

(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2012-177308

(P2012-177308A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO1P 11/16 (2006.01)	FO1P 11/16 Z	
FO1P 11/14 (2006.01)	FO1P 11/14 C	
FO1P 7/16 (2006.01)	FO1P 7/16 505B	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2011-39262 (P2011-39262)
 (22) 出願日 平成23年2月25日 (2011. 2. 25)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100078330
 弁理士 笹島 富二雄
 (72) 発明者 清水 博和
 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内

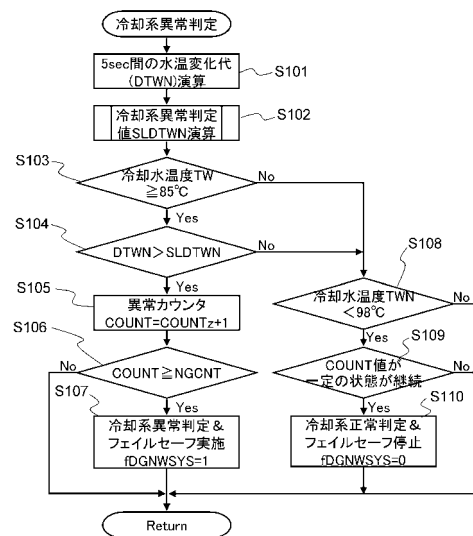
(54) 【発明の名称】 内燃機関の冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 循環系における冷却液の異常の有無を判定できる、内燃機関の冷却装置を提供する。

【解決手段】 最近の設定時間内で検出した冷却水温度TWのうちの最小値TWMINと最大値TWMAXとの偏差DTWNを演算し(S101)、この偏差DTWNが判定値SLDTWNを超えていれば(S104)、異常カウンタCOUNTを1アップさせる(S105)。そして、異常カウンタCOUNTの値が判定値NGCNTになると(S106)、冷却系の異常(冷却液の異常)を判定し、ラジエータファンの回転速度を上げるなどして、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させ、冷却液の異常によるオーバーヒートの発生を未然に抑制する(S107)。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

冷却液を循環させて内燃機関を冷却する冷却装置であって、
前記冷却液の温度を検出する温度検出手段と、
前記温度検出手段が検出した冷却液の温度の変化に基づき、冷却液の異常の有無を判定する異常判定手段と、
を含む内燃機関の冷却装置。

【請求項 2】

前記異常判定手段は、前記冷却液の温度が、判定値を超える急な上昇変化を示した場合に、冷却液の異常の発生を判定する請求項 1 記載の内燃機関の冷却装置。

10

【請求項 3】

前記異常判定手段が、冷却液の異常の発生を判定した場合に、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる冷却能力制御手段を備えた請求項 1 又は 2 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】**

本発明は、冷却液を循環させて内燃機関を冷却する冷却装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、ラジエータを介して冷却液を循環させる状態と、前記ラジエータを迂回して冷却液を循環させる状態とに切り替える電制サーモスタットバルブを備えた内燃機関の冷却装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2009 - 185744 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

上記のように、電制サーモスタットバルブを備えた冷却装置では、サーモスタットの開弁温度（ラジエータを介した循環を開始させる冷却液温度）を高くすることで、冷却液の温度を上げ、内燃機関のフリクションを低下させることが可能である。

30

しかし、冷却液の温度を高くすると、循環系内の冷却液に空気が混入する異常が発生し、冷却液の循環系内における圧力を高圧側に保てなくなった場合に、冷却液が沸騰し易く、オーバーヒートが発生する可能性があった。

【0005】

そこで、本願発明は、循環系における冷却液の異常の有無を判定できる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】

40

【0006】

そのため、本願発明では、冷却液の温度を検出し、検出した冷却液の温度の変化に基づき、冷却液の異常の有無を判定する。

【発明の効果】**【0007】**

上記発明によると、冷却液の温度変化に基づき、例えば空気混入などの冷却液の異常の有無を判定できるので、冷却液の異常に対して対策を施してオーバーヒートの発生を未然に抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】**【0008】**

50

【図 1】本願発明の実施形態における冷却装置のシステム図である。

【図 2】本願発明の実施形態における冷却装置のシステム図である。

【図 3】本願発明の実施形態における電制サーモスタットバルブの特性を示す線図である。

【図 4】本願発明の実施形態における冷却系の異常判定（冷却液の異常判定）の様子を示すフローチャートである。

【図 5】本願発明の実施形態における冷却水温度 T_W の変化特性を示すタイムチャートである。

【図 6】本願発明の実施形態における異常判定回数の閾値の特性を示す線図である。

【図 7】本願発明の実施形態における温度上昇変化の閾値を設定する処理を示すフローチャートである。

【図 8】本願発明の実施形態におけるエンジン負荷と補正值との相関を示す線図である。

【図 9】本願発明の実施形態におけるエンジン負荷及びエンジン回転速度と補正值との相関を示す線図である。

【図 10】本願発明の実施形態における車速と補正值との相関を示す線図である。

【図 11】本願発明の実施形態における冷却ファン（ラジエータファン）の駆動量と補正值との相関を示す線図である。

【図 12】本願発明の実施形態における外気温度と補正值との相関を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下に本発明に係る内燃機関の冷却装置の実施形態を説明する。

図 1 は、実施形態における内燃機関の冷却装置のシステム図である。

エンジン（内燃機関）1 のジリングブロックやシリンダヘッドには、冷却水（冷却液）通路 2 が形成されており、この冷却水通路（ウォータジャケット）2 の出口とラジエータ 3 の入口 3 a とが、冷却水配管 4 で接続されている。

そして、冷却水通路 2 を通過することでエンジン 1 の熱を奪い温度上昇した冷却水は、冷却水配管 4 を介してラジエータ（空冷式放熱器）3 に送られる。

【0010】

ラジエータ 3 は、ラジエータ 3 に風を当てて放熱させる電動式の冷却ファン（ラジエータファン）5 を備えている。

ラジエータ 3 の出口 3 b とエンジン 1 の冷却水通路 2 の入口とは、冷却水配管 6 で接続される。

【0011】

冷却水通路 2 の入口と冷却水配管 6 の端部との間には、ラジエータ 3 で放熱して温度低下した冷却水を再びエンジン 1 の冷却水通路 2 に送り込むために、エンジン 1 で駆動される機械式ウォータポンプ 7 を設けてある。

