

(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2014-156804
(P2014-156804A)

(43) 公開日 平成26年8月28日(2014.8.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2B 29/04 (2006.01)	FO2B 29/04 ZHVR	3D202
FO2B 37/00 (2006.01)	FO2B 37/00 3O2D	3G005
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 345B	3G384
B6OW 10/08 (2006.01)	B6OK 6/20 32O	
B6OW 20/00 (2006.01)	FO2B 39/00 B	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-27377 (P2013-27377)
(22) 出願日 平成25年2月15日 (2013.2.15)

(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 100100549
弁理士 川口 嘉之
(74) 代理人 100085006
弁理士 世良 和信
(74) 代理人 100113608
弁理士 平川 明
(74) 代理人 100123319
弁理士 関根 武彦
(74) 代理人 100123098
弁理士 今堀 克彦
(74) 代理人 100143797
弁理士 宮下 文徳

最終頁に続く

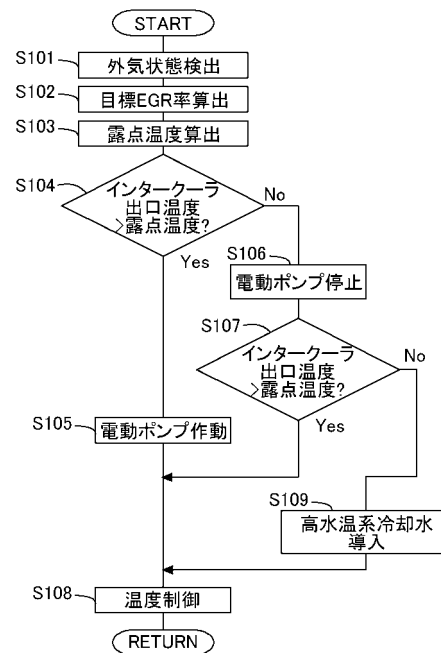
(54) 【発明の名称】 インタークーラの温度制御装置

(57) 【要約】

【課題】 インタークーラにおける凝縮水の発生を抑制する。

【解決手段】 高温の冷却水が流通する高温系冷却水通路と、低温の冷却水が流通する冷却水通路であり少なくとも前記インタークーラを通る低温系冷却水通路と、高温系冷却水通路と低温系冷却水通路とを連通する2つの連通路であって、一方は高温系冷却水通路から低温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れ、他方は低温系冷却水通路から高温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れる連通路と、連通路の夫々に設けられる弁と、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、前記連通路の夫々に設けられる弁を制御する制御装置と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排気通路にタービンを備え吸気通路にコンプレッサを備えるターボチャージャと、
前記コンプレッサよりも下流の前記吸気通路に備えられ吸気通路を流通するガスと冷却水とで熱交換を行うインタークーラと、

前記排気通路と前記インタークーラよりも上流の前記吸気通路とを接続する EGR 通路を備え排気の一部を前記吸気通路へ供給する EGR 装置と、

を備えた内燃機関のインタークーラの温度制御装置において、

温度の異なる冷却水が流通する 2 つの冷却水通路のうちの 1 つであって、他方よりも高温の冷却水が流通する高温系冷却水通路と、

温度の異なる冷却水が流通する 2 つの冷却水通路のうちの 1 つであって、前記高温系冷却水通路よりも低温の冷却水が流通する冷却水通路であり、少なくとも前記インタークーラを通る低温系冷却水通路と、

前記高温系冷却水通路と前記低温系冷却水通路とを連通する 2 つの連通路であって、一方は高温系冷却水通路から低温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れ、他方は低温系冷却水通路から高温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れる連通路と、

前記連通路の夫々に設けられる弁と、

前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、前記連通路の夫々に設けられる弁を制御する制御装置と、

