(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2012-149575
(P2012-149575A)
(43)公開日　平成24年8月9日(2012.8.9)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F01P	7/16	(2006.01)	F01P	7/16	504A	3G062
F01P	3/20	(2006.01)	F01P	3/20	F	
F02B	29/04	(2006.01)	F01P	7/16	504B	
F02M	25/07	(2006.01)	F01P	7/16	503	
			F01P	3/20	L	

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 14 頁）　最終頁に続く

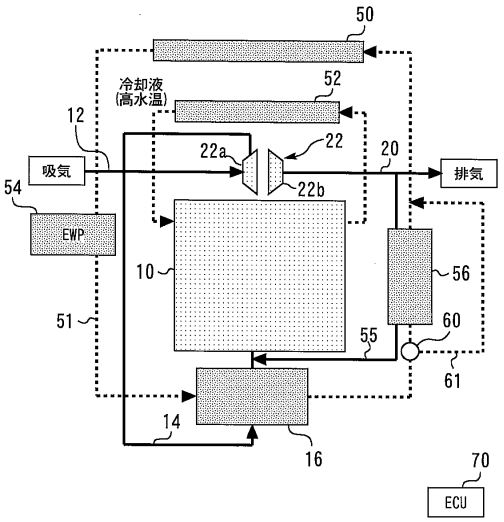
(21)出願番号　特願2011-8953(P2011-8953)
(22)出願日　平成23年1月19日(2011.1.19)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100106150
弁理士　高橋　英樹
(74)代理人　100082175
弁理士　高田　守
(74)代理人　100113011
弁理士　大西　秀和
(72)発明者　田中　孝佳
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

Ｆターム(参考)　3G062 AA05　EA10　ED08　GA12

(54)【発明の名称】内燃機関の冷却装置

(57)【要約】
【課題】ＥＧＲクーラが不必要に冷却されるのを抑制することができる内燃機関の冷却装置を提供する。
【解決手段】ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制するように、電磁弁６０の制御により、必要に応じてバイパス流路６１にクーラントの一部または全部を逃がすことができる。これにより、ＥＧＲクーラ５６の冷却量を変更することができる。また、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲクーラ５６に対して流すべきクーラント流量について予め定めたマップを記憶する。ＥＣＵ７０は、このマップ等を参照してＥＧＲクーラ５６にとって必要な流量だけクーラントを流すことによって、ＥＧＲクーラ５６の冷却量を最適な量に変更する。これにより、ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制することができる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
冷却液が流通する冷却系に備えられたインタークーラと、
前記冷却系に備えられ、前記インタークーラから流出した前記冷却液が流通するＥＧＲクーラと、
前記ＥＧＲクーラをバイパスするように前記冷却系に接続するバイパス流路と、
前記インタークーラから前記ＥＧＲクーラへと流れる前記冷却液を前記バイパス流路へと流すように、前記冷却系と前記バイパス流路との接続状態を変更可能な弁体と、
を備えることを特徴とする内燃機関の冷却装置。
【請求項２】
前記弁体は、前記バイパス流路へと流れる前記冷却液の流量の調節が可能であり、
前記ＥＧＲクーラの温度に応じて生ずる凝縮水の積算量を求める積算量取得手段と、
前記積算量の大きさに基づいて前記ＥＧＲクーラをバイパスさせる前記冷却液の量を調節するように、前記弁体を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする請求項１に記載の内燃機関の冷却装置。
【請求項３】
前記内燃機関の吸気温度を測定する測定手段と、
前記内燃機関の前記吸気温度の推定値を取得する推定手段と、
前記測定手段で測定した測定値と前記推定手段で取得した前記推定値との差が所定値以上である場合、前記冷却液が前記ＥＧＲクーラをバイパスして流れるように前記弁体を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする請求項１または２記載の内燃機関の冷却装置。
【請求項４】
前記内燃機関の吸気温度を測定する測定手段と、
前記内燃機関の前記吸気温度の推定値を取得する推定手段と、
前記測定手段で測定した測定値と前記推定手段で取得した前記推定値との比較に基づいて、前記弁体の固着を検知する固着検知手段と、
を備えることを特徴とする請求項１乃至３の何れか１項記載の内燃機関の冷却装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、内燃機関の冷却装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、例えば、特開２００１－３７４７号公報に開示されているように、過給機のインタークーラとＥＧＲクーラとを共通の冷却液流路に接続した構成を有する内燃機関の冷却装置が知られている。ＥＧＲクーラは、排気ガス再循環装置（Exhaust Gas Recirculation、ＥＧＲ）に備えられ、ＥＧＲガスを冷却する役割を持っている。過給機のインタークーラは、過給機において圧縮され高温となった空気を冷却する役割を担っている。上記従来技術にかかる冷却装置では、冷却液流路上にインタークーラおよびＥＧＲクーラを上流側から順次並べて設置し、この冷却液流路内でクーラントを循環させている。これにより、ＥＧＲクーラおよび当該インタークーラを共通に冷却することができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００１－３７４７号公報
【特許文献２】特開２００４－１５６４５７号公報
【特許文献３】特開２０１０－１４４６００号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】