また、エンジン 1 の停止中に冷却水を循環させるために、冷却水配管 6 の途中には、電動式ウォータポンプ 8 を設けてある。

【0012】

尚、機械式ウォータポンプ 7 と電動式ウォータポンプ 8 との一方を備える冷却装置であってもよく、図 2 には、機械式ウォータポンプ 7 を備えずに電動式ウォータポンプ 8 を備えた冷却装置を示してある。

図 2 のシステム図は、図 1 のシステム図に対して、機械式ウォータポンプ 7 を省略している点のみが異なる。

【0013】

また、冷却水配管 4 の途中と、ラジエータ 3 の出口 3 b と電動式ウォータポンプ 8 との間の冷却水配管 6 とを接続するバイパス配管 9 を設けてある。

バイパス配管 9 は、ラジエータ 3 を迂回して冷却水を循環させる循環系を構成し、ラジエータ 3 を迂回して循環させる冷却水の流量（ラジエータ 3 を迂回させるか否か）は、電制サーモスタットバルブ 10 によって制御される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

電制サーモスタットバルブ 10 は、通電量（オンデューティ）の増大に応じてバルブリフト量が増大し、バルブリフト量が増えることで、ラジエータ 3 を経由して循環させる冷却水の流量を増やし、相対的にラジエータ 3 を迂回して循環させる冷却水の流量を減らす特性のバルブである。

ここで、電制サーモスタットバルブ 10 は、図 3 に示すように、通電遮断状態（オンデューティ 0 %）であっても冷却水温度 TW が上限温度（例えば 100）を超えると略全開状態にまで開弁して、ラジエータ 3 を経由して冷却水を循環させるようにし、また、最大通電状態（オンデューティ 100 %）であっても冷却水温度 TW が下限温度（例えば 80）を下回ると略全閉状態にまで閉弁し、ラジエータ 3 を迂回して冷却水を循環させるように構成されている。

10

【 0 0 1 5 】

冷却装置を構成する冷却ファン 5、電動式ウォータポンプ 8、電制サーモスタットバルブ 10 は、電子制御ユニット 11 が出力する操作量に応じて動作する。

電子制御ユニット 11 は、コンピュータを備え、予め記憶したプログラムに従って、冷却ファン 5、電動式ウォータポンプ 8、電制サーモスタットバルブ 10 などに出力する操作量を演算する。

【 0 0 1 6 】

電子制御ユニット 11 は、各種センサが出力する信号を入力する。

前記各種センサとしては、バイパス配管 9 の分岐点よりも上流側の冷却水配管 4 内の冷却水温度 TW を検出する水温センサ（温度検出手段）12、エンジン 1 を搭載した車両の走行速度（車速） VSP を検出する車速センサ 13、エンジン 1 の負荷 TP を検出する負荷センサ 14、エンジン 1 の回転速度 NE を検出する回転センサ 15、外気温度 TA を検出する外気温センサ 16 などを備えている。

20

【 0 0 1 7 】

また、ハイブリッド車両であっても機械式ウォータポンプ 7 と電動式ウォータポンプ 8 との双方を備える場合、電子制御ユニット 11 は、ハイブリッド車両における駆動源制御を行う他の制御ユニットからエンジン 1 の自動停止指令信号などを入力する。

そして、電子制御ユニット 11 は、水温センサ 12 の信号に基づき検出した冷却水温度 TW が設定温度よりも低い冷機時には、電制サーモスタットバルブ 10 を制御することで、ラジエータ 3 を迂回して循環される冷却水の流量を増やし、冷却水の温度上昇を促進させる。

30

【 0 0 1 8 】

また、電子制御ユニット 11 は、暖機後に冷却水温度 TW が設定温度よりも高くなると、冷却ファン 5 の駆動を開始させ、又は、冷却ファン 5 の回転速度を増大させることで、ラジエータ 3 における放熱効率を増大させ、冷却水温度 TW が低下するようにする。

更に、機械式ウォータポンプ 7 と電動式ウォータポンプ 8 との双方を備える場合、電子制御ユニット 11 は、電動式ウォータポンプ 8 をエンジン 1 の停止時に起動させ、また、電動式ウォータポンプ 8 を少なくとも備え、電動式ウォータポンプ 8 で冷却水を循環させる場合には、電動式ウォータポンプ 8 による冷却水の吐出量を冷却水温度 TW に応じて制御する。

40

【 0 0 1 9 】

また、電子制御ユニット 11 は、上記構成の冷却装置における冷却水（冷却液）の異常の有無を判定する機能（異常判定手段としての機能）を、図 4 のフローチャートに示すようにソフトウェア的に備えている。

以下では、図 4 のフローチャートに示した異常判定ルーチン（異常判定手段）を詳細に説明する。

【 0 0 2 0 】

図 4 のフローチャートに示した異常判定ルーチンは、電子制御ユニット 11 によって一定時間毎に実行され、まず、ステップ S101 では、冷却水温度 TW の変化、詳しくは、

50

冷却水温度 TW の上昇変化を判断するための変数 $DTWN$ の演算を行う。

前記変数 $DTWN$ として、最近の設定時間（例えば 5 秒）内で水温センサ 1 2 が検出した冷却水温度 TW のうちの最小値 $TWMIN$ と最大値 $TWMAX$ との偏差を演算することができる。

【0021】

尚、水温センサ 1 2 からの信号は、一定時間毎に A / D 変換して電子制御ユニット 1 1 に読み込まれ、電子制御ユニット 1 1 は、この一定時間毎に読み込まれる信号の最近の設定時間内の値を記憶し、該記憶している複数の検出信号の中での最大値と最小値とを求め

る。
また、前記変数 $DTWN$ としては、冷却水温度 TW が設定温度（例えば 1 ）だけ上昇

10

するのに要した時間を計測させることができる。
また、前記変数 $DTWN$ としては、冷却水温度 TW の移動平均値と極大値との偏差を演算させたりすることができ、冷却水温度 TW が急に上昇したことを判定できる変数を適宜採用できる。