を備えるインタークーラの温度制御装置。

【請求項 2】

前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、凝縮水の発生量が規定量以下となる範囲内で、前記インタークーラから流出するガスの温度を露点温度以下にする請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッキングが発生しない場合よりも、ピストンへ向けてオイルを噴射するオイルジェットの噴射量を増加させる請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 4】

前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッキングが発生しない場合よりも、前記内燃機関を流通する冷却水の量を増加させる請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 5】

前記内燃機関の負荷を変更する電動モータを備え、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッキングが発生しない場合よりも、前記内燃機関の負荷が小さくなるように、前記電動モータを制御する請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 6】

前記低温系冷却水通路において冷却水を吐出するポンプと、

前記低温系冷却水通路が通り前記インタークーラとは異なる他の装置と、

前記ポンプから前記インタークーラまでの間の前記低温系冷却水通路に設けられる弁と

を備え、

前記低温系冷却水通路は、前記ポンプよりも下流で複数に分岐し、分岐した前記低温系冷却水通路の 1 つが前記インタークーラを通り、分岐した前記低温系冷却水通路の 1 つであって前記インタークーラを通る低温系冷却水通路とは異なる低温系冷却水通路が前記他

10

20

30

40

50

の装置を通り、

前記低温系冷却水通路に設けられる弁は、前記低温系冷却水通路が分岐する箇所から前記インタークーラまでの間に設けられ、

前記制御装置は、前記他の装置に冷却水を流す場合には、前記ポンプを作動させると共に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、前記連通路の夫々に設けられる弁、または、前記低温系冷却水通路に設けられる弁の少なくとも一方を制御する請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 7】

前記他の装置は、ターボチャージャであり、

前記制御装置は、前記ターボチャージャの冷却の要求がある場合に、前記ポンプを作動させて前記ターボチャージャに冷却水を流す請求項 6 に記載のインタークーラの温度制御装置。

10

【請求項 8】

前記制御装置は、前記ターボチャージャの所定の部材の温度が、所定温度以上となった場合に、前記ターボチャージャの冷却の要求があると判断する請求項 7 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 9】

前記制御装置は、所定の時間毎に、前記ターボチャージャの冷却の要求があると判断する請求項 7 に記載のインタークーラの温度制御装置。

【請求項 10】

前記制御装置は、前記ターボチャージャの冷却の要求ある場合には、前記ターボチャージャの冷却の要求がない場合よりも、前記低温系冷却水通路に設けられる弁の開度を小さくする請求項 7 から 9 の何れか 1 項に記載のインタークーラの温度制御装置。

20

【請求項 11】

前記低温系冷却水通路において冷却水を吐出するポンプを備え、

前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度以下の場合に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように前記連通路の夫々に設けられる弁を制御するよりも前に前記ポンプを停止させ、前記ポンプを停止させてから所定時間経過後に前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度以下の場合に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように前記連通路の夫々に設けられる弁を制御する請求項 1 に記載のインタークーラの温度制御装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インタークーラの温度制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ターボチャージャのタービンよりも下流の排気通路と、ターボチャージャのコンプレッサよりも上流の吸気通路を接続して、排気の一部を EGR ガスとして供給する低圧 EGR 装置が知られている。この低圧 EGR 装置では、EGR ガスがインタークーラを通過するため、該インタークーラで EGR ガスが冷却されるときに該 EGR ガスに含まれる水分が凝縮することがある。このようにして発生した凝縮水が気筒内に流入して点火プラグに付着すると、火花が発生し難くなり、燃焼状態が悪化することがある。また、気筒内に多くの凝縮水が流入すると、ピストンの往復運動を阻害する所謂ウォーターハンマ現象が起こることがある。また、凝縮水が発生すると、インタークーラが腐食する虞がある。さらに、凝縮水に EGR ガス中の粒子状物質または未燃燃料が付着すると、インタークーラの冷却効率が低下する虞がある。