【０００４】
インタークーラとＥＧＲクーラとを上記従来技術のごとく同じ冷却液流路に並べて接続した場合には、その構造上、両者に導入される冷却液（クーラント）の流量は等しくなる。
【０００５】
しかしながら、インタークーラとＥＧＲクーラとに対して同量のクーラントを流すことが、ＥＧＲクーラにとって不適切となる場合がある。例えば、ＥＧＲ装置における冷却の要求が小さく、かつインタークーラにおける冷却の要求が大きい場合が考えられる。すなわち、ＥＧＲガスは常に定量が流れているわけではなく、運転条件等に応じてＥＧＲ量調節制御が行われればそれに応じてＥＧＲクーラを通過するＥＧＲガス量も変化する。インタークーラの冷却の要求に応じてＥＧＲクーラとインタークーラとに同量のクーラントを流すと、流量が等しければ両者を同じように冷却せざるをえないためＥＧＲクーラが不必要に冷却されてしまう。このような事態は、クーラントを流通させるためのウォーターポンプに無駄な仕事をさせる等、効率低下の弊害を生じさせる。また、本願発明者が鋭意研究の結果として得た知見によれば、ＥＧＲクーラを常時冷却することで、ＥＧＲクーラやその周辺において凝縮水の発生を招来し、この凝縮水に起因する弊害（腐食のおそれ）もある。
【０００６】
このように、前述の従来技術は、ＥＧＲクーラおよび当該インタークーラを共通に冷却するという観点を有するに留まり、ＥＧＲクーラへ流れるクーラントの量をＥＧＲクーラにとって適切な量に設定するという観点は有していなかった。従って、ＥＧＲクーラの不必要な冷却による各種弊害を抑制する上で、いまだ改善の余地を有するものであった。
【０００７】
この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、ＥＧＲクーラが不必要に冷却されるのを抑制することができる内燃機関の冷却装置を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
第１の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の冷却装置であって、
冷却液が流通する冷却系に備えられたインタークーラと、
前記冷却系に備えられ、前記インタークーラから流出した前記冷却液が流通するＥＧＲクーラと、
前記ＥＧＲクーラをバイパスするように前記冷却系に接続するバイパス流路と、
前記インタークーラから前記ＥＧＲクーラへと流れる前記冷却液を前記バイパス流路へと流すように、前記冷却系と前記バイパス流路との接続状態を変更可能な弁体と、
を備えることを特徴とする。
【０００９】
また、第２の発明は、第１の発明において、
前記弁体は、前記バイパス流路へと流れる前記冷却液の流量の調節が可能であり、
前記ＥＧＲクーラの温度に応じて生ずる凝縮水の積算量を求める積算量取得手段と、
前記積算量の大きさに基づいて前記ＥＧＲクーラをバイパスさせる前記冷却液の量を調節するように、前記弁体を制御する制御手段と、
を備えることを特徴とする。
【００１０】
また、第３の発明は、第１または第２の発明において、
前記内燃機関の吸気温度を測定する測定手段と、
前記内燃機関の前記吸気温度の推定値を取得する推定手段と、
前記測定手段で測定した測定値と前記推定手段で取得した前記推定値との差が所定値以上である場合、前記冷却液が前記ＥＧＲクーラをバイパスして流れるように前記弁体を制御する制御手段と、

を備えることを特徴とする。

【００１１】

また、第４の発明は、第１乃至第３の発明の何れか１つにおいて、

前記内燃機関の吸気温度を測定する測定手段と、

前記内燃機関の前記吸気温度の推定値を取得する推定手段と、

前記測定手段で測定した測定値と前記推定手段で取得した前記推定値との比較に基づいて、前記弁体の固着を検知する固着検知手段と、

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【００１２】

第１の発明によれば、弁体の開閉状態を制御することによって、ＥＧＲクーラをバイパスして冷却液の一部または全部を流すことができる。これにより、ＥＧＲクーラの冷却量を変更することができ、ＥＧＲクーラが不必要に冷却されるのを抑制することができる。

【００１３】

第２の発明によれば、凝縮水に起因する腐食を抑制するように、ＥＧＲクーラへの冷却量を調節することができる。

【００１４】

第３の発明によれば、ＥＧＲクーラにおいて冷却液漏れの異常が疑われる場合に、ＥＧＲクーラへの冷却液をバイパスすることができる。

【００１５】

第４の発明によれば、冷却系とバイパス流路との接続状態を調節する役割を担う弁体の固着を検知することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１６】

【図１】本発明の実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置の構成を示す図である。

【図２】本発明の実施の形態１においてＥＣＵが実行するルーチンのフローチャートを示す図である。

【図３】本発明の実施の形態２においてＥＣＵが実行するルーチンのフローチャートを示す図である。

【図４】本発明の実施の形態３においてＥＣＵが実行するルーチンのフローチャートを示す図である。

【図５】本発明の実施の形態４においてＥＣＵが実行するルーチンのフローチャートを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

実施の形態１．

［実施の形態１の構成］

図１は、本発明の実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置の構成を示す図である。実施の形態１にかる冷却装置は、車両等の移動体に備えられた内燃機関に対して好適に適用される。実施の形態１にかかる冷却装置が適用される内燃機関は、図１に示すシリンダブロック１０を備えている。シリンダブロック１０は、一つ以上の気筒（例えば４気筒など）を有し、その内部には、クランクシャフトや、各気筒毎の構成としてピストン、コンロッド、吸気弁、排気弁、燃料噴射弁その他の構成が備えられている。また、本実施形態にかかる内燃機関は過給内燃機関であり、具体的には過給機としてターボチャージャ２２を備えている。