【0022】

ステップ S 1 0 1 で変数 $DTWN$ を演算すると、次のステップ S 1 0 2 では、変数 $DTWN$ の大小、換言すれば、冷却水温度 TW の変化が異常な変化であるか正常範囲内の変化であるかを判別するための判定値 $SLDTWN$ を演算する。

前記判定値 $SLDTWN$ は、固定値であっても良い。

但し、冷却水温度 TW の上昇し易さは、エンジンの発生熱量、車速 VSP 、冷却ファン 5 の動作状態、外気温度などの条件で変化し、冷却水温度 TW が上昇し易い条件で判定値 $SLDTWN$ が低いと、異常でない温度上昇を、空気の混入に因るものであると誤判定してしまうことになり、逆に、冷却水温度 TW が上昇し易い条件で判定値 $SLDTWN$ が高いと、空気の混入による温度の急な上昇を正常範囲の変化であると誤判定することになってしまう。

20

【0023】

そこで、エンジンの発生熱量、車速 VSP 、冷却ファン 5 の動作状態、外気温度などの条件に基づき、冷却水温度 TW が上昇し易い条件であるか否かを判定し、冷却水温度 TW が上昇し易い条件であるほど前記判定値 $SLDTWN$ をより大きな値に変更し、より急な温度変化が発生したときに冷却水の異常と判断するように設定することが好ましい。

30

尚、判定値 $SLDTWN$ の可変設定については後で詳細に説明する。

【0024】

ステップ S 1 0 3 では、冷却水温度 TW が下限温度以上であるか否かを判断する。前記下限温度は、冷却水の異常を判定する必要がある温度範囲の下限値であって、例えば完暖状態と見なすことができる 8 5 程度に設定する。

冷却水温度 TW が下限温度を下回るような低水温状態（冷機状態）では、たとえ冷却水に空気が混入していてもオーバーヒートが発生する可能性が低いいため、異常判定する必要がなく、また、温度の低い条件では冷却水異常を誤判定する可能性があるため、冷却水温度 TW が下限温度以上であることを、異常判定の実施条件とする。

【0025】

そして、冷却水温度 TW が下限温度（例えば 8 5 ）以上であって、異常判定の実施条件が成立している場合には、ステップ S 1 0 4 へ進み、変数 $DTWN$ と判定値 $SLDTWN$ とを比較することで、異常な温度上昇が発生したか否かを判定する。

40

変数 $DTWN$ を、設定時間内の最小値 $TWMIN$ と最大値 $TWMAX$ との偏差とする場合、偏差が大きいほど急な温度上昇が発生したことを示すから、変数 $DTWN$ が判定値 $SLDTWN$ を超えている場合に、異常な温度上昇が発生したと判断する。図 4 のステップ S 1 0 4 には、変数 $DTWN$ が判定値 $SLDTWN$ を超えている場合に、異常な温度上昇が発生したと判断する場合を示してある。

【0026】

一方、変数 $DTWN$ を、冷却水温度 TW が設定温度だけ上昇するのに要した時間とする

50

場合、係る時間が短いほど急な温度上昇が発生したことを示すから、変数 D T W N が判定値 S L D T W N を下回る場合に、異常な温度上昇が発生したと判断する。

換言すれば、ステップ S 1 0 4 は、正常時には発生することのない急な温度上昇が発生したか否かを判断するものであり、明らかに異常と認められる急な温度上昇が発生したか否かを、判定値 S L D T W N と変数 D T W N とを比較して判断する。

【 0 0 2 7 】

例えば、冷却水に空気が混入している場合、水温センサ 1 2 が気泡部分の温度を測ると、冷却水温度よりも高い温度を検出することになり、水温センサ 1 2 の部分を気泡が通過してしまうと再度冷却水の温度を検出ようになるため、図 5 に示すように、水温センサ 1 2 の部分を気泡が通過する毎に、水温センサ 1 2 による温度の検出結果は、一時的かつ急激な温度上昇を示すことになり、このような温度上昇の発生を、変数 D T W N と判定値 S L とを比較することで検出するものである。

10

【 0 0 2 8 】

ステップ S 1 0 4 で、変数 D T W N が判定値 S L D T W N を超える急な温度上昇の発生を示していると判定されると、ステップ S 1 0 5 へ進み、急な温度上昇の発生を検出した回数（異常判定回数）を計数するためのカウント値 C O U N T を前回値 C O U N T z から 1 だけ増加させる。

そして、次のステップ S 1 0 6 では、ステップ S 1 0 5 で増加させたカウント値 C O U N T が、判定値 N G C N T 以上であるか否かを判断する。

【 0 0 2 9 】

前記判定値 N G C N T は、カウント値 C O U N T の値を、冷却水異常と認める異常範囲領域とそれ以外の正常範囲領域とに判別するための値である。

そして、前記判定値 N G C N T は、固定値として予め記憶させておくことができる他、冷却水温度 T W が高いほど、冷却水異常によってオーバーヒートし易くなるので、冷却水温度 T W が高いほどカウント値 C O U N T がより小さい段階から冷却水異常を判定して、オーバーヒート対策を早期に実施することが好ましいので、図 6 に示すように、前記判定値 N G C N T は、冷却水温度 T W が高いほどより小さい値に設定することができる。

20

【 0 0 3 0 】

カウント値 C O U N T が判定値 N G C N T 未満である場合は、冷却水温度 T W の異常上昇が検出されたとしても、その頻度が低く、そのまま放置してもオーバーヒートに至るようなことはないものと判断し、ステップ S 1 0 7 を迂回して本ルーチンを終了させる。

30

一方、カウント値 C O U N T が判定値 N G C N T 以上である場合は、冷却水温度 T W の異常上昇が検出された頻度が、何らかの対処を必要とするほど高く、そのまま放置するとオーバーヒートに至る可能性があるものと判断し、ステップ S 1 0 7 へ進む。

【 0 0 3 1 】

換言すれば、前記判定値 N G C N T は、冷却水温度 T W の異常上昇が検出された頻度（回数）の許容最大値に相当し、カウント値 C O U N T が判定値 N G C N T 未満の間は、正常範囲と見なして通常の冷却制御を継続させ、カウント値 C O U N T が判定値 N G C N T 以上になって初めて冷却水異常の発生を判断して、後述するように、オーバーヒートの発生を未然に抑制するためのフェイルセーフ処理を実施する。