40

【0003】

これに対して、インタークーラの下流端温度が所定温度未満で且つブースト圧が所定圧

50

未満の場合に、凝縮水が発生するとして、低圧EGR装置からのEGRガスの供給を停止することが知られている（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

また、インタークーラの出口の吸気の水蒸気圧とインタークーラを通過する吸気の流量とに基づいて算出される限界相対湿度を超えないように、インタークーラの吸気の流量を制御することが知られている（例えば、特許文献2参照。）。

【0005】

さらに、インタークーラを流れる冷却水温度が、凝縮水が凍結する虞のある温度未満の場合に、EGR弁を閉じることが知られている（例えば、特許文献3参照。）。

【0006】

また、凝縮水除去通路の一端側と他端側とに差圧を生じさせることで凝縮水を凝縮水除去通路から吸気調整弁よりも下流側の吸気通路に流出させる凝縮水除去制御を実行するが、内燃機関がアイドル状態のときには凝縮水除去制御を禁止することが知られている（例えば、特許文献4参照。）。

【0007】

また、複合型熱交換器において、底部に凝縮水を排出可能な排出部を設けることが知られている（例えば、特許文献5参照。）。

【0008】

しかし、EGRガスの供給を停止すると、凝縮水の発生は抑制できるものの、EGRガスを供給することができなくなるため、燃費が悪化したり、NOxの排出量が増加したりする虞がある。

【0009】

また、インタークーラの構造を、凝縮水が排出されやすい構造にすると、車両に搭載するときに制限を受けたり、構成部品の増加によりコストが上がったりする虞がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2012-087779号公報

【特許文献2】特開2012-132364号公報

【特許文献3】特開2011-190743号公報

【特許文献4】特開2012-140868号公報

【特許文献5】特開2010-197005号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、上記したような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、インタークーラにおける凝縮水の発生を抑制することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を達成するために本発明は、
排気通路にタービンを備え吸気通路にコンプレッサを備えるターボチャージャと、
前記コンプレッサよりも下流の前記吸気通路に備えられ吸気通路を流通するガスと冷却水とで熱交換を行うインタークーラと、

前記排気通路と前記インタークーラよりも上流の前記吸気通路とを接続するEGR通路を備え排気の一部を前記吸気通路へ供給するEGR装置と、

を備えた内燃機関のインタークーラの温度制御装置において、

温度の異なる冷却水が流通する2つの冷却水通路のうちの1つであって、他方よりも高温の冷却水が流通する高温系冷却水通路と、

温度の異なる冷却水が流通する2つの冷却水通路のうちの1つであって、前記高温系冷却水通路よりも低温の冷却水が流通する冷却水通路であり、少なくとも前記インタークー

10

20

30

40

50

ラを通る低温系冷却水通路と、

前記高温系冷却水通路と前記低温系冷却水通路とを連通する2つの連通路であって、一方は高温系冷却水通路から低温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れ、他方は低温系冷却水通路から高温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れる連通路と、

前記連通路の夫々に設けられる弁と、

前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、前記連通路の夫々に設けられる弁を制御する制御装置と、

を備える。

【0013】

ここで、内燃機関には、比較的高い温度の冷却水が流通する高温系冷却水通路と、比較的低い温度の冷却水が流通する低温系冷却水通路と、の2系統の冷却水通路を備えることがある。例えば、インタークーラは、比較的に低い温度の冷却水で冷却することで、充填効率を高めることができる。しかし、インタークーラの温度が低くなりすぎると、インタークーラ内において凝縮水が発生する。

10

【0014】

これに対し、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるようにすれば、インタークーラ内で凝縮水が発生することを抑制できる。なお、インタークーラから流出するガスの温度は、インタークーラ内の温度、又は、インタークーラの出口温度としてもよい。