【００１８】

シリンダブロック１０は、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６と接続している。インテークマニホールド一体型インタークーラ１６は、吸気通路１４を介して、ターボチャージャ２２のコンプレッサ２２ａに連通する。ターボチャージャ２２のコンプレッサ２２ａは、吸気通路１２と連通する。このような構成によれば、吸気通路１２から

吸入された新気が、コンプレッサ２２ａ、吸気通路１４、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６を経由して、シリンダブロック１０内の各気筒に供給される。なお、図示しないが、吸気通路１２や１４には、内燃機関の吸入空気量を計測するための各種センサ（たとえば、エアフローメータ、吸気圧センサ、吸気温度センサ）が取り付けられている。

【００１９】

シリンダブロック１０の排気ポート（図示せず）の下流は、ターボチャージャ２２のタービン２２ｂを介して、排気管２０に連通している。排気管２０には、図示しないが、排気ガスの処理（浄化）等を目的とした触媒や、触媒温度センサ、排気ガスセンサ（例えば、空燃比センサ、酸素センサ、ＮＯｘセンサその他の各種センサ）が備えられている。

【００２０】

図１に示すように、排気管２０には、ＥＧＲ通路５５の一端が接続されている。ＥＧＲ通路５５は、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６とシリンダブロック１０との途中位置に連通している。ＥＧＲ通路５５には、ＥＧＲクーラ５６が設けられている。なお、図示しないが、ＥＧＲ通路５５の途中（例えばＥＧＲクーラ５６とインテークマニホールド一体型インタークーラ１６側との間）には、ＥＧＲ弁が備えられている。この図示しないＥＧＲ弁により、ＥＧＲガスの供給と停止を切り換えたり、ＥＧＲガスの量を調節したりすることができる。また、ＥＧＲクーラ５６の温度を実測するための温度センサを取り付けてもよい。

【００２１】

実施の形態１における内燃機関は、ラジエータ５０とメインラジエータ５２とを備えている。

メインラジエータ５２は、図１における点線矢印で示す冷却液経路５３を介して、シリンダブロック１０内を延びる冷却液通路（ウォータージャケット）と連通している。メインラジエータ５２により、シリンダブロック１０の冷却（いわば内燃機関本体の冷却）に供した冷却液（クーラント、エンジン冷却水ともいう）の放熱を行うことができる。

【００２２】

一方、ラジエータ５０は、点線矢印で模式的に示した冷却液経路５１を介して、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６、およびＥＧＲクーラ５６に、この順番で連通している。なお、実施の形態１では、図１における冷却液経路５１の矢印の向きに、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６からＥＧＲクーラ５６へと向かってクーラントが流れるものとする。なお、実施の形態１では、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４は、ｄｕｔｙ駆動（デューティ比の駆動制御）のウォーターポンプであり、ＥＣＵ７０からの駆動デューティ信号に応じて冷却液経路５１内におけるクーラント流量を調節することができる。

【００２３】

実施の形態１においては、冷却液経路５１におけるインテークマニホールド一体型インタークーラ１６とＥＧＲクーラ５６との間に、電磁弁６０が取り付けられている。また、冷却液経路５１には、ＥＧＲクーラ５６をバイパスするためのバイパス流路６１が接続されている。バイパス流路６１の一端は、冷却液経路５１におけるＥＧＲクーラ５６の手前位置に接続している。バイパス流路６１の他端は、冷却液経路５１におけるＥＧＲクーラ５６の直後の位置に接続している。電磁弁６０は、バイパス流路６１と冷却液経路５１とが接続する接続点に備えられ、冷却液経路５１を流れてきたクーラントをバイパス流路６１に所望の割合でバイパスさせるように流量の調節が可能な弁体である。また、電磁弁６０は、全てのクーラントをバイパス流路６１にバイパスさせて、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流入を停止することもできる。このような構成によれば、電磁弁６０を制御することにより、ＥＧＲクーラ５６のクーラント流量を調節することができる。

【００２４】

実施の形態１にかかる冷却装置が適用される内燃機関は、ＥＣＵ（Electronic Control Unit）７０を備えている。ＥＣＵ７０は、この内燃機関に取り付けられた各種センサ（

上述した吸入空気量計測用の各種センサおよび排気ガスセンサのほか、図示しないクランク角センサやエンジン水温センサその他のセンサ類）からの入力信号を取得するとともに、この内燃機関を構成する各種アクチュエータを内燃機関の運転条件等に基づき制御する。ＥＣＵ７０は、電磁弁６０およびＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４に接続している。ＥＣＵ７０からの制御信号に基づき、電磁弁６０の開度や、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の駆動ｄｕｔｙが変化させられる。

【００２５】

［実施の形態１の動作］

インテークマニホールド一体型インタークーラ１６とＥＧＲクーラ５６とに対して同量のクーラントを流すことが、ＥＧＲクーラ５６にとって不適切となる場合がある。例えば、ＥＧＲ装置における冷却の要求が小さく、かつインテークマニホールド一体型インタークーラ１６における冷却の要求が大きい場合が考えられる。仮に、ＥＧＲクーラ５６に対して、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６の冷却の要求に応じてこれと同量のクーラントを流すとすると、流量が等しければ両者を同じように冷却せざるをえないためＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されてしまう。このような事態は、クーラントを流通させるためのＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４に無駄な仕事をさせる等、効率低下の弊害を生じさせる。

【００２６】

この点、実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置は、ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制するように、電磁弁６０の制御により、必要に応じてバイパス流路６１にクーラントの一部または全部を逃がすことができる。これにより、ＥＧＲクーラ５６の冷却量を変更することができる。

