路 17 を順に通ってウォーターポンプ 15 に戻る。

【 0035 】

図 4 は、第 1 サーモスタット弁 25 が閉じていて、第 2 サーモスタット弁 27 が開いているときの冷却水の流れを示している。ウォーターポンプ 15 から吐出された冷却水は、第 2 サーモスタット弁 27 を通り、シリンダブロック 5 のウォータージャケット 9 に送られる。そして、冷却水はシリンダブロック 5 のウォータージャケット 9 内を流れるとともにシリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 にも流れる。シリンダヘッド 7 のウォータージャケット 11 から流出した冷却水は、第 1 バイパス通路 71 及び第 3 冷却水通路 17 を順に通ってウォーターポンプ 15 に戻る。

30

【 0036 】

- サーモスタット弁の構成 -

以下、上記第 1 及び第 2 サーモスタット弁 25、27 の構成を詳細に説明する。

【 0037 】

< 第 1 サーモスタット弁 >

40

第 1 サーモスタット弁 25 は、冷却水の温度に応じて開閉するワックス・ペレット型サーモスタット弁であり、図 5 はその閉弁時の状態を、また図 6 はその開弁時の状態をそれぞれ示している。第 1 サーモスタット弁 25 は、第 2 冷却水通路 21 の一部を構成するパイプ状のハウジング 33 内に取り付けられていて、第 1 サーモスタット弁 25 の開弁時に冷却水を弁通路 65 を介して第 3 冷却水通路 17（主冷却水回路 85 側）に流通させる主弁部 35 と、第 1 サーモスタット弁 25 の閉弁時に冷却水を第 1 バイパス通路 71 を介して第 3 冷却水通路 17 に流通させるバイパス弁部 37 とを有しており、該第 1 サーモスタット弁 25 をハウジング 33 に固定するサーモスタット基体部 39 と、このサーモスタット基体部 39 に対し後述する弁体変位方向に相対変位するサーモスタット本体部 41 とを備えている。

50

【0038】

上記サーモスタット基体部39は、ハウジング33に取り付けられるとともに主弁部35の一部をなす弁座43と、この弁座43よりもシリンダヘッド7側（弁体変位方向一方側）に設けられたスプリング支持部45と、弁座43に対しスプリング支持部45とは反対側（弁体変位方向他方側）に設けられた軸支持部47とを備えている。

【0039】

上記弁座43は、円環状の支持板43aと円環状の弁座板43cと略筒状の立壁部43bとを有している。

【0040】

上記支持板43aは、その外周縁部がハウジング33に埋め込まれることにより、該ハウジング33に固定されている。上記弁座板43cは、その外径が支持板43aの内径よりも小さく、支持板43aと平行に且つ支持板43aよりも弁体変位方向一方側に配置されている。この弁座板43cの内周縁が冷却水を主冷却水回路85側に流通させるための流通孔49を区画している。上記立壁部43bは、支持板43aの内周縁と弁座板43cの外周縁とを全周に亘って連結している。換言すれば、弁座43は、弁体変位方向他方側端部に外側に延出するフランジ（支持板43a）を有するとともに弁体変位方向一方側端部に内側に延出するフランジ（弁座板43c）を有する略円錐筒状をなしている。

10

【0041】

上記スプリング支持部45及び上記軸支持部47は支持板43aを介してハウジング33に取り付けられている。これらの支持部45, 47はともに骨組構造体であり、冷却水の流通を遮らない構造となっている。

20

【0042】

一方、上記サーモスタット本体部41は、ピストンロッド51と感温ケース53とを備えている。

【0043】

上記ピストンロッド51は、弁体変位方向に延びており、その弁体変位方向他方側端部が軸支持部47に固定されていて、弁座板43cに対し垂直にかつ流通孔49を貫通するように配置されている。また、ピストンロッド51の弁体変位方向一方側端部には有底筒状のシール部材57が装着されている。

【0044】

上記感温ケース53は有底有蓋円筒状の胴部59を有し、その底部（弁体変位方向他方側端部）には貫通孔59aが形成されるとともに、蓋部（弁体変位方向一方側）には円筒軸方向に延びるロッド部59bが突設されている。この貫通孔59aにはシール部材57で覆われたピストンロッド51が挿入されており、これにより、感温ケース53がピストンロッド51に沿ってロッド軸方向（弁体変位方向）に移動可能となっている。シール部材57と感温ケース53の間には、熱膨張体であるワックス55が充填されている。

30

【0045】

さらに、感温ケース53は、その胴部59に略円環板状の主弁体61を備えるとともに、そのロッド部59bに略円環板状のバイパス弁体63を備えている。

【0046】

上記主弁体61は、その内周縁部が胴部59に固定されるとともに、上記弁座板43cと略同じ外径を有している。主弁体61は、上記弁座43とともに上記主弁部35を構成しており、感温ケース53の移動に伴って弁開閉方向（弁体変位方向）に変位する。主弁体61の弁体変位方向一方側面には、上記スプリング支持部45に支持された主スプリング67が取り付けられている。これにより、感温ケース53は主スプリング67によって常時弁体変位方向他方側に付勢されている。

40

【0047】

上記バイパス弁体63はロッド部59bに移動可能に取り付けられるとともに、シリンダヘッド7側のパイプ状のハウジング69の内径よりも大きな外径を有しており、シリンダヘッド7側のハウジング69の段差部69aとともにバイパス弁部37を構成する。バ

50

イパス弁体 6 3 は、胴部 5 9 の蓋部とバイパススプリング 7 3 で接続されており、このバイパススプリング 7 3 により常時弁体変位方向一方側に付勢される一方、ロッド部 5 9 b に固定されたストッパリング 7 5 によりロッド部 5 9 b から抜けないようにしている。