40

【 0 0 3 2 】

ステップ S 1 0 7 では、冷却系異常の発生を判定し、異常発生の有無を示すフラグ f D G N W S Y S に、異常状態を示す「 1 」を設定する。

前記冷却系異常とは、例えば冷却水に空気が混入した冷却水異常であり、冷却水に空気が混入すると、冷却水の循環系内における圧力を高圧側に保てなくなって、冷却水が沸騰し、オーバーヒートが発生する可能性がある。

特に、冷却水の温度を比較的高い温度に保って、エンジン 1 のフリクションを低下させようとする、冷却水に空気が混入したときに、オーバーヒートが発生し易くなるため、オーバーヒート対策を直ちに実施することが望まれる。

【 0 0 3 3 】

50

そこで、フラグ f D G N W S Y S に「1」が設定されている冷却系異常の状態では、オーバーヒートの発生を未然に抑制すべく、以下に示すフェイルセーフ処理(1)～(5)のうちの少なくとも1つを実行する。

(1) 冷却系異常の発生を運転者に警告する。

具体例：(1-1) オーバーヒートランプ17を点灯する。

(2) 冷却ファン(ラジエータファン)5の動作条件を変更する。

具体例：(2-1) 冷却系異常時は常時オンにする(ファンの回転速度の最小値を上げる)。

(2-2) 動作条件を正常時よりも低水温側に変更する。

(3) 電制サーモスタットバルブ10の動作条件を変更する。

具体例：(3-1) 動作条件(開弁条件)を正常時よりも低水温側に変更する。

(3-2) 異常時は最大通電に固定する。

(4) エンジンの出力(発生熱量)の制限を行う。

具体例：(4-1) 最大スロットル開度を低下させる。

(4-2) 異常時用の最大エンジン回転速度で燃料カットを行う。

(5) 電動式ウォータポンプ8の動作条件を変更する。

具体例：(5-1) 最低動作回転速度を上げる(オーバーヒート抑制)。

(5-2) 最高動作回転速度を下げる(気泡混入によるポンプ破損の抑制)。

【0034】

フェイルセーフ処理(1)の運転者への警告は、オーバーヒートが発生する可能性が高くなっていることを運転者に認知させることで、高負荷運転の自制や、整備工場での点検修理を促すと共に、他のフェイルセーフ処理を実行するときに警告を行うことで、運転性の変化が冷却系異常に伴うフェイルセーフ処理に因るものであることを運転者に認知させることができる。

運転者への警告は、車両の運転席近傍に設けたオーバーヒートランプ17の点灯によって行える他、ブザーや文字表示などで異常の発生を警告できる。

【0035】

フェイルセーフ処理(2)の冷却ファンの動作条件の変更は、冷却ファン5を異常時には正常時よりも低い冷却水温度TWから動作させたり、冷却ファン5の風量(回転速度)を異常時には正常時よりも増加させることで、ラジエータ3における放熱効率(放熱量)を増やし、冷却水の温度上昇を抑制するものである。

【0036】

フェイルセーフ処理(3)の電制サーモスタットバルブの動作条件の変更は、異常時には正常時よりも低い冷却水温度から、ラジエータ3を介して冷却水を循環させるようにしたり、ラジエータ3を介して循環させる冷却水の流量を異常時には正常時よりも増やすことで、冷却水の温度上昇を抑制するものである。

【0037】

フェイルセーフ処理(4)のエンジン出力制限は、エンジンの発熱量が設定量を超えることになる領域での運転を禁止し、発熱量が設定量を下回る領域でエンジン1を運転させることで、エンジン1の冷却水通路2を冷却水が流れるときの受熱量を減らし、冷却水の温度上昇を抑制するものである。換言すれば、フェイルセーフ処理(4)のエンジン出力制限は、エンジンの最大出力を冷却水が正常である場合に比べてより低く制限する処理である。

エンジン出力の制限は、エンジン1の電子制御スロットルにおける最大開度を異常時には正常時に比べて低下させることや、正常時にはエンジン1への燃料噴射が行われる高回転域で異常には燃料カットを行うことなどで実現できる。

【0038】

フェイルセーフ処理(5)の動作条件の変更には、相互に目的が異なる2つのパターンが含まれる。フェイルセーフ処理(5)のうち、電動式ウォータポンプ8の最低動作回転速度を上げる変更は、電動式ウォータポンプ8の吐出量を、異常時には正常時よりも増大

10

20

30

40

50

させることで、冷却水の循環流量（熱容量）を増やし、冷却水の温度上昇を抑制するものである。

一方、フェイルセーフ処理（５）のうち、電動式ウォータポンプ８の最高動作回転速度を異常時には正常時よりも下げる変更は、正常時には運転が許容される高回転側でのポンプ駆動を禁止し、気泡が混入している冷却水がポンプ内に流入することで、ポンプ主軸に過大な応力が加わることや、キャビテーションによる影響を抑制するものである。

尚、電動式ウォータポンプ８の最高動作回転速度を異常時には正常時よりも下げる変更は、冷却水の温度上昇を抑制する作用はないので、オーバーヒートに至る可能性が低いとき、より具体的には、気泡検知時の冷却水温度が低く、オーバーヒート温度に至るまで余裕代があるときや、他のフェイルセーフ処理の実施によって冷却水温度が低下した後に実施させるようにしてもよい。

10

【 0 0 3 9 】

これらのフェイルセーフ処理は、単独で実施しても良いし、複数を組み合わせて実行させてもよい。例えば、運転者に警告した上で、冷却ファン（ラジエータファン）５の動作条件を変更して冷却水温度の上昇を抑え、かつ、電動式ウォータポンプ８の最大動作回転速度を下げることでポンプ保護を図ることができる。

但し、冷却水温度の上昇を抑制する処理、換言すれば、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる処理であるフェイルセーフ処理（２），（３），（４），（５ - １）のうちの少なくとも１つを実施し、冷却水の異常状態におけるオーバーヒートの発生を抑制することが好ましい。

20

【 0 0 4 0 】

上記のように、電子制御ユニット１１によって、冷却水（冷却液）の異常を判定した場合にステップＳ１０７で実行されるフェイルセーフ処理、より詳細には、フェイルセーフ処理（２），（３），（４），（５ - １）は、循環系における冷却水の冷却能力を上昇させる手段である。