また、実施の形態１においては、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲクーラ５６に対して流すべきクーラント流量について予め定めたマップを記憶する。ＥＣＵ７０は、このマップ等を参照してＥＧＲクーラ５６にとって必要な流量だけクーラントを流すことによって、ＥＧＲクーラ５６の冷却量を最適な量に変更する。これにより、ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制することができる。ＥＧＲクーラ５６に対して常にインテークマニホールド一体型インタークーラ１６と同じ定量のクーラントを流す場合と比べて、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の仕事量を軽減することもできる。これにより、燃費の向上を図ることができる。

【００２７】

また、本願発明者が鋭意研究の結果として得た知見によれば、ＥＧＲクーラを常時冷却することでＥＧＲクーラ近傍において凝縮水の発生を招来し、この凝縮水に起因して弊害（凝縮水による腐食）が生ずるおそれがある。つまり、ＥＧＲクーラに常時一定の冷却が施されている場合、ＥＧＲクーラの温度が一定以上の高温にはならない（つまり常時一定の低温状態におかれる）。これによりＥＧＲクーラ内部やその周辺に凝縮水が発生して、凝縮水中のNH_4^+およびCl^-から凝縮水乾燥によりNH_4Clが結晶化し、これが残留すると考えられる。この一連の現象が繰り返されることでＥＧＲクーラやその周辺構成の腐食が起きるおそれがあるものと考えられる。

【００２８】

この点、実施の形態１によれば、電磁弁６０の制御により、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流量を調節することができる。その結果、ＥＧＲクーラ５６の冷却状態を変更することができる。例えば、ＥＧＲクーラ５６のクーラント流量を減らすように電磁弁６０で一部のクーラントをバイパス流路６１へ流して、ＥＧＲクーラ５６の冷却を控えることができる。或いは、全部のクーラントをバイパス流路６１へ流すように電磁弁６０を制御して、ＥＧＲクーラ５６の冷却を停止することができる。

【００２９】

特に、実施の形態１によれば、電磁弁６０がクーラントの全部をバイパス流路６１に流すこともできるので、ＥＧＲクーラ５６の腐食が深刻なほどに進んだ場合に（例えば、冷却水の漏れを生ずるほどの腐食が生じた場合に）、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流

通を停止しつつ、インテークマニホールド一体型インタークーラ１６へのクーラントの流通を継続することができる。このような措置をとることにより、ＥＧＲクーラ５６について深刻な腐食が生じた場合であってもＥＧＲ（排気ガス再循環）を中止するだけで済み、急激なトルク制限を行う等の措置を避けることができる。このため、車両の安全性向上といった面に寄与することができる。

【００３０】

以上説明したように、本発明の実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置によれば、電磁弁６０の開閉状態を制御することによって、ＥＧＲクーラ５６をバイパスして冷却液（クーラント）の一部または全部をバイパス流路６１に流すことができる。これにより、ＥＧＲクーラ５６の冷却量を変更することができ、ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制することができる。従って、ＥＧＲクーラ５６の不必要な冷却による各種弊害を抑制することができる。

【００３１】

［実施の形態１の具体的処理］

以下、図２を用いて、実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置において実行される具体的処理を説明する。図２は、本発明の実施の形態１においてＥＣＵ７０が実行するルーチンのフローチャートを示す。

【００３２】

図２に示すルーチンでは、先ず、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲ使用可否について確認する処理を実行する（ステップＳ１００）。このステップでは、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲ通路５５やＥＧＲクーラ５６、図示しないＥＧＲ弁等を含むＥＧＲ装置が使用可能な状態であるか否かについての判定処理を実行する。この判定処理としては、ＥＧＲ装置を使用できない故障の態様を予め想定しておき、そのような故障を特定するための各種判定処理、検知処理を行うことが考えられる。例えば、ＥＧＲクーラ５６の腐食が生じているか否かを検出する処理や、ＥＧＲクーラ５６以外の他の構成について何らかの故障が認められるか否かを検出する処理などをＥＣＵ７０に実行させることができる。より具体的には、ＥＧＲ装置における故障検出対象の構成に対して取り付けたセンサを介して、動作異常等を検知するなどの処理を実行することが考えられる。

【００３３】

ステップＳ１００においてＥＧＲ使用可能であるという判定結果が得られた場合には、次に、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲ冷却に必要なだけの流量を流すためにマップから電磁弁開度とＥＷＰ駆動ｄｕｔｙを読み込む処理を実行する（ステップＳ１０２）。

【００３４】

次に、ＥＣＵ７０が、ステップＳ１０２で読み出された電磁弁開度とＥＷＰ駆動ｄｕｔｙの値に従って、電磁弁６０およびＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の制御内容を適宜変更する処理を実行する（ステップＳ１０４）。その後、今回のルーチンが終了する。

【００３５】

一方、ステップＳ１００においてＥＧＲ使用可能ではないという判定結果が得られた場合には、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲクーラ５６をバイパスしてクーラントを流すための処理を実行する（ステップＳ１０６）。このステップでは、ＥＧＲクーラ５６手前でクーラントの全てがバイパス流路６１へと流れるように、ＥＣＵ７０が電磁弁６０を制御する。これにより、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の作動を必要最低限の駆動ｄｕｔｙで済ませることができる。その後、今回のルーチンが終了する。