【 0 0 4 8 】

上記ワックス 5 5 は、感温ケース 5 3 を介して伝わる冷却水の温度が高くなったときには膨張し、冷却水の温度が低くなったときには収縮する。ワックス 5 5 の充填量は、冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 以上のときは主弁体 6 1 がワックス 5 5 の膨張力により主スプリング 6 7 の付勢力に抗して弁座板 4 3 c から離れるように弁体変位方向一方側に変位し、かつ、冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 未満のときは主弁体 6 1 が主スプリング 6 7 の付勢力により弁座板 4 3 c に当接するような値に設定されている。

10

【 0 0 4 9 】

以上のように構成された第 1 サーモスタット弁 2 5 は、冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 未満のときは、図 5 に示すように、主スプリング 6 7 の付勢力により主弁部 3 5 が閉弁するとともにバイパス弁部 3 7 が開弁して、冷却水を第 1 バイパス通路 7 1 に流通させる。より具体的には、以下の通りである。

【 0 0 5 0 】

冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 未満のときはワックスが膨張しないので感温ケース 5 3 は移動しない。このため、主弁体 6 1 が主スプリング 6 7 の付勢力によって弁座板 4 3 c に当接して流通孔 4 9 を塞ぐことにより、主弁部 3 5 が閉弁する。このとき、バイパス弁体 6 3 はハウジング 6 9 の段差部 6 9 a から離れるように弁体変位方向他方側に変位しており、ハウジング 6 9 の段差部 6 9 a との間の弁通路 7 1 が開くことにより、バイパス弁部 3 7 が開弁する。これらにより、第 1 サーモスタット弁 2 5 が閉弁し、冷却水が第 1 バイパス通路 7 1 を通って第 3 冷却水通路 1 7 側に流通する。

20

【 0 0 5 1 】

一方、第 1 サーモスタット弁 2 5 は、冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 以上のときは、図 6 に示すように、ワックス 5 5 の膨張力により主弁部 3 5 が開弁するとともにバイパス弁部 3 7 が閉弁して、冷却水を第 1 冷却水通路 1 9 側に流通させる。より具体的には、以下の通りである。

【 0 0 5 2 】

冷却水の温度が第 2 所定温度 T_2 以上のときはワックスが膨張するので、主スプリング 6 7 の付勢力に抗して感温ケース 5 3 が弁体変位方向一方側に移動する。このため、主弁体 6 1 がワックス 5 5 の膨張力によって弁座板 4 3 c から離れるように弁体変位方向一方側に変位して弁座板 4 3 c との間の弁通路 6 5 を開き流通孔 4 9 に冷却水が流通される状態となり、主弁部 3 5 が開弁する。このとき、バイパス弁体 6 3 がハウジング 6 9 の段差部 6 9 a に当接することにより、バイパス弁部 3 7 が閉弁する。これらにより、第 1 サーモスタット弁 2 5 が開弁し、冷却水が第 1 冷却水通路 1 9 及び第 2 冷却水通路 2 1 を通って第 3 冷却水通路 1 7 (主冷却水回路側 8 5) に流通する。

30

【 0 0 5 3 】

ここで、主弁部 3 5 の弁通路 6 5 は、弁座板 4 3 c の流通孔 4 9 に冷却水を流通させるために、主弁体 6 1 が弁体変位方向一方側に移動することにより弁座板 4 3 c と主弁体 6 1 との間に形成される通路であり、その通路面積は、弁体変位方向 (弁開閉方向) における弁座板 4 3 c と主弁体 6 1 との間隔、すなわち、弁座板 4 3 c に対する主弁体 6 1 の変位量に比例して大きくなる。

40

【 0 0 5 4 】

< 第 2 サーモスタット弁 >

第 2 サーモスタット弁 2 7 は、主弁体 7 9 の形状が第 1 サーモスタット弁 2 5 と異なるものである。以下、第 1 サーモスタット弁 2 5 と異なる点について説明する。

【 0 0 5 5 】

第 2 サーモスタット弁 2 7 は、冷却水の温度に応じて開閉するワックス・ペレット型サ

50

ーモスタット弁であり、図7はその閉弁時の状態を、また図8はその開弁時の状態をそれぞれ示している。第2サーモスタット弁27は、ウォータポンプ15とシリンダブロック5のウォータジャケット9との接続部を構成するパイプ状のハウジング77内に取り付けられており、第2サーモスタット弁27の開弁時に冷却水を弁通路81を介してシリンダブロック5のウォータジャケット9側（主冷却水回路側）に流通させる主弁部35と、第2サーモスタット弁27の閉弁時に冷却水を弁通路87を介して第2バイパス通路23側に流通させるバイパス弁部37とを有している。また、第2サーモスタット弁27のワックス55は、冷却水の温度が上記第2所定温度T2よりも極めて低い第3所定温度T3以上のときに膨張するように設定されている。

【0056】

10

第2サーモスタット弁27は、感温ケース53の胴部59に略円錐筒状の主弁体79を備えている。主弁体79は、弁座43とともに主弁部35を構成するものであり、略円環状の頂壁部79aと円環状の底壁部79cと略筒状の立壁部79bとを有している。

【0057】

上記頂壁部79aは、その内周縁部が胴部59に固定され且つ弁座板43cの内径よりも小さい外形を有している。上記底壁部79cは、弁座板43cと同形同大であり、頂壁部79aと平行に且つ頂壁部よりも弁体変位方向他方側（シリンダブロック5側と反対側）に配置されている。上記立壁部79bは、頂壁部79aの外周縁と底壁部79cの内周縁とを全周に亘って連結している。