【0015】

20

そして、インタークーラから流出するガスの温度を上昇させるために、高温系冷却水通路を流れる冷却水（以下、高温系冷却水という。）を、低温系冷却水通路へ導入する。そうすると、低温系冷却水通路を流れる冷却水（以下、低温系冷却水という。）に高温系冷却水が混ざることにより、低温系冷却水の温度が上昇する。これにより、インタークーラの温度が上昇するため、凝縮水が発生することを抑制できる。

【0016】

ここで、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなれば、凝縮水の発生を抑制できると考えられる。そして、連通路の夫々に設けられる弁を共に開くことで、一方の連通路においては高温系冷却水通路から低温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れ、他方の連通路においては低温系冷却水通路から高温系冷却水通路へ向かって冷却水が流れる。したがって、低温系冷却水通路内の温度は上昇し、高温系冷却水通路内の温度は下降する。そして、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、夫々の弁を制御することで、凝縮水が発生することを抑制できる。

30

【0017】

本発明においては、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、凝縮水の発生量が規定量以下となる範囲内で、前記インタークーラから流出するガスの温度を露点温度以下にすることができる。

【0018】

ここで、インタークーラから流出するガスの温度が高くなることにより、気筒内でノッキングが発生する虞がある。このような場合には、凝縮水の発生を抑制するよりも、ノッキングの発生を抑制することを優先させて、インタークーラから流出するガスの温度を露点温度以下にしてもよい。ただし、インタークーラ内に存在する凝縮水の量が規定量以下となるように、インタークーラから流出するガスの温度を調整する。この規定量は、一度に気筒内に流入しても燃焼状態の悪化やウォーターハンマ等の問題が生じない凝縮水の量とすることができる。これにより、ノッキングの発生を抑制でき、且つ、凝縮水が発生したとしても該凝縮水により問題が生じることを抑制できる。

40

【0019】

本発明においては、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッ

50

キングが発生しない場合よりも、ピストンへ向けてオイルを噴射するオイルジェットの噴射量を増加させることができる。

【0020】

オイルジェットの噴射量を増加させることにより、ピストンを冷却することができる。これにより、ノッキングが発生することを抑制できる。

【0021】

本発明においては、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッキングが発生しない場合よりも、前記内燃機関を流通する冷却水の量を増加させることができる。

10

【0022】

内燃機関を流通する冷却水の量を増加させることにより、内燃機関のシリンダ周りの温度を低下させることができる。これにより、ノッキングが発生することを抑制できる。なお、内燃機関には、高温系冷却水または低温系冷却水の何れを流してもよい。

【0023】

本発明においては、前記内燃機関の負荷を変更する電動モータを備え、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなることで前記内燃機関においてノッキングが発生する場合には、ノッキングが発生しない場合よりも、前記内燃機関の負荷が小さくなるように、前記電動モータを制御することができる。

20

【0024】

電動モータを備えるハイブリッド車両等では、電動モータにより内燃機関の負荷を変えることができる。例えば、ノッキングが発生する場合には、内燃機関の負荷が小さくなるように、電動モータを作動させることで、ノッキングの発生を抑制できる。

【0025】

本発明においては、前記低温系冷却水通路において冷却水を吐出するポンプと、前記低温系冷却水通路が通り前記インタークーラとは異なる他の装置と、前記ポンプから前記インタークーラまでの間の前記低温系冷却水通路に設けられる弁と、

を備え、

前記低温系冷却水通路は、前記ポンプよりも下流で複数に分岐し、分岐した前記低温系冷却水通路の1つが前記インタークーラを通り、分岐した前記低温系冷却水通路の1つであって前記インタークーラを通る低温系冷却水通路とは異なる低温系冷却水通路が前記他の装置を通り、

30

前記低温系冷却水通路に設けられる弁は、前記低温系冷却水通路が分岐する箇所から前記インタークーラまでの間に設けられ、

前記制御装置は、前記他の装置に冷却水を流す場合には、前記ポンプを作動させると共に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、前記連通路の夫々に設けられる弁、または、前記低温系冷却水通路に設けられる弁の少なくとも一方を制御することができる。