【００３６】

以上の処理によれば、ＥＧＲクーラ５６が不必要に冷却されるのを抑制でき、ＥＧＲクーラ５６の不必要な冷却により生ずる各種弊害を抑制することができる。

【００３７】

なお、上述した実施の形態１では、電磁弁６０はバイパス流路６１へと流すクーラントの量を所望量に調節することのできる弁体としたが、本発明はこれに限られるものではない。バイパス流路６１とＥＧＲクーラ５６側の２つの経路を択一的に切り換えることがで

きる弁体としてもよい。また、実施の形態１では電磁弁を用いたが本発明はこれに限られず、電動式の開度連続可変な弁を用いたり弁体の具体的構造も適宜に選択すればよい。

【００３８】

実施の形態２．

本発明の実施の形態２にかかる内燃機関の冷却装置は、上述した実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置と同様のハードウェア構成を備えている。重複説明を避けるため、以下、共通のハードウェア構成については説明を適宜省略ないしは簡略する。

【００３９】

実施の形態１においても説明したように、ＥＧＲクーラに常時一定の冷却が施されている場合、凝縮水の発生に起因してＥＧＲクーラの腐食が起きるおそれがある。本願発明者の知見によれば、ＥＧＲクーラの腐食メカニズムとしては、凝縮水が発生して、凝縮水中のNH_4^+およびCl^-から凝縮水乾燥によりNH_4Clが結晶化し、これが残留するという一連の現象が繰り返されることで、ＥＧＲクーラの腐食が起きるというメカニズムが想定される。

【００４０】

一方、本願発明者は、ＥＧＲクーラの温度をある程度以上に高温にすれば、そのような腐食メカニズムの進行を抑止しうることに着目した。本願発明者は、ＥＧＲクーラに流れるクーラントの量を制限して、ＥＧＲクーラ内に残留したNH_4Clの昇華温度に到達する程度にＥＧＲクーラを高温にすることによって、そのような腐食を抑制するという手法に想到した。

そこで、実施の形態２においては、実施の形態１のハードウェア構成において、ＥＧＲクーラ５６の腐食を防ぐために、この凝縮水の発生量に応じてＥＧＲクーラ５６の温度を一定以上の温度とするように、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流量を調節することにした。

【００４１】

図３は、本発明の実施の形態２においてＥＣＵ７０が実行するルーチンのフローチャートを示す。

図３のルーチンでは、先ず、ＥＣＵ７０が、積算凝縮水量が一定値以上となっているか否かを判定する処理を実行する（ステップＳ２００）。本実施形態においては、この処理では、具体的には、ＥＣＵ７０が、先ず、凝縮量取得ステップを実行し、この凝縮量取得ステップで取得された凝縮量が所定の基準値以上となっているかを比較判定する処理を実行する。

【００４２】

凝縮量取得ステップにおいては、先ず、内燃機関の負荷ＫＬから、発生$NH4^+$量を算出する第１のステップが実行される。これは、例えば、負荷ＫＬと$NH4^+$量との相関関係をマップや数式で定めてＥＣＵ７０に記憶させておき、当該マップから負荷ＫＬに応じた$NH4^+$量を読み出すことにより実現できる。なお、負荷ＫＬの値自体は、例えば内燃機関の吸入空気量（センサ出力値）などに基づいて求めればよい。次に、第２のステップとして、ＥＧＲクーラ５６の温度が１００℃以上か否かが判定される。この第２のステップでは、例えば、ＥＧＲクーラ５６に取り付けた温度センサからの出力信号に基づいてＥＧＲクーラ５６の温度を計測する。次に、ＥＧＲクーラ５６の温度が１００℃以上と認められた場合には、第３のステップとして、Cl^-の量を取得することが困難であるため、発生した$NH4^+$量が全て反応したものと仮定して発生NH_3Cl量を算出する。

【００４３】

凝縮量取得ステップにおける第１乃至第３のステップが完了したら、次に、ＥＣＵ７０が、算出した発生NH_3Cl量をステップＳ２００における積算凝縮水量として取り扱って、発生NH_3Cl量が所定の基準値以上に多いかどうかを比較判定する処理を実行する。この比較判定処理の結果が不成立（Ｎｏ）である場合には、今回のルーチンが終了する。

【００４４】

一方、上記の比較判定処理の結果が肯定（ＹＥＳ）である場合には、積算凝縮水量がＥＧＲクーラ５６の腐食進行を深刻化させる程度まで多くなったと考えることができる。そこで、このような場合には、処理はステップＳ２０２へ移る。ステップＳ２０２では、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲ弁（図示せず）を閉じ、かつ、ＥＧＲクーラ５６へのクーラント供給をカットするように電磁弁６０を制御する処理を実行する。つまり、ＥＧＲ（排気ガス再循環）を停止し、かつ、電磁弁６０の位置から全部のクーラントがバイパス流路６１へ流れるように電磁弁６０の開閉状態を変更する。

【００４５】

次に、ＥＧＲクーラ内の温度がNH_4Clの昇華温度に到達する（ステップＳ２０４）。このステップでは、例えば、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲクーラ５６に取り付けた温度センサの出力値に基づいて、ＥＧＲクーラ５６が所定のしきい値温度以上に高温になったか否かを判定する処理を実行する。このしきい値温度は、NH_4Clの昇華温度に応じて、予め実験等により特定し設定しておけばよい。ＥＧＲクーラ５６が所定のしきい値温度以上に高温になったと判定されるまでは、このステップＳ２０４で処理が保留される。