【0058】

20

立壁部79bは、弁体変位方向の底壁部79c側から頂壁部79a側に向かうほど、すなわち、底壁部79cの内周縁部から離れるに従って筒径方向内側に傾斜しており、流通孔49に対し弁体変位方向（弁開閉方向）に抜き差し可能になっている。立壁部79bの弁体変位方向長さは、冷却水の温度が第2所定温度T2よりも低く第3所定温度T3よりも高い第1所定温度T1になったときに、立壁部79bが流通孔49から抜けるような長さに設定されている。また、立壁部79bの傾斜角は、弁体変位方向に対し45度以下の緩い傾斜角となっている。

【0059】

頂壁部79aの弁体変位方向他方側面にはスプリング支持部45に支持された主スプリング67が取り付けられており、これにより、感温ケース53は常時弁体変位方向一方側（シリンダブロック5側）に付勢されている。

30

【0060】

以上のように構成された第2サーモスタット弁27は、冷却水の温度が第3所定温度T3未満のときは、図7に示すように、主スプリング67の付勢力により主弁部35が閉弁するとともにバイパス弁部37が開弁して、冷却水を第2バイパス通路23側に流通させる。より具体的には、以下の通りである。

【0061】

冷却水の温度が第3所定温度T3未満のときはワックスが膨張しないので感温ケース53は移動しない。このため、底壁部79cが主スプリング67の付勢力によって弁座板43cに当接するとともに立壁部79bが流通孔49に差し込まれて流通孔49を塞ぐことにより、主弁部35が閉弁する。このとき、バイパス弁部63は第2バイパス通路23の段差部23aから離れるように弁体変位方向一方側に変位しており、該段差部23aとの間の弁通路87が開くことにより、バイパス弁部37が開弁する。これらにより、第2サーモスタット弁27が閉弁し、冷却水が第2バイパス通路23側に流通する。

40

【0062】

一方、冷却水の温度が第3所定温度T3以上のときは、ワックス55の膨張力により主弁部35が開弁するとともにバイパス弁部37が閉弁して、冷却水をシリンダブロック5のウォータジャケット9に流通させる。より具体的には、以下の通りである。

【0063】

冷却水の温度が第3所定温度T3以上のときはワックスが膨張するので、主スプリング

50

67の付勢力に抗して感温ケース53が弁体変位方向他方側に移動する。このため、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 以下のときには、立壁部79bがワックス55の膨張力によって弁座板43cから抜ける(離れる)ように弁体変位方向他方側に変位して弁座板43cとの間の弁通路81を開き流通孔49に冷却水が流通される状態となり、主弁部35が開弁する。このとき、バイパス弁体63は第2バイパス通路23の段差部69a側に変位することにより、バイパス弁部37は若干閉じ加減の開弁状態となる。これらにより、第2サーモスタット弁27が開弁し、冷却水がシリンダブロック5のウォータジャケット9側に流通する。

【0064】

ここで、主弁部35の弁通路81は、弁座板43cの流通孔49に冷却水を流通させるために、主弁体79が弁体変位方向他方側に移動することにより弁座板43cと立壁部79bとの間に形成される通路であり、その通路面積は、弁座板43cに対する主弁体79の変位量に比例して大きくなるのではなく、弁座板43cの径方向における、弁座板43cと立壁部79bとの間隔に比例して大きくなる。さらに、立壁部79bの傾斜角が主弁体79の変位方向に対し45度以下であることから、弁座板43cの径方向における、弁座板43cと立壁部79bとの間隔は、弁体変位方向における弁座板43cに対する主弁体79の変位量よりも小さくなる。そして、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 になると、立壁部79bが流通孔49から抜けることから、主弁部35の弁通路面積は、第1サーモスタット弁25と同様に、弁座板43cに対する主弁体79の変位量に比例して大きくなる。すなわち、冷却水の温度変化に伴う第2サーモスタット弁27の開弁時の弁通路81の面積変化率は、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 未満のときは、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 以上のときよりも小さく設定されている。したがって、第2サーモスタット弁27の開弁時の冷却水流量変化率は、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 未満のときは、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 以上のときよりも小さくなる。

【0065】

- サーモスタット弁の特性 -

以下、上記第1及び第2サーモスタット弁25, 27の特性について詳細に説明する。

【0066】

図9は、冷却水の温度に対する第1及び第2サーモスタット弁25, 27の弁通路面積の変化を示す図であり、図中の実線は第1サーモスタット弁25の特性を、図中の点線は第2サーモスタット弁27の特性をそれぞれ示している。

【0067】

図9に示すように、第1サーモスタット弁25の開弁開始温度(第2所定温度 T_2)は第2サーモスタット弁27の開弁開始温度(第3所定温度 T_3)よりも高く設定されるとともに、第1サーモスタット弁25の全開(最大開弁)温度(第4所定温度 T_4)は第2サーモスタット弁27の全開温度(第5所定温度 T_5)よりも高く設定されている。

【0068】

第1サーモスタット弁25の開弁開始温度を第2サーモスタット弁27の開弁開始温度よりも高く設定するのは、低負荷運転時に冷却水がシリンダブロック5のウォータジャケット9に流れなくなるのを回避するためである。仮に第1サーモスタット弁25が第2サーモスタット弁27よりも先に開弁すると、第2サーモスタット弁27にはラジエータ13により冷却された冷却水が流れることから、第2サーモスタット弁27が開かなくなり、シリンダブロック5におけるオイル消費の増加や、シリンダライナ(図示せず)の焼き付きが発生するほどにシリンダブロック5が高温になる。そこで、本実施形態では、第2サーモスタット弁27を第1サーモスタット弁25よりも先に開弁させて、シリンダブロック5が高温になるのを防いでいる。