【0026】

40

他の装置は、例えばターボチャージャであるが、これに限らない。他の装置の冷却が必要である場合にポンプを作動させて低温系冷却水を循環させると、インタークーラにも低温系冷却水が循環するため、凝縮水が発生する虞がある。これに対し、他の装置に冷却水を循環させるときには、インタークーラに冷却水が循環することを制限してもよい。例えば、インタークーラに冷却水が循環しないように、低温系冷却水通路に設けられる弁を閉じてよいし、インタークーラに循環する冷却水の量が減少するように、低温系冷却水通路に設けられる弁の開度を小さくしてもよい。また、インタークーラに冷却水を循環させる場合には、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように冷却水の温度を調整することで、凝縮水の発生を抑制できる。

【0027】

50

本発明においては、前記他の装置は、ターボチャージャであり、

前記制御装置は、前記ターボチャージャの冷却の要求がある場合に、前記ポンプを作動させて前記ターボチャージャに冷却水を流すことができる。

【0028】

ターボチャージャは高温となるため、該ターボチャージャを冷却するために冷却水を循環させることがある。そして、ターボチャージャの冷却が必要である場合に、該ターボチャージャへ低温系冷却水を循環させると、インタークーラにも低温系冷却水が循環するため、凝縮水が発生する虞がある。このときに、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、連通路の夫々に設けられる弁、または、低温系冷却水通路に設けられる弁の少なくとも一方を制御することで、凝縮水の発生を抑制できる。

10

【0029】

本発明においては、前記制御装置は、前記ターボチャージャの所定の部材の温度が、所定温度以上となった場合に、前記ターボチャージャの冷却の要求があると判断することができる。

【0030】

例えば、ターボチャージャ内でオイルが炭化するほど該ターボチャージャの温度が高くなった場合には、ターボチャージャの冷却が必要となる。また、例えば、内燃機関のアイドル運転時で且つ吸入空気量が少ない場合には、低温系冷却水の循環が停止されるが、長時間停止させていると、ターボチャージャ内で冷却水が沸騰する虞があるため、ターボチャージャの冷却が必要となる。これらの場合に、ターボチャージャへ低温系冷却水を循環させると、インタークーラにも低温系冷却水が循環するため、凝縮水が発生する虞がある。これに対し、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、連通路の夫々に設けられる弁、または、低温系冷却水通路に設けられる弁の少なくとも一方を制御することで、凝縮水の発生を抑制できる。なお、ターボチャージャのハウジング、ターボチャージャのシール部材、ターボチャージャの回転軸の何れかを所定の部材としてもよい。また、ターボチャージャ内のオイルが炭化する温度または炭化する虞のある温度を所定温度としてもよい。また、ターボチャージャ内の冷却水が沸騰する温度または沸騰する虞のある温度を所定温度としてもよい。

20

【0031】

本発明においては、前記制御装置は、所定の時間毎に、前記ターボチャージャの冷却の要求があると判断することができる。

30

【0032】

冷却水の沸騰を抑制するためや、オイルの炭化を抑制するために、ポンプを所定の時間毎に作動させることがある。この場合、ターボチャージャへ低温系冷却水を循環させると、インタークーラにも低温系冷却水が循環するため、凝縮水が発生する虞がある。これに対し、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように、連通路の夫々に設けられる弁、または、低温系冷却水通路に設けられる弁の少なくとも一方を制御することで、凝縮水の発生を抑制できる。なお、所定の時間は、冷却水の沸騰またはオイルの炭化を抑制することのできる時間とすることができる。

【0033】

本発明においては、前記制御装置は、前記ターボチャージャの冷却の要求ある場合には、前記ターボチャージャの冷却の要求がない場合よりも、前記低温系冷却水通路に設けられる弁の開度を小さくすることができる。