【００４６】

次に、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲの制御を通常通りに復帰させる処理を実行する（ステップＳ２０６）。このステップでは、上記のステップＳ２０２において閉じられたＥＧＲ弁（図示せず）の開度が、通常のＥＧＲ実行時の開度に復帰させられる。その後、今回のルーチンが終了する。

【００４７】

以上の処理によれば、必要と認められる場合にＥＧＲクーラ５６に流れるクーラントの量を制限して、ＥＧＲクーラ５６内に残留したNH_4Clの昇華温度に到達する程度にＥＧＲクーラ５６を高温にすることによって、凝縮水に起因する腐食を抑制することができる。

【００４８】

実施の形態３．

本発明の実施の形態３にかかる内燃機関の冷却装置は、上述した実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置と同様のハードウェア構成を備えている。但し、実施の形態３においては、ＥＣＵ７０が内燃機関の吸気温度の推定値を取得する推定処理を記憶しており、この推定処理を実行できる点で、上述の実施の形態１、２と相違している。この推定処理は吸気温度の推定に関する各種公知技術を利用して行えばよいが、吸気温度の推定値の算出過程において、冷却系の冷却能力（例えばインテークマニホールド一体型インタークーラ１６およびＥＧＲクーラ５６の冷却効率）を算入するものとする。重複説明を避けるため、以下、共通のハードウェア構成については説明を適宜省略ないしは簡略する。

【００４９】

実施の形態３では、ＥＧＲクーラ５６においてクーラント漏れ異常が認められた場合に、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流入を停止する。また、実施の形態３においては、クーラント漏れ異常時におけるＥＧＲクーラ５６の冷却効率低下によって推定吸気温度と実測吸気温度との間に差が生ずるという点を利用して、推定吸気温度と実測吸気温度との比較に基づいてクーラント漏れ異常を検知する。

【００５０】

図４は、本発明の実施の形態３においてＥＣＵ７０が実行するルーチンのフローチャートを示す。

図４に示すルーチンでは、先ず、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲクーラ５６での冷却液（クーラント）の漏れが検知されたか否かを判定する処理を実行する（ステップＳ３００）。このステップＳ３００では、ＥＣＵ７０が、先ず、内燃機関に備えられた吸気温度センサ（図示せず）の出力に基づいて吸気温度の実測値を取得する処理を実行する。次いで、ＥＣＵ７０は、上述の推定処理を実行することで、吸気温度の推定値を取得する。ＥＣＵ７０は、実測値と推定値との比較を行い、これらの値の乖離が所定値以上に大きいか否かを判定する処理を実行する。これらの値の乖離が大きい場合には、ＥＧＲクーラ５６でのクーラ

ント漏れが生じていると判断することができる。そこで、ステップＳ３００では、実測値と推定値の乖離（差分）が所定値以上に大きい場合には、ステップＳ３００の条件が成立したものと判定される。その結果、ＥＧＲクーラ５６での冷却液（クーラント）の漏れが検知されたものと判断される。

【００５１】

ステップＳ３００において条件の成立（ＹＥＳ）が認められた場合には、続いて、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲ弁（図示せず）を閉じ且つＥＧＲクーラ５６へのクーラント供給をバイパス（カット）するように電磁弁６０を制御する処理を実行する（ステップＳ３０２）。つまり、このステップでは、実施の形態２における図３のフローチャートのステップＳ２０２と同様の処理が実行される。その後、今回のルーチンが終了する。その結果、ＥＧＲクーラ５６へのクーラント供給をバイパス（カット）状態とすることができる。

【００５２】

以上の処理によれば、ＥＧＲクーラ５６においてクーラント漏れ異常が認められた場合に、ＥＧＲクーラ５６へのクーラントの流入を停止することができる。

【００５３】

実施の形態４．

本発明の実施の形態４にかかる内燃機関の冷却装置は、上述した実施の形態１にかかる内燃機関の冷却装置と同様のハードウェア構成を備えている。重複説明を避けるため、以下、ハードウェア構成については説明を適宜省略ないしは簡略する。実施の形態４にかかる内燃機関の冷却装置によれば、電磁弁６０の固着が生じた場合にこれに対処することのできる構成が提供される。

【００５４】

電磁弁６０の固着が生ずると、ＥＧＲクーラ５６に流れるクーラントの量を正確に調節することができなくなる。電磁弁６０の固着とは、電磁弁６０の正常な作動が妨げられる種々の固着状態をいうものとする。例えば、電磁弁６０の開度変化が妨げられている状態や、電磁弁６０がバイパス流路６１側とＥＧＲクーラ５６側との間でクーラントの流れを切り換えることが妨げられている状態や、バイパス流路６１側とＥＧＲクーラ５６側との間でクーラントの流量の割合を正確に調節できなくなっている状態が含まれる。

【００５５】

推定吸気温度は、制御装置（ＥＣＵ７０）上で電磁弁６０の固着が認識されない限り、ＥＧＲクーラ５６においてクーラント流量（冷却量）が正確に調節されているものと仮定して推定されている。これに対し、実測吸気温度については、実測値であるため、電磁弁６０の固着でＥＧＲクーラ５６のクーラント流量が正常値（目標値）と異なった場合にもその影響が反映される。このため、電磁弁６０が固着した場合、推定吸気温度と実測吸気温度との間にずれが生じる。

推定吸気温度よりも実測吸気温度が高い場合（推定吸気温度＜実測吸気温度）には、電磁弁６０が、ＥＧＲクーラ５６に対し予定の流量よりもクーラントが流れない方向に固着している。あるいは、「ＥＧＲクーラ５６側へとクーラント流量を増加させようとする動作が妨げられるように電磁弁６０が固着している」と考えることができる。