【0069】

一方、第1サーモスタット弁25の全開温度を第2サーモスタット弁27の全開温度よりも高く設定するのは、第1サーモスタット弁25よりも先に第2サーモスタット弁27を全開させて、高負荷運転時にシリンダブロック5のウォータジャケット9に流れる冷却

10

20

30

40

50

水の流量を十分に確保するためである。つまり、シリンダブロック 5 における燃費効果が問題とならない高負荷運転時には、ラジエータ 13 で冷却された冷却水をシリンダブロック 5 及びシリンダヘッド 7 のウォータジャケット 9, 11 に行き渡らせて、エンジンの本体部 3 全体の冷却効果を優先させている。

【0070】

ここで、第 4 所定温度 T4 は第 5 所定温度 T5 よりも 4 以上高く設定することが望ましい。その理由は、以下の通りである。

【0071】

サーモスタット弁 25, 27 に内蔵されるワックス 55 は不純物を含有させることにより、開弁開始温度や全開温度を調整することができるが、設定温度に対しプラスマイナス 2 程度の誤差が不可避免的に生じる場合がある。このため、例えば、第 4 所定温度 T4 と第 5 所定温度 T5 との差を 3 に設定した場合に、第 1 サーマスタット弁 25 がマイナス 2 の誤差を有し、第 2 サーマスタット弁 27 がプラス 2 の誤差を有していると、第 2 サーマスタット弁 27 の全開温度が第 1 サーマスタット弁 25 の全開温度よりも高くなり、高負荷運転時における第 2 サーマスタット弁 27 の最大開弁量を確保できないおそれがある。したがって、第 4 所定温度 T4 と第 5 所定温度 T5 の差を 4 以上とすることにより、第 1 サーマスタット弁 25 がマイナス 2 の誤差を有し、第 2 サーマスタット弁 27 がプラス 2 の誤差を有しているときでも、第 2 サーマスタット弁 27 の最大開弁量を確保できるようにしている。

10

【0072】

また、第 2 サーマスタット弁 27 の開弁時の冷却水流量変化率は、冷却水の温度が第 1 所定温度 T1 未満のときは、冷却水の温度が第 1 所定温度 T1 以上のときよりも小さく設定されている。その理由は、以下の通りである。

20

【0073】

本実施形態の冷却装置 1 では、冷却水の温度が第 1 所定温度 T1 よりもさらに低い第 3 所定温度 T3 のときに第 2 サーマスタット弁 27 の開弁を開始させている。このように第 2 サーマスタット弁 27 を早期に開弁させることにより、ワックス 55 が冷却水の昇温に対し即座に応答して膨張できる待ち受け温度領域（図 9 中の X）を設けることができる。したがって、ワックス 55 自体が暖まるまでは開弁を開始しないという従来のワックス・ペレット型サーモスタット弁の欠点を補うことができる。つまり、シリンダブロック 5 が高温になったときに、直ぐにそのウォータジャケット 9 に冷却水を必要量だけ流せるように、冷却水が低温の段階から第 2 サーマスタット弁 27 を開弁させておくのである。

30

【0074】

しかしながら、シリンダブロック 5 が高温になっていない状態で、シリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 に冷却水を流通させると、シリンダブロック 5 の昇温が促進されない。そこで、冷却水の温度が第 1 所定温度 T1 未満のときは第 2 サーマスタット弁 27 の開弁時の冷却水流量変化率を小さくして、冷間始動時におけるシリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 への冷却水の流通量を少なくしたのである。

【0075】

なお、第 2 サーマスタット弁 27 はシリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 への冷却水の流通を制御する弁であるから、電磁式サーモスタット弁のようにシリンダブロック 5 のシリンダライナ温度を直接検出し、それに応じて制御することが望ましいが、本発明では冷却水の温度により第 2 サーマスタット弁 27 の開閉を制御している。その理由は、以下の通りである。

40

【0076】

第 2 サーマスタット弁 27 が閉じている状態、又はシリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 を流れる冷却水が少ない状態では、冷却水の温度はほぼシリンダヘッド 7 の温度に依存する。また、シリンダヘッド 7 の温度とシリンダライナ温度には相関性がある。したがって、冷却水の温度とシリンダライナ温度にも相関性があるので、冷却水の温度により第 2 サーマスタット弁 27 の開閉を制御しても、シリンダライナ温度を管理できるから

50

である。

【0077】

- 冷却装置の作用 -

以下、上記のように構成されたエンジンの冷却装置1の動作を説明する。

【0078】

冷却水の温度が低いエンジンの冷間始動時には、図5及び図7に示すように、第1及び第2サーモスタット弁25, 27が主スプリング67の付勢力により閉じている。ウォータポンプ15から吐出された冷却水は、図3に示すように、シリンダブロック5のウォータジャケット9を迂回して、第2サーモスタット弁27及び第2バイパス通路23を順に通って、シリンダヘッド7のウォータジャケット11に送られる。シリンダヘッド7のウォータジャケット11から流出した冷却水は、第1バイパス通路71及び第3冷却水通路17を順に通ってウォータポンプ15に戻る。

10

【0079】

シリンダヘッド7との熱交換により冷却水の温度が第3所定温度 T_3 まで上昇すると、第2サーモスタット弁27が開弁を開始する。第2サーモスタット弁27に内蔵されたワックス55の膨張力により主弁体79が弁座43から離れるように変位すると、立壁部79bと弁座板43cとの間の弁通路81が開き徐々にその通路面積が大きくなっていく。このとき、ウォータポンプ15から吐出された冷却水は、図10に示すように、そのほとんどが第2バイパス通路23を通してシリンダヘッド7のウォータジャケット11に送られるが(図10の太線矢印)、シリンダブロック5のウォータジャケット9にも少量の冷却水が送られる(図10の細線矢印)。