40

【0034】

前記低温系冷却水通路に設けられる弁の開度を小さくすることで、インタークーラを流れる低温系冷却水の量を減少させることができる。これにより、インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも低くなることを抑制できる。また、インタークーラを流れる低温系冷却水の量を減少させることにより、他の装置に流れる低温系冷却水の量を増加させることができるため、他の装置を効果的に冷却することができる。なお、低温系冷却水通路に設けられる弁の開度を小さくすることには、弁を全閉とすることを含むことが

50

できる。

【0035】

本発明においては、前記低温系冷却水通路において冷却水を吐出するポンプを備え、前記制御装置は、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度以下の場合に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように前記連通路の夫々に設けられる弁を制御するよりも前に前記ポンプを停止させ、前記ポンプを停止させてから所定時間経過後に前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度以下の場合に、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度よりも高くなるように前記連通路の夫々に設けられる弁を制御することができる。

【0036】

ポンプを停止させることにより、インタークーラ内の冷却水がインタークーラに留まり、吸気との熱交換が進むにしたがって該冷却水の温度が上昇する。これにより、凝縮水の発生を抑制できる。なお、ポンプを停止させても、前記インタークーラから流出するガスの温度が露点温度より高くない場合や、露点温度よりも高くなるために時間を要する場合もあるため、所定時間経過後に、低温系冷却水通路に高温系冷却水を導入する。所定時間は、凝縮水の発生量が問題のない範囲で設定される。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、インタークーラにおける凝縮水の発生を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】実施例に係る内燃機関の概略構成を示す図である。

【図2】実施例に係るインタークーラ内での凝縮水の発生を抑制するフローを示したフローチャートである。

【図3】ノッキングの発生を抑制するフローを示したフローチャートである。

【図4】機関停止後に電動ポンプを作動させる場合の各種値の推移を示したタイムチャートである。

【図5】シール部材の温度と、内燃機関の停止後に電動ポンプを作動させる時間との関係を示した図である。

【図6】ターボチャージャの温度を低下させるときに、インタークーラにおいて凝縮水が発生することを抑制するフローを示したフローチャートである。

【図7】本実施例に係る制御を実施したときの、インタークーラの出口温度、目標EGR率、内燃機関における冷却水の温度、オイルジェットからのオイル噴射量、機関回転数、機関負荷の推移を示したタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下に図面を参照して、この発明を実施するための形態を、実施例に基づいて例示的に詳しく説明する。ただし、この実施例に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に記載がない限りは、この発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

【0040】

(実施例1)

図1は、本実施例に係る内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、ガソリン機関であっても、また、ディーゼル機関であってもよい。

【0041】

内燃機関1には、吸気通路2及び排気通路3が接続されている。吸気通路2の途中には、ターボチャージャ4のコンプレッサ41が備わる。また、コンプレッサ41よりも下流の吸気通路2には、吸気と冷却水とで熱交換を行うインタークーラ5が設けられている。また、排気通路3の途中には、ターボチャージャ4のタービン42が備わる。

【0042】

10

20

30

40

50

また、内燃機関 1 には、排気の一部を EGR ガスとして吸気通路 2 へ供給する EGR 装置 6 が備わる。EGR 装置 6 は、タービン 4 2 よりも下流の排気通路 3 と、コンプレッサ 4 1 よりも上流の吸気通路 2 とを接続する EGR 通路 6 1 と、EGR 通路 6 1 の通路面積を変更する EGR 弁 6 2 と、EGR ガスの温度を低下させる EGR クーラ 6 3 と、を備えて構成されている。

【0043】

なお、EGR 通路 6 1 は、インタークーラ 5 よりも上流であれば、コンプレッサ 4 1 よりも下流の吸気通路 2 に接続されていてもよい。また、EGR 通路 6 1 は、タービン 4 2 よりも上流の排気通路 3 に接続されていてもよい。