逆に、推定吸気温度よりも実測吸気温度が低い場合（推定吸気温度＞実測吸気温度）には、電磁弁６０が、ＥＧＲクーラ５６に対し予定の流量と比べて多くのクーラントが流れる方向に固着している。あるいは、「ＥＧＲクーラ５６側への流量を減少させる動作が妨げられるように電磁弁６０が固着している」と考えることができる。

そこで、実施の形態４では、このような電磁弁６０の固着を、実測吸気温度と推定吸気温度との比較の結果に基づいて検出することとした。さらに、実施の形態４では、上記の観点から判断した電磁弁６０の固着状態に応じて、ＥＧＲ装置やＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の制御内容を変更することにした。

【００５６】

図５は、本発明の実施の形態４においてＥＣＵ７０が実行するルーチンのフローチャートを示す。図５に示すルーチンでは、先ず、ＥＣＵ７０が、推定吸気温度よりも実測吸気

温度のほうが高い温度であるか否かを判定する処理を実行する（ステップＳ４００）。ステップＳ４００における推定吸気温度は、上述の実施の形態３において述べた吸気温度の推定処理を実行することにより取得される。また、ステップＳ４００における実測吸気温度は、実施の形態３における図４のステップＳ３００中で述べた処理（吸気温度の実測値を取得する処理）により取得される。ステップＳ４００では、これらの推定吸気温度と実測吸気温度とが比較され、その比較の結果に基づいて以降の処理（ステップＳ４０２またはＳ４０４）が決定される。

【００５７】

ステップＳ４００の判定条件が肯定された場合（つまり、推定吸気温度＜実測吸気温度という関係が認められた場合）には、ＥＣＵ７０の処理は、ステップＳ４０２へと進む。ステップＳ４０２では、ＥＣＵ７０が、ＥＧＲバルブを閉じるとともに、電磁弁６０のフェイルを示すＭＩＬ点灯を行う処理を実行する。ＭＩＬ（マルファンクションインジケーターライト）の点灯は、ドライバ等に対する異常の報知手段として機能する。その後、今回のルーチンが終了する。

【００５８】

一方、ステップＳ４００の判定条件が否定された場合には、ＥＣＵ７０の処理は、ステップＳ４０４へと進む。ステップＳ４０４では、ＥＣＵ７０が、推定吸気温度よりも実測吸気温度のほうが低い温度であるか否かを判定する処理を実行する。つまり、ＥＣＵ７０が、推定吸気温度＞実測吸気温度という関係が成立しているか否かを判定する処理を実行する。

【００５９】

ステップＳ４０４の判定条件が肯定された場合（推定吸気温度＞実測吸気温度という関係が認められた場合）、ＥＣＵ７０の処理は、ステップＳ４０６へと進む。ステップＳ４０６では、ＥＣＵ７０が、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の駆動ｄｕｔｙを低減する処理を実行する。前述したように、推定吸気温度＞実測吸気温度という関係が認められた場合には、電磁弁６０が、ＥＧＲクーラ５６に対し予定の流量と比べて多くのクーラントが流れる方向に固着していると考えられる。そこで、実施の形態４では、クーラント流量を低減するように、ＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の駆動ｄｕｔｙを低減することにした。これにより、電磁弁６０の固着により予定の流量と比べてＥＧＲクーラ５６のクーラント流量が多くなっている場合に、ＥＧＲクーラ５６のクーラント流量を低減して正常時の流量に近づけることができる。なお、本実施形態では、ステップＳ４０６において予め定めた減少分を現在の駆動ｄｕｔｙから差し引く処理を実行する。或いは、ステップＳ４０６において、所定の係数を現在の駆動ｄｕｔｙに乗ずることにより駆動ｄｕｔｙを低減してもよい。

【００６０】

次に、ＥＣＵ７０は、推定吸気温度と実測吸気温度とが合致しているか否かを判定する処理を実行する（ステップＳ４０８）。このステップでは、上記のステップＳ４０６の処理によりクーラント流量が低減されたことにより推定吸気温度と実測吸気温度のずれが解消されたか否かが判定される。このステップの条件の成立が認められるまでは、ステップＳ４０６による駆動ｄｕｔｙの低減が行われる。その後、推定吸気温度と実測吸気温度とが合致してこのステップの条件の成立が認められた場合には、今回のルーチンが終了する。

【００６１】

一方、ステップＳ４０４の判定条件が否定された場合、推定吸気温度と実測吸気温度との間には“推定吸気温度＜実測吸気温度”という不等号の関係と“推定吸気温度＞実測吸気温度”という不等号の関係の両方が成立してない。この場合には、本実施形態では、推定吸気温度と実測吸気温度とが合致しているものとして今回のルーチンが終了する。