20

【0080】

冷却水の温度がさらに上昇し第1所定温度 T_1 に達すると、第2サーモスタット弁27のワックス55の膨張力により主弁体79が弁座43から離れるように変位して、立壁部79bが弁座板43cから抜けて弁通路面積が急激に大きくなる。このとき、ウォータポンプ15から吐出された冷却水は、図4に示すように、シリンダブロック5のウォータジャケット9に送られ、連通孔部5a, 7aを通してシリンダヘッド7のウォータジャケット11に送られる。そして、シリンダヘッド7のウォータジャケット11を流れた冷却水は、ラジエータ13を迂回して第1バイパス通路71及び第1冷却水通路17を流通しウォータポンプ15に戻る。

30

【0081】

冷却水の温度がさらに上昇し第2所定温度 T_2 になると、図6に示すように、第1サーモスタット弁25がワックス55の膨張力により開弁する。このとき、ウォータポンプ15から吐出され、シリンダブロック5のウォータジャケット9及びシリンダヘッド7のウォータジャケット11を流れた冷却水は、図2に示すように、第1冷却水通路19を通してラジエータ13に至る。

【0082】

- 効果 -

本実施形態では、第2サーモスタット弁27は冷却水の温度が低いときに開弁し、かつ、冷却水の温度が第1所定温度 T_1 未満のときは、冷却水の温度が該第1所定温度 T_1 以上のときよりも開弁時の冷却水流量変化率が小さく設定されている。このように第2サーモスタット弁27を冷却水の温度が低いときから開弁させることにより、冷却水が昇温するとワックス55が直ぐに膨張を開始する待ち受け温度領域 X を設けることができる。これにより、冷却水の温度変化に対する第2サーモスタット弁27の応答性が高まるので、冷却水の温度が急激に上昇しても、シリンダブロック5のウォータジャケット9に冷却水を直ちに流通させることができる。したがって、エンジン始動直後の高負荷運転時にシリンダライナの温度応答遅れによる信頼性の低下を抑制できる。

40

【0083】

また、第1所定温度 T_1 未満のときはシリンダブロック5のウォータジャケット9への冷却水の流通量を少なくするので、冷間始動時にシリンダブロック5を高温に保持するこ

50

とができるとともに、シリンダヘッド 7 と冷却水との熱交換が積極的に行われるので冷却水を早期に昇温させることができる。したがって、冷却装置 1 の構造を複雑にすることなく、冷間始動時における燃費の低減を図ることができる。

【 0 0 8 4 】

さらに、冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 未満のときは、第 2 サーモスタット弁 2 7 の主弁部 3 5 の弁通路 8 1 の面積変化率を小さくすることによって、シリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 への冷却水の流通量を少なくできる。したがって、冷却装置 1 の構造を複雑にすることなく、冷間始動時における燃費の低減を図ることができる。

【 0 0 8 5 】

また、第 2 サーモスタット弁 2 7 の主弁体 7 9 に内側に傾斜した略筒状の弁体壁部 7 9 b を備えるだけの簡単な構造で、冷却水の温度が第 1 所定温度未満のときは、冷却水の温度変化に伴って主弁体 7 9 を変位させながら、弁通路面積変化率だけを小さくすることができる。

【 0 0 8 6 】

(実施形態 2)

本実施形態は、第 2 サーモスタット弁 2 7 の弁座 4 3 の構造が実施形態 1 と異なるものである。以下、実施形態 1 と異なる点について説明する。

【 0 0 8 7 】

- サーモスタット弁の構成 -

図 1 1 に示すように、第 2 サーモスタット弁 2 7 の弁座板 4 3 c には、制限壁部 8 3 が形成されている。この制限壁部 8 3 は、弁座板 4 3 c の外周縁部から弁体変位方向他方側に延びる筒状体であり、底壁部 7 9 c と弁座板 4 3 c との間に形成される弁通路 8 1 の面積変化を規制するために、底壁部 7 9 c を囲んでいる。制限壁部 8 3 の弁体変位方向長さは、開弁開始時に弁座板 4 3 c に当接している底壁部 7 9 c が、ワックス 5 5 の膨張力により弁体変位方向他方側に変位して、冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 になったときに該制限壁部 8 3 から抜けるような長さに設定されている。

【 0 0 8 8 】

以上のように構成された第 2 サーモスタット弁 2 7 は、冷却水の温度が第 3 所定温度 T_3 以上のときは、冷却水をシリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 側に流通させるが、冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 になるまでは、制限壁部 8 3 が弁通路 8 1 の面積変化を規制しているので、第 2 サーモスタット弁 2 7 の開弁時の弁通路 8 1 の面積は、冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 未満のときは、一定になるように設定されている。

【 0 0 8 9 】

- サーモスタット弁の特性 -

以下、上記第 2 サーモスタット弁 2 7 の特性に関し、実施形態 1 と異なる点について説明する。

【 0 0 9 0 】

図 1 2 は、冷却水の温度に対する第 1 及び第 2 サーモスタット弁 2 5 , 2 7 の弁通路面積の変化を示す図であり、図中の実線は第 1 サーモスタット弁 2 5 の特性を、図中の点線は第 2 サーモスタット弁 2 7 の特性をそれぞれ示している。

【 0 0 9 1 】

第 2 サーモスタット弁 2 7 では、開弁時の弁通路 8 1 の面積が冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 未満のときは一定になるように、すなわち、第 2 サーモスタット弁 2 7 の開弁時の冷却水流量は、冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 未満のときは、一定になるように設定されている。

【 0 0 9 2 】

このように冷却水の温度が第 1 所定温度 T_1 未満のときに第 2 サーモスタット弁 2 7 の開弁時の冷却水流量を一定にするのは、冷間始動時におけるシリンダブロック 5 のウォータジャケット 9 への冷却水の流通量をより一層少なくするためである。