【 0 0 4 1 】

一方、前記ステップＳ１０４で変数ＤＴＷＮと判定値ＳＬＤＴＷＮとの比較によって、異常な温度上昇の発生が検出されなかった場合には、ステップＳ１０８へ進む。

ステップＳ１０８では、冷却水温度ＴＷが許容最大温度（例えば９８）未満である正常温度状態であるか否かを判断する。

30

冷却水温度ＴＷが前記許容最大温度以上であるときに、オーバーヒート状態であると判断できるように、前記許容最大温度を設定してある。

【 0 0 4 2 】

冷却水温度が前記許容最大温度未満であってオーバーヒート状態でない場合には、更に、ステップＳ１０９へ進み、カウント値ＣＯＵＮＴがカウントアップされない状態、即ち、異常な温度上昇が検出されない状態が、判定時間以上継続しているか否かを判断する。

即ち、ステップＳ１０９では、冷却水に対する気泡の混入量がオーバーヒートを発生させるほどに多くなく、係る状態に対応して冷却水温度ＴＷの急な上昇変化が検出される頻度が低い状態であるか否かを判断するものである。

40

【 0 0 4 3 】

前記判定時間は、冷却水に対する気泡の混入量がオーバーヒートを発生させるほどに多くない場合に、冷却水温度ＴＷの急な上昇変化が検出される時間間隔に基づき予め設定されていて、前記判定時間だけ急な温度上昇が検出されなかった場合には、冷却水に空気が混入しているとしても、その量がオーバーヒートを発生させるほどの量ではないものと推定できるようにしてある。

そして、カウント値ＣＯＵＮＴがカウントアップされない状態が、判定時間以上継続していれば、ステップＳ１１０へ進み、冷却系（冷却水）が正常であると判断して、前記フラグｆＤＧＮＷＳＹＳをゼロにリセットし、また、ステップＳ１０７でフェイルセーフ処理を実施していれば、その処理を停止させ、正常時の状態に復帰させる。

【 0 0 4 4 】

50

尚、ステップ S 1 1 0 へ進んだ場合に、カウント値 C O U N T を初期値であるゼロにリセットすることができる。

ステップ S 1 0 7 で冷却系の異常を判定すると、その後、オーバーヒート状態でなく、かつ、新たに冷却水温度 T W の急な上昇変化が検出されない状態が判定時間だけ継続していると判断されるようになるまで、異常判定がキャンセルされずに、フェイルセーフ処理を継続させる。

【 0 0 4 5 】

また、ステップ S 1 0 8 でオーバーヒート状態であると判断しても、冷却水温度 T W の急な上昇変化を検出していない状態が継続している場合には、オーバーヒートの原因は気泡混入ではないと推定できるので、ステップ S 1 1 0 へ進んで、冷却水異常の判定結果をキャンセルすることができる。但し、この場合、原因が空気の混入でないとしてもオーバーヒート状態であるので、ステップ S 1 0 7 で実施したフェイルセーフ処理（循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる処理）を継続させることが好ましい。

10

【 0 0 4 6 】

ここで、前記ステップ S 1 0 2 における判定値 S L D T W N の演算処理を、図 7 のフローチャートに従って詳細に説明する。

前述のように、冷却水温度 T W の上昇し易さは、エンジン 1 の発生熱量、車速 V S P 、冷却ファン 5 の動作状態、外気温度などの条件で変化するため、これらの条件に応じて判定値 S L D T W N を変更することで、気泡による急な温度上昇の検出精度を高める。

【 0 0 4 7 】

20

まず、ステップ S 2 0 1 では、エンジン発生熱量に応じて判定値 S L D T W N の基本値 B S L D T W N E # を補正するための係数 K E N G H E T （補正值）を演算する。

エンジン 1 の発生熱量が大きくなるほど、冷却水温度 T W の急な上昇が発生し易くなるため、係るエンジン発生熱量による冷却水温度 T W の上昇を超える温度上昇を判定させるべく、前記係数 K E N G H E T は、エンジン 1 の発生熱量が大きくなるほど判定値 S L D T W N をより大きな値に補正する。

【 0 0 4 8 】

具体的には、図 8 に示すように、エンジン 1 の吸入空気流量 Q A 又はエンジン 1 に供給される燃料流量 F C などのエンジン負荷を示す状態量に応じて係数 K E N G H E T を記憶したテーブルや、図 9 に示すように、エンジン回転速度 N E とエンジン負荷を示すスロットル開度 T V O とに対応して係数 K E N G H E T を記憶したマップを予め用意し、これらのテーブルやマップを参照して、そのときのエンジン発生熱量に対応する係数 K E N G H E T を求める。

30

【 0 0 4 9 】

ここで、エンジン 1 の吸入空気流量 Q A 又はエンジン 1 に供給される燃料流量 F C が高く、エンジン 1 の高負荷運転状態であるほど、エンジン 1 の発生熱量は多くなるので、エンジン 1 の吸入空気流量 Q A 又はエンジン 1 に供給される燃料流量 F C が高くなるほど、判定値 S L D T W N がより高く補正されるように係数 K E N G H E T を設定する。

また、スロットル開度はエンジン 1 の負荷を表す状態量であり、高負荷（高スロットル開度）でかつ高回転速度である領域でエンジン 1 の発生熱量が多くなり、低負荷（低スロットル開度）でかつ低回転速度である領域でエンジン 1 の発生熱量が少なくなる。

40

【 0 0 5 0 】

そこで、高負荷でかつ高回転速度である領域で判定値 S L D T W N が最も高く補正されるように係数 K E N G H E T を設定し、低負荷でかつ低回転速度である領域で判定値 S L D T W N が最も低く補正されるように係数 K E N G H E T を設定する。

尚、テーブルやマップを用いずに、基本値 B S L D T W N E # を補正するための係数（補正值）を演算式に従って算出することができる。

【 0 0 5 1 】

次のステップ S 2 0 2 では、エンジン 1 を搭載した車両の車速 V S P に応じて判定値 S L D T W N の基本値 B S L D T W N E # を補正するための係数 K V S P を演算する。