【００６２】

以上の処理によれば、電磁弁６０のフェイルを実測吸気温度と推定吸気温度との比較の結果に基づいて検出することができる。さらに、実施の形態４では、電磁弁６０の固着状

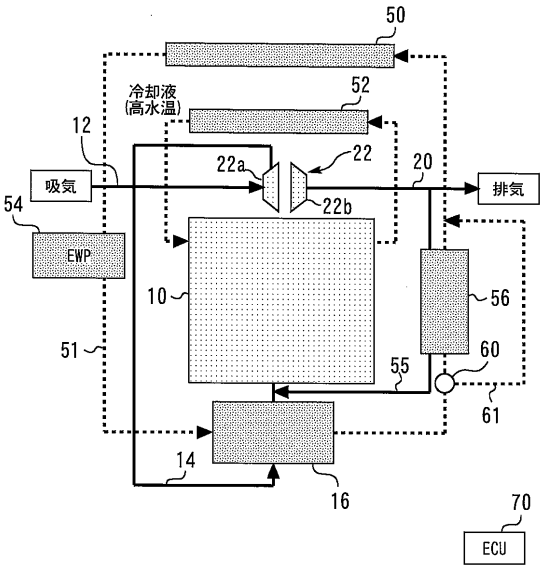
態に応じて、ＥＧＲ装置やＥＷＰ電動ウォーターポンプ５４の制御内容を適切に変更することができる。

【符号の説明】

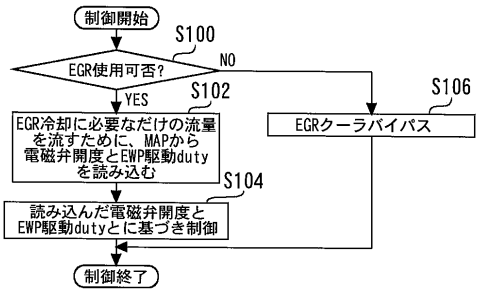
【００６３】

１０　シリンダブロック
１２　吸気通路
１４　吸気通路
１６　インテークマニホールド一体型インタークーラ
２０　排気管
２２　ターボチャージャ
２２ａ　コンプレッサ
２２ｂ　タービン
５０　ラジエータ
５１　冷却液経路
５２　メインラジエータ
５３　冷却液経路
５４　電動ウォーターポンプ
５５　ＥＧＲ通路
５６　ＥＧＲクーラ
６０　電磁弁
６１　バイパス流路

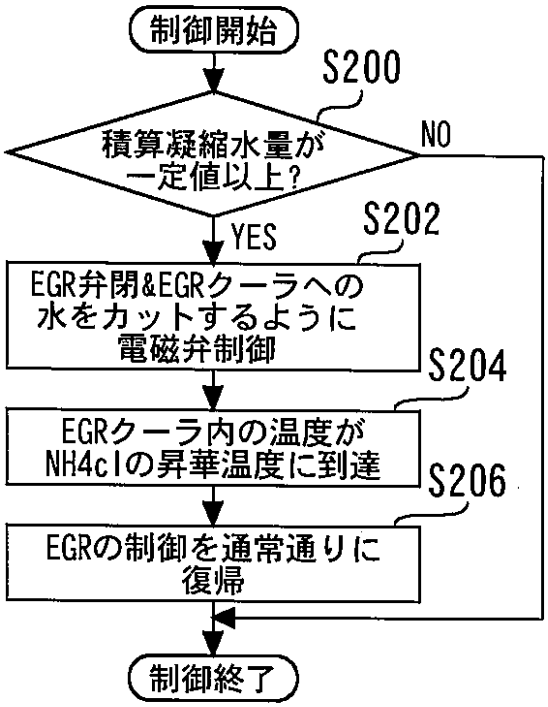
【図１】



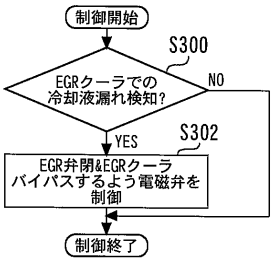
【図２】



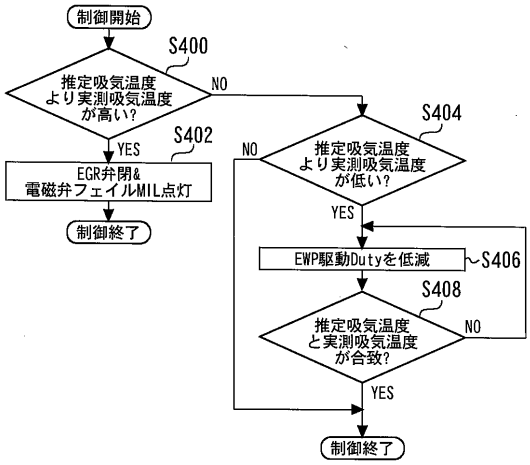
【図３】


制御開始
S200
積算凝縮水量が
一定値以上?
NO
YES
S202
EGR弁閉&EGRクーラへの
水をカットするように
電磁弁制御
S204
EGRクーラ内の温度が
NH4clの昇華温度に到達
S206
EGRの制御を通常通りに
復帰
制御終了

【図４】


制御開始
S300
EGRクーラでの
冷却液漏れ検知?
NO
YES
S302
EGR弁閉&EGRクーラ
バイパスするよう電磁弁を
制御
制御終了

【図５】


制御開始
S400
推定吸気温度
より実測吸気温度
が高い?
NO
YES
S402
EGR弁閉&
電磁弁フェイルMIL点灯
制御終了
S404
推定吸気温度
より実測吸気温度
が低い?
NO
YES
EWP駆動Dutyを低減
S406
S408
推定吸気温度
と実測吸気温度
が合致?
NO
YES
制御終了

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	ＦＩ		テーマコード（参考）
	Ｆ０２Ｂ　29/04	Ｋ	
	Ｆ０２Ｍ　25/07	５８０Ｅ	
	Ｆ０２Ｍ　25/07	５５０Ｃ	
	Ｆ０２Ｂ　29/04	Ａ	