【 0 0 9 3 】

10

20

30

40

50

- 効果 -

本実施形態によれば、第1所定温度T1未満のときはシリンダブロック5のウォータジャケット9への冷却水の流通量がより少なくなるので、シリンダブロック5をより高温に保持することができる。したがって、冷間始動時における燃費の低減をより一層図ることができる。

【0094】

また、冷却水の温度が上記第1所定温度T1未満のときは、第2サーモスタット弁27の主弁部35の弁通路81の面積を一定にすることによって、シリンダブロック5のウォータジャケット9への冷却水の流通量をより少なくできる。したがって、冷却装置1の構造を複雑にすることなく、冷間始動時における燃費の低減をより一層図ることができる。

10

【0095】

さらに、第2サーモスタット弁27の弁座43に筒状の制限壁部83を備えるだけの簡単な構造で、冷却水の温度が第1所定温度T1未満のときは、冷却水の温度変化に伴って主弁体79を変位させながら、弁通路81の面積変化だけを規制することができる。

【0096】

本発明は、実施形態に限定されず、その精神又は主要な特徴から逸脱することなく他の色々な形で実施することができる。

【0097】

このように、上述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、全て本発明の範囲内のものである。

20

【産業上の利用可能性】

【0098】

以上説明したように、本発明は、サーモスタット弁を備えたエンジンの冷却装置等について有用である。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】実施形態1に係るエンジンの冷却装置の構成を模式的に示す図である。

【図2】第1及び第2サーモスタット弁が開いているときの冷却水の流れを示す図である。

30

【図3】第1及び第2サーモスタット弁が閉じているときの冷却水の流れを示す図である。

【図4】第1サーモスタット弁が閉じており、第2サーモスタット弁が開いているときの冷却水の流れを示す図である。

【図5】閉弁時の第1サーモスタット弁を示す図である。

【図6】開弁時の第1サーモスタット弁を示す図である。

【図7】閉弁時の第2サーモスタット弁を示す図である。

【図8】開弁時の第2サーモスタット弁を示す図である。

【図9】冷却水の温度に対する第1及び第2サーモスタット弁の弁通路面積の変化を示す図である。

40

【図10】冷却水の温度が第1所定温度未満のときの冷却水の流れを示す図である。

【図11】第2サーモスタット弁の主弁部の構造を示す図である。

【図12】冷却水の温度に対する第1及び第2サーモスタット弁の弁通路面積の変化を示す図である。

【符号の説明】

【0100】

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | エンジンの冷却装置 |
| 5 | シリンダブロック |
| 7 | シリンダヘッド |
| 9 | シリンダブロックのウォータジャケット |

50

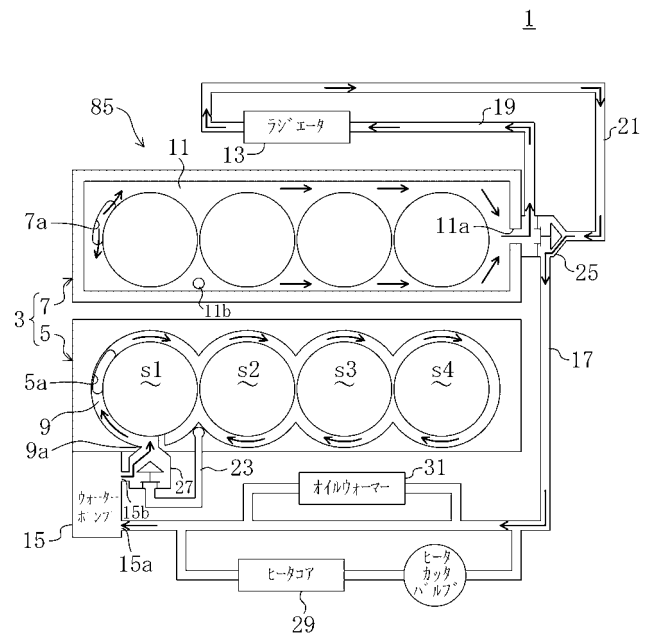
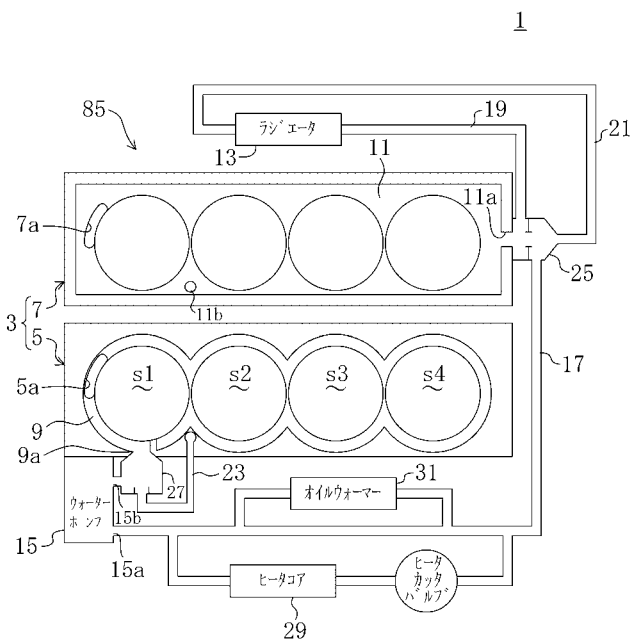
- 1 1 シリンダヘッドのウォータジャケット
- 1 3 ラジエータ
- 1 5 ウォータポンプ
- 2 3 第 2 バイパス通路
- 2 5 第 1 サーマスタット弁
- 2 7 第 2 サーマスタット弁
- 4 3 弁座
- 4 3 c 弁座板
- 4 9 流通孔
- 7 1 弁通路 (第 1 バイパス通路)
- 7 9 主弁体 (弁体)
- 7 9 b 立壁部
- 7 9 c 底壁部
- 8 1 弁通路
- 8 3 制限壁部
- 8 5 主冷却水回路
- T 1 第 1 所定温度
- T 2 第 2 所定温度 (第 1 サーマスタット弁の開弁開始温度)
- T 3 第 3 所定温度 (第 2 サーマスタット弁の開弁開始温度)
- T 4 第 4 所定温度 (第 1 サーマスタット弁の全開温度)
- T 5 第 5 所定温度 (第 1 サーマスタット弁の全開温度)