50

車速 VSP が高くなると、ラジエータ 3 における放熱効率（放熱量）が高くなり、冷却水温度 TW の急な上昇が発生し難くなるので、前記係数 $KVSP$ は、車速 VSP が高くなるほど、判定値 $SLDTWN$ をより小さい値に補正する。

具体的には、図 10 に示すように、車速 VSP に応じて係数 $KVSP$ を記憶したテーブルを予め用意し、そのときの車速 VSP に対応する係数 $KVSP$ を検索する。

【0052】

ステップ S203 では、冷却ファン（ラジエータファン）5 の動作状態に応じて判定値 $SLDTWN$ の基本値 $BSLDTWNE\#$ を補正するための係数 $KRDFN$ を演算する。

冷却ファン 5 の回転速度（駆動量）が高く、ラジエータ 3 への送風量が多いと、ラジエータ 3 における放熱効率（放熱量）が高くなり、冷却水温度 TW の急な上昇が発生し難くなるので、前記係数 $KRDFN$ は、冷却ファン 5 の回転速度（駆動量）が高くなるほど、判定値 $SLDTWN$ をより小さい値に補正する。

具体的には、図 11 に示すように、冷却ファン 5 の回転速度（駆動量）に応じて係数 $KRDFN$ を記憶したテーブルを予め用意し、そのときの冷却ファン 5 の回転速度（駆動量）に対応する係数 $KRDFN$ を検索する。

【0053】

ステップ S204 では、外気温度 TA に応じて判定値 $SLDTWN$ の基本値 $BSLDTWNE\#$ を補正するための係数 KTA を演算する。

外気温度 TA が高いと、ラジエータ 3 における放熱効率（放熱量）が低くなり、冷却水温度 TA の急な上昇が発生し易くなるので、前記係数 KTA は、外気温度 TA が高くなるほど、判定値 $SLDTWN$ をより大きな値に補正する。

具体的には、図 12 に示すように、外気温度 TA に応じて係数 KTA を記憶したテーブルを予め用意し、そのときの外気温度 TA に対応する係数 KTA を検索する。

【0054】

ステップ S205 では、ステップ S201～ステップ S204 で求めた係数 $KENGHET$ 、 $KVSP$ 、 $KRDFN$ 、 KTA と、予め記憶してある判定値 $SLDTWN$ の基本値 $BSLDTWNE\#$ とから、冷却水温度 TA の急な上昇の発生を判定するための判定値 $SLDTWN$ を、下式に従って演算する。

$$SLDTWN = BSLDTWNE\# + KENGHET + KVSP + KRDFN + KTA$$

【0055】

前記基本値 $BSLDTWNE\#$ は、エンジン発生熱量、車速 VSP 、冷却ファン 5 の回転速度（駆動量）、外気温度 TA がそれぞれ標準状態である場合に適合するように、予め設定されており、前記標準状態からのずれ分を、係数 $KENGHET$ 、 $KVSP$ 、 $KRDFN$ 、 KTA によって修正する。

尚、判定値 $SLDTWN$ は、エンジン 1 の発生熱量、車速 VSP 、冷却ファン 5 の動作状態、外気温度 TA のうちの少なくとも 1 つに基づいて可変に設定することができ、また、これらの状態量その他、湿度、降水量、高度、冷却液の種類、日照、路面温度などに応じて判定値 $SLDTWN$ を可変に設定することができる。

【0056】

上記冷却系の異常診断によると、冷却水温度 TW から冷却水（冷却液）に空気が混入した冷却系の異常（冷却水異常）を簡易に検出することができる。

そして、冷却系の異常（冷却水異常）を検出したときに、循環系における冷却水の冷却能力を上昇させるフェイルセーフ処理を実施することで、オーバーヒートの発生を未然に抑制することが可能となる。

【0057】

また、冷却系の異常（冷却水異常）を検出したときに、電動式ウォータポンプ 8 の最高動作回転速度を下げれば、冷却水に空気が混入している状態で高回転でポンプが駆動されてポンプ主軸に過大な応力が加わることを抑制でき、電動式ウォータポンプ 8 の損傷を未然に抑制できる。

また、冷却水温度 TW の急な上昇を判定するための判定値を、エンジン 1 の発生熱量（

10

20

30

40

50

エンジン負荷、エンジン回転速度)、車速VSP、冷却ファン5の動作状態、外気温度TAなどの条件に応じて変更すれば、これらの条件が変化しても、冷却水に空気が混入している冷却系の異常を安定して高い精度で判定することができる。

【0058】

更に、冷却水温度TWの急な上昇を判定した頻度に基づき、最終的な異常判定を行うので、オーバーヒートを発生させるほどに多くない空気の混入に対して異常判定を行い、無用なフェイルセーフ処理を実施してしまうことを抑制できる。

また、正常判定(異常判定のキャンセル)を、冷却水温度TWと、急な温度上昇を継続して検出していない時間に基づいて行うので、異常継続状態若しくはフェイルセーフ処理が効力を発揮するようになるまでの遅れ時間内で異常判定をキャンセルしてしまうことを抑制できる。

10

【0059】

ここで、上記実施形態から把握し得る請求項以外の技術的思想について、以下に効果と共に記載する。

(イ)請求項3記載の内燃機関の冷却装置において、
前記冷却装置が、ラジエータとラジエータファンとを含み、
前記冷却能力制御手段が、冷却液が正常である場合に比べて前記ラジエータファンの風量の増大及び/又は前記ラジエータファンの動作開始温度の低下によって、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、冷却液に異常が発生した場合に、ラジエータファンの風量を増大させるか、及び/又は、ラジエータファンをより低い冷却液温度から動作させることで、ラジエータにおける放熱効率(放熱量)を増やし、冷却液の温度上昇を抑制する。

20

【0060】

(ロ)請求項3記載の内燃機関の冷却装置において、
前記冷却装置が、ラジエータと該ラジエータを迂回して冷却液を循環させる電制サーモスタットバルブとを含み、
前記冷却能力制御手段が、前記ラジエータを迂回して冷却液を循環させる条件としての冷却液温度を冷却液が正常である場合に比べて低下させることによって、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、正常時よりもより低温からラジエータを介して冷却液を循環させることで、冷却液の温度上昇を抑制する。