【0044】

また、本実施例では、比較的高い温度（例えば 90 ）の冷却水が循環する高温系冷却水通路 7 と、比較的低い温度（例えば 45 ）の冷却水が循環する低温系冷却水通路 8 と、を備えている。

【0045】

高温系冷却水通路 7 は、内燃機関 1 に接続されており、高温系冷却水通路 7 を循環する冷却水（以下、高温系冷却水という。）が内燃機関 1 を循環する。また、高温系冷却水通路 7 の途中には、高温系冷却水と外気とで熱交換を行う高温系ラジエータ 7 1 が設けられている。高温系冷却水通路 7 の途中であって内燃機関 1 の入口には、冷却水を吐出するポンプ 7 2 が設けられている。ポンプ 7 2 は、内燃機関 1 の出力軸から駆動力を得て内燃機関 1 の内部に高温系冷却水を吐出する。そして、内燃機関 1 の内部を通過した高温系冷却水は、高温系冷却水通路 7 を循環する。なお、高温系冷却水通路 7 は、EGR クーラ 6 3 にも接続されており、該 EGR クーラ 6 3 に高温系冷却水が循環している。また、高温系冷却水は、車室内の空気の温度を上昇させるヒータを循環してもよい。高温系冷却水が循環する装置は、高温系冷却水通路 7 において、並列に配置されていてもよく、直列に配置されていてもよい。

【0046】

一方、低温系冷却水通路 8 は、インタークーラ 5 及びターボチャージャ 4 に接続されており、低温系冷却水通路 8 を循環する冷却水（以下、低温系冷却水という。）がインタークーラ 5 及びターボチャージャ 4 を循環する。また、低温系冷却水通路 8 の途中には、低温系冷却水と外気とで熱交換を行う低温系ラジエータ 8 1 が設けられている。すなわち、吸気は、インタークーラ 5 において低温系冷却水と熱交換を行うことで冷却される。また、低温系冷却水によりターボチャージャ 4 が冷却される。低温系冷却水通路 8 の途中には、電動ポンプ 8 2 が設けられている。電動ポンプ 8 2 は、通電すると低温系冷却水を吐出して、低温系冷却水通路 8 内において低温系冷却水を循環させる。

【0047】

電動ポンプ 8 2 よりも下流側において低温系冷却水通路 8 が 2 つに分岐し、分岐した後の一方の低温系冷却水通路 8 がインタークーラ 5 を通り、他方の低温系冷却水通路 8 がターボチャージャ 4 を通る。すなわち、電動ポンプ 8 2 は、低温系ラジエータ 8 1 の出口と、インタークーラ 5 の入口及びターボチャージャ 4 の入口との間の低温系冷却水通路 8 に設けられており、インタークーラ 5 及びターボチャージャ 4 へ向けて低温系冷却水が吐出される。また、インタークーラ 5 及びターボチャージャ 4 よりも下流で低温系冷却水通路 8 が合流し、その後低温系冷却水通路 8 は、低温系ラジエータ 8 1 を通る。

【0048】

そして、本実施例では、高温系冷却水通路 7 における内燃機関 1 の出口から高温系ラジエータ 7 1 の入口までの間と、低温系冷却水通路 8 における低温系ラジエータ 8 1 の出口から電動ポンプ 8 2 の入口までの間と、を連通する第一連通路 1 1 が設けられている。また、高温系冷却水通路 7 における高温系ラジエータ 7 1 の出口からポンプ 7 2 の入口までの間と、低温系冷却水通路 8 におけるインタークーラ 5 の出口から低温系ラジエータ 8 1 の入口までの間と、を連通する第二連通路 1 2 が設けられている。第一連通路 1 1 の途中には、第一連通路 1 1 を開閉する第一弁 1 3 が設けられている。また、第二連通路 1 2 の