10

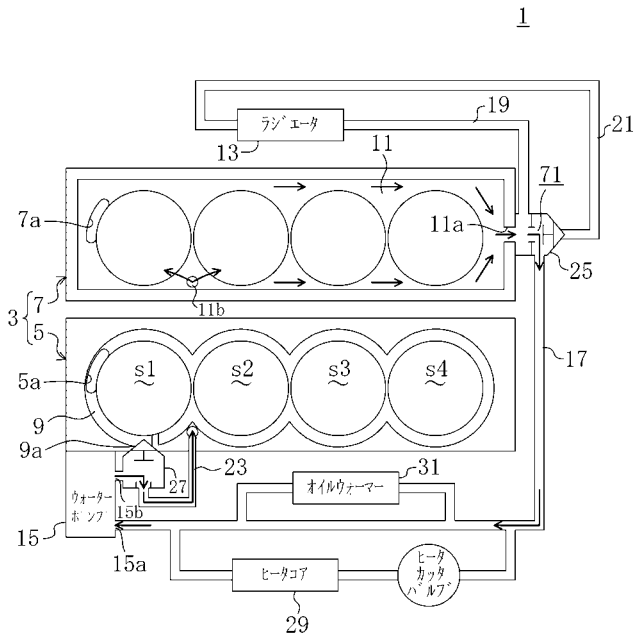
20

【 図 1 】

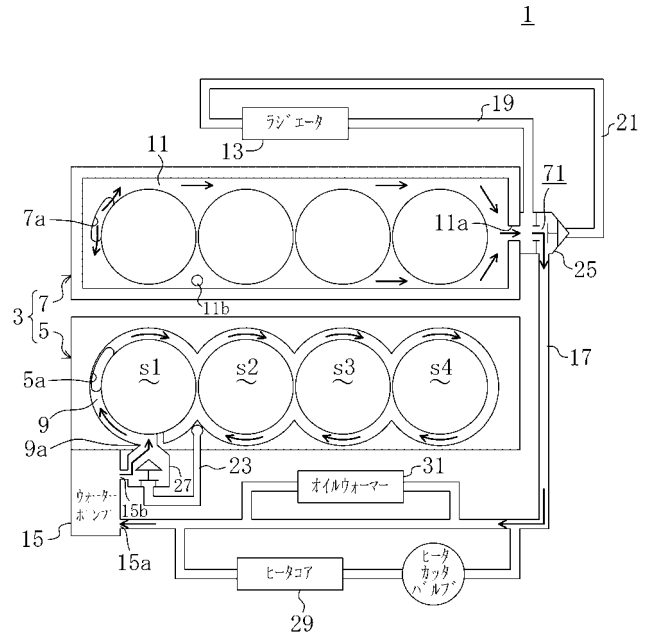
【 図 2 】



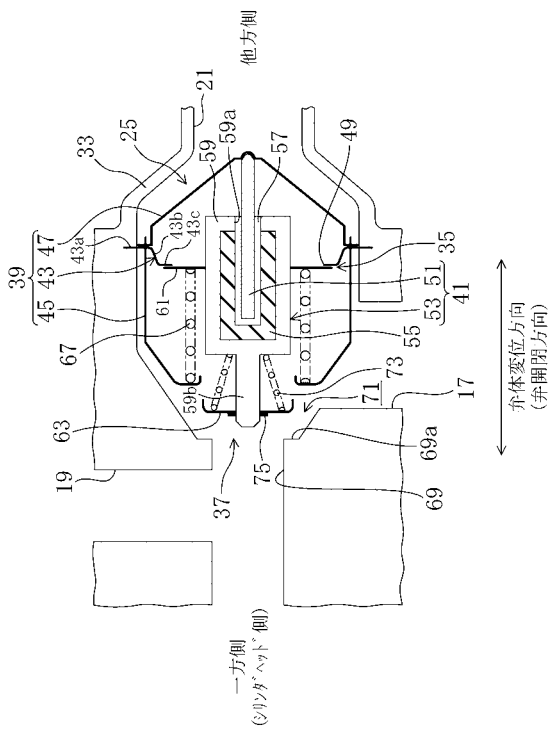
【図3】



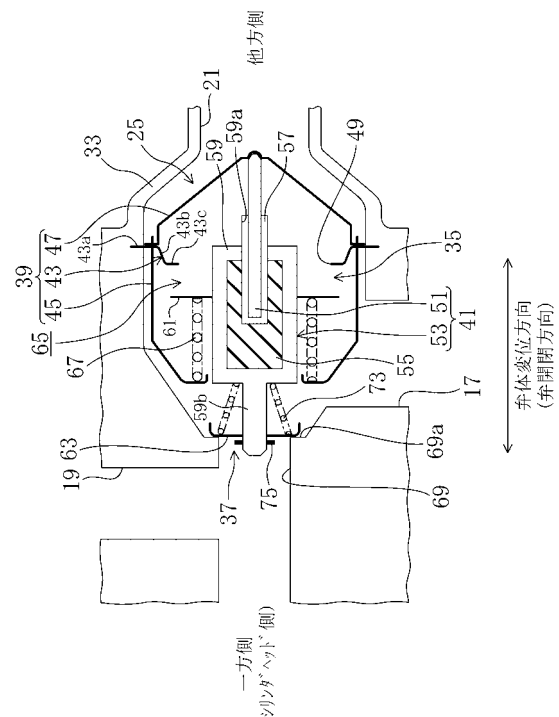
【図4】



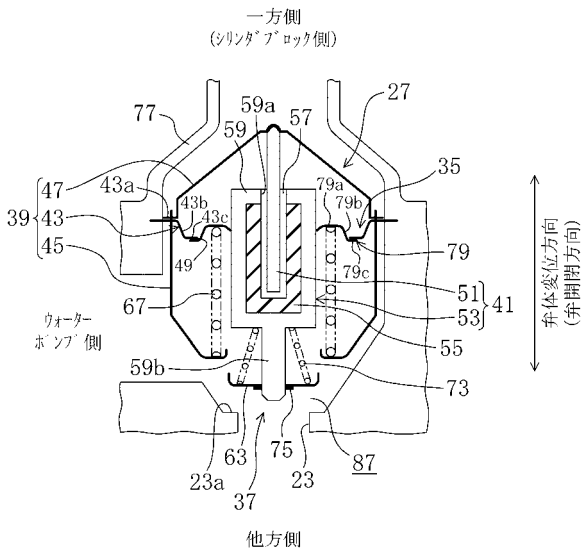
【図5】



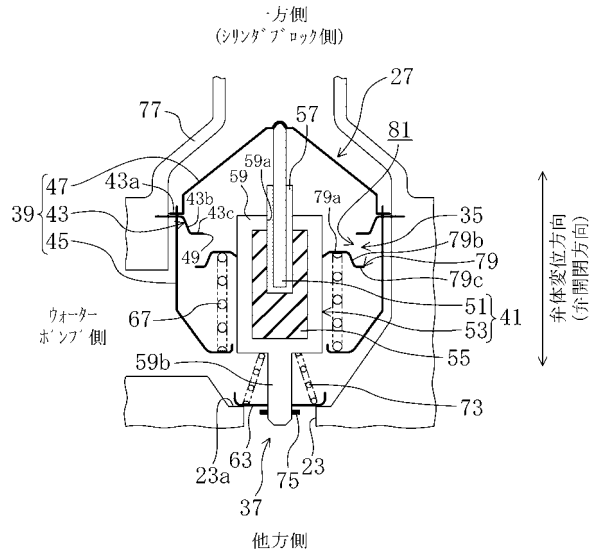
【図6】



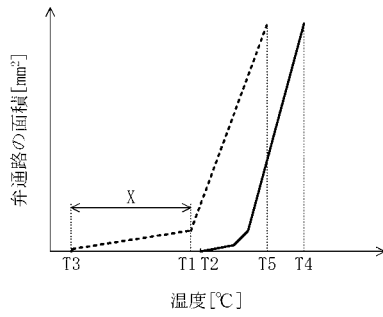
【 図 7 】



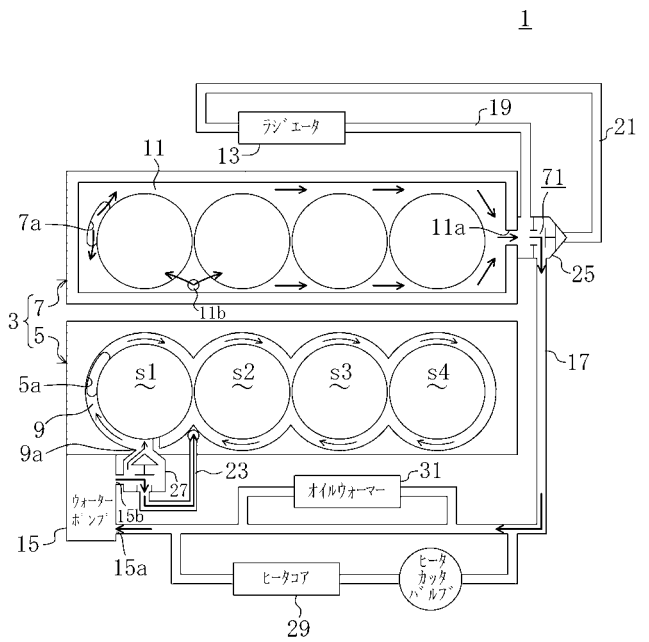
【 図 8 】



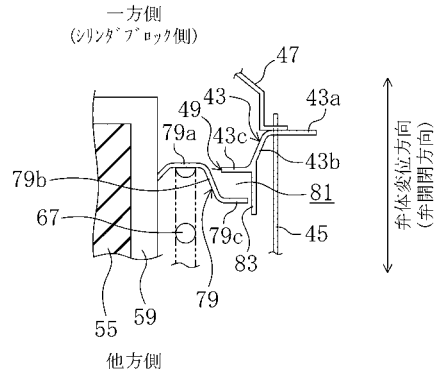
【 図 9 】



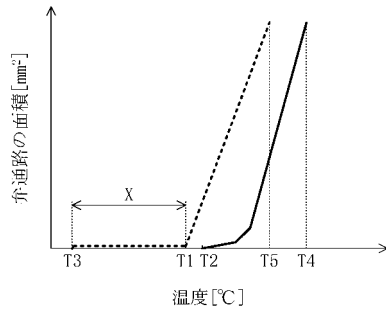
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也
- (74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄
- (74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守
- (74)代理人 100124671
弁理士 関 啓
- (74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也
- (72)発明者 西村 栄持
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 平松 繁喜
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 鈴木 敏隆
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 川 崎 誠
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内