30

【0061】

(ハ)請求項3記載の内燃機関の冷却装置において、
前記冷却能力制御手段が、前記内燃機関の最大出力を、冷却液が正常である場合に比べてより低く制限することによって、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、内燃機関の発熱量が設定量を超えることになる領域での運転を禁止し、発熱量が設定量を下回る領域で内燃機関を運転させることで、冷却液に対する内燃機関からの受熱量を減らし、冷却液の温度上昇を抑制する。

40

【0062】

(ニ)請求項3記載の内燃機関の冷却装置において、
前記冷却装置が、冷却液を循環させるポンプとして電動式ウォータポンプを含み、
前記冷却能力制御手段が、前記電動式ウォータポンプの吐出量を冷却液が正常である場合に比べて増加させることによって、循環系における冷却液の冷却能力を上昇させる内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、電動式ウォータポンプの吐出量を冷却液の正常時よりも増大させることで冷却液の循環流量(熱容量)を増やし、冷却液の温度上昇を抑制する。

【0063】

(ホ)請求項1~3のいずれか1つに記載の内燃機関の冷却装置において、
前記冷却装置が、冷却液を循環させるポンプとして電動式ウォータポンプを含み、

50

前記異常判定手段が、冷却液の異常の発生を判定した場合に、前記電動式ウォーターポンプの最高動作回転速度を下げる最高回転低下手段を備える内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、冷却液の異常の発生を判定した場合に電動式ウォーターポンプの最高動作回転速度を下げることで、空気が混入している冷却液が流入する状態で高回転でポンプが駆動され、ポンプの主軸に過大な応力が加わって損傷することを抑制できる。

【0064】

(ヘ)請求項2記載の内燃機関の冷却装置において、

前記判定値を、内燃機関の発生熱量、内燃機関を搭載した車両の走行速度、ラジエータファンの動作状態、外気温度のうち少なくとも1つに基づいて可変に設定する判定値設定手段を備えた内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、冷却液温度の上昇し易さは、内燃機関の発生熱量、車速、ラジエータファンの動作状態、外気温度などの条件で変化するため、これらの条件に応じて判定値を変更することで、気泡による急な温度上昇の検出精度を高める。

【0065】

(ト)請求項2記載の内燃機関の冷却装置において、

前記異常判定手段が、冷却液の温度が判定値を超える急な上昇変化を示した回数を計数し、当該計数値が判定回数を超えた場合に、冷却液の異常の発生を判定する内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、冷却液に対する空気の混入量(気泡量)が少なく、冷却液の温度が急に上昇する頻度が少ない場合には、冷却液の異常と判定せずに、冷却液に対する空気の混入量(気泡量)がオーバーヒートの可能性がある程度に多く、冷却液の温度が急に上昇する頻度が多い場合には、冷却液の異常の発生を判定することで、対策が必要な空気の混入(冷却液の異常)を精度良く判定する。

【0066】

(チ)請求項(ト)記載の内燃機関の冷却装置において、

前記異常判定手段が、前記判定回数を冷却液の温度が高いほどより低く変更する内燃機関の冷却装置。

上記発明によると、冷却液温度が高いほど、冷却液異常によってオーバーヒートし易くなるので、冷却液温度が高いほど、判定回数がより少ない段階から冷却液異常を判定して、オーバーヒート対策を早期に実施することができるようにする。

【符号の説明】

【0067】

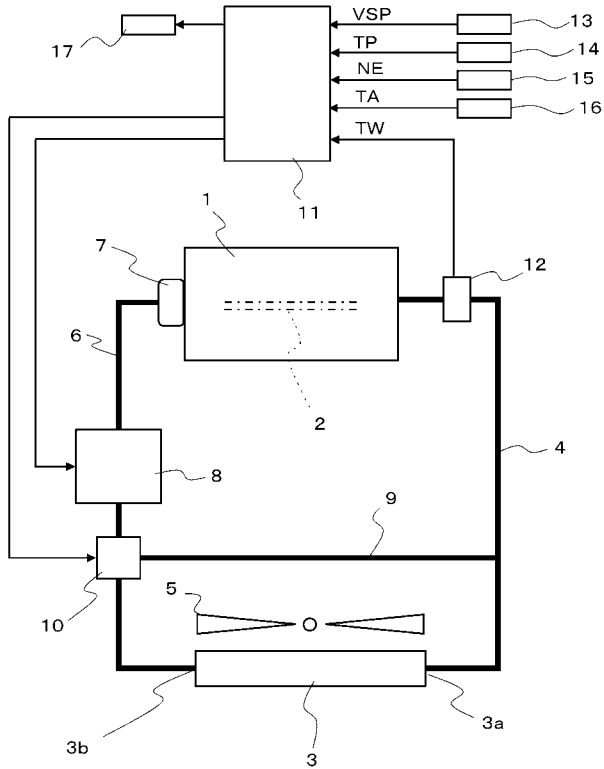
1...エンジン(内燃機関)、2...冷却水通路、3...ラジエータ、4...冷却水配管、5...冷却ファン、6...冷却水配管、7...機械式ウォーターポンプ、8...電動式ウォーターポンプ、9...バイパス配管、10...電制サーモスタットバルブ、11...電子制御ユニット(異常判定手段、冷却能力制御手段)、12...水温センサ(温度検出手段)、13...車速センサ、14...負荷センサ、15...回転センサ、16...外気温センサ

10

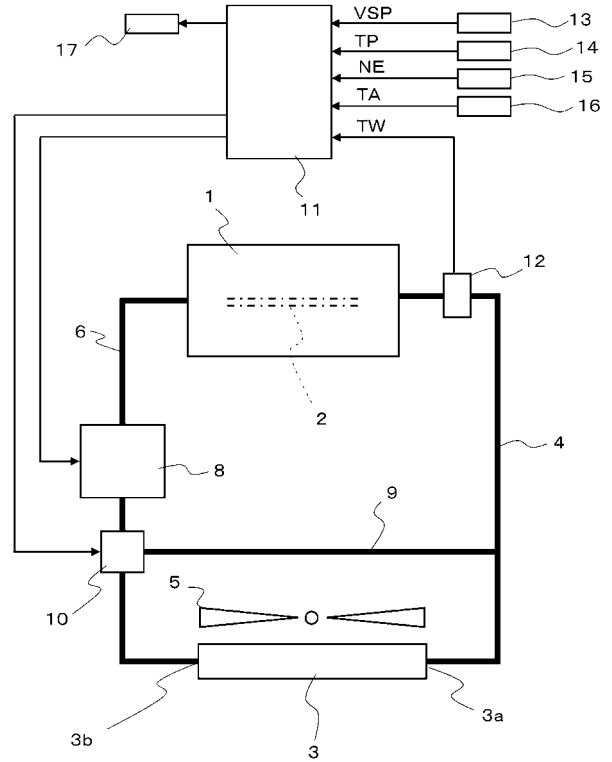
20

30

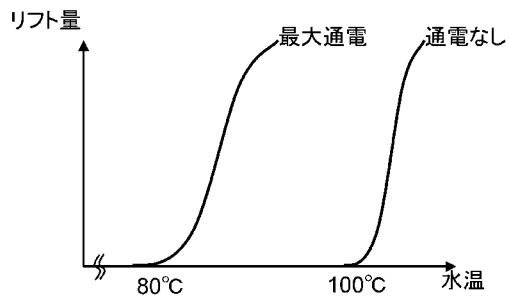
【図1】



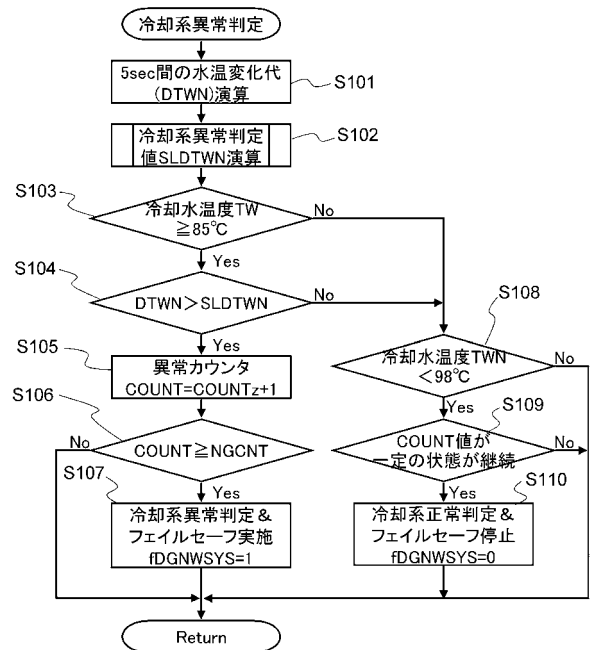
【図2】



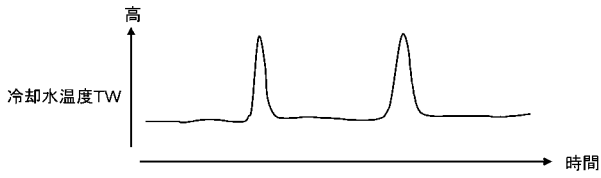
【図3】



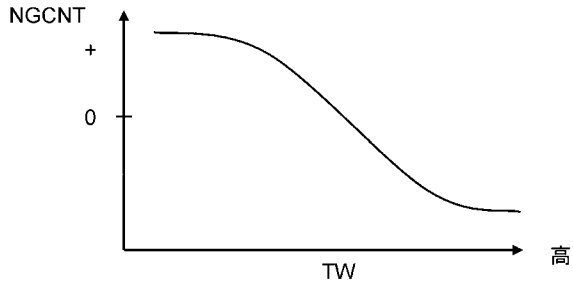
【図4】



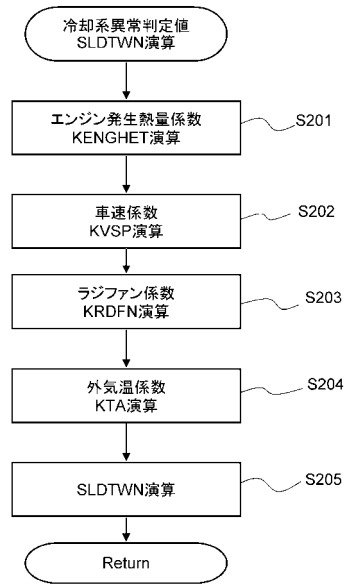
【図5】



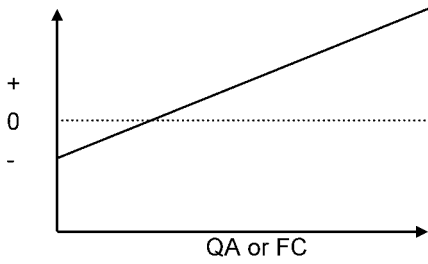
【図6】



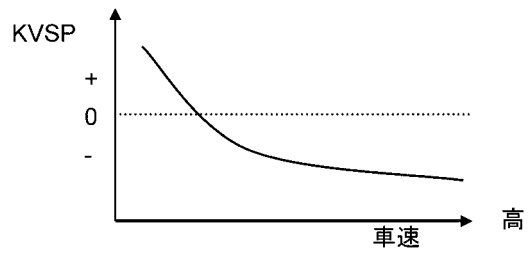
【図7】



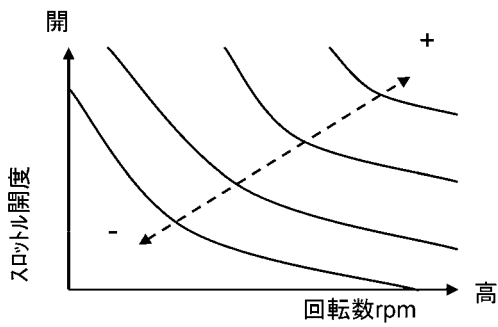
【図8】



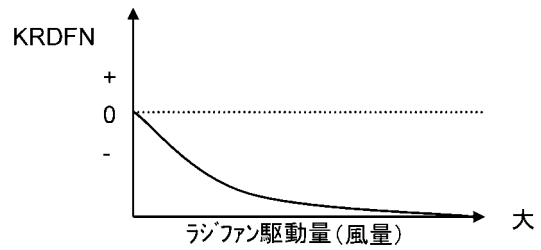
【図10】



【図9】



【図11】



【 図 1 2 】