10

20

30

40

50

途中には、第二連通路 1 2 を開閉する第二弁 1 4 が設けられている。また、電動ポンプ 8 2 の出口側であって、ターボチャージャ 4 へ向かう低温系冷却水通路 8 とインタークーラ 5 へ向かう低温系冷却水通路 8 との分岐部よりもインタークーラ 5 側の低温系冷却水通路 8 には、該低温系冷却水通路 8 を開閉する第三弁 1 5 が設けられている。第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5 は、全開または全閉のみ可能な弁であってもよく、任意の開度を維持することができる弁であってもよい。なお、図 1 において、各装置に示される矢印は、冷却水の流れる方向を示している。

【 0 0 4 9 】

なお、インタークーラ 5 よりも下流の吸気通路 2 には、該吸気通路 2 内を流通する吸気の温度を検出する吸気温度センサ 1 0 が備わる。吸気温度センサ 1 0 により検出される温度は、インタークーラ 5 から流出するガスの温度、インタークーラ 5 の出口温度、又は、インタークーラ 5 内の温度と考えるもよい。

【 0 0 5 0 】

また、内燃機関 1 には、該内燃機関 1 を制御するための電子制御ユニットである E C U 1 0 0 が併設されている。この E C U 1 0 0 は、内燃機関 1 の運転条件や運転者の要求に応じて内燃機関 1 を制御する。

【 0 0 5 1 】

E C U 1 0 0 には、上記センサの他、アクセルペダルの踏込量に応じた電気信号を出力し機関負荷を検出可能なアクセル開度センサ 1 0 1、及び、機関回転数を検出するクランクポジションセンサ 1 0 2、大気圧を検出する外気圧センサ 1 0 3、大気温度を検出する外気温度センサ 1 0 4、大気湿度を検出する湿度センサ 1 0 5 が電気配線を介して接続され、これらセンサの出力が E C U 1 0 0 に入力される。一方、E C U 1 0 0 には、E G R 弁 6 2、電動ポンプ 8 2、第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5 が電気配線を介して接続されており、該 E C U 1 0 0 によりこれらの機器が制御される。

【 0 0 5 2 】

E C U 1 0 0 が第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を閉じている状態で内燃機関 1 が作動すると、内燃機関 1 の出力軸に連動してポンプ 7 2 が作動する。このポンプ 7 2 は、内燃機関 1 の内部に向けて高温系冷却水を吐出する。内燃機関 1 から流出した高温系冷却水は、高温系冷却水通路 7 を流通する。高温系冷却水通路 7 は、途中で分岐しており、高温系冷却水は高温系ラジエータ 7 1 や E G R クーラ 6 3 を流れる。

【 0 0 5 3 】

また、E C U 1 0 0 が第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を閉じている状態で、E C U 1 0 0 が電動ポンプ 8 2 を作動させると、電動ポンプ 8 2 から低温系冷却水が吐出される。電動ポンプ 8 2 よりも下流側において、低温系冷却水通路 8 が分岐しているため、低温系冷却水はターボチャージャ 4 やインタークーラ 5 を流れる。このときに E C U 1 0 0 が第三弁 1 5 を閉じると、インタークーラ 5 へ向かう低温系冷却水の流れを遮断できる。また、第三弁 1 5 の開度を調整することにより、インタークーラ 5 を流通する冷却水の量を調整することができる。

【 0 0 5 4 】

また、E C U 1 0 0 が第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を開くと、第一連通路 1 1 を高温系冷却水通路 7 から低温系冷却水通路 8 へ向けて高温系冷却水が流れ、第二連通路 1 2 を低温系冷却水通路 8 から高温系冷却水通路 7 へ向けて低温系冷却水が流れる。したがって、高温系冷却水通路 7 内の冷却水の温度が下降し、低温系冷却水通路 8 内の冷却水の温度が上昇する。

【 0 0 5 5 】

そして、E C U 1 0 0 は、インタークーラ 5 において凝縮水が発生することを抑制するように、各機器を制御する。ここで、内燃機関 1 の運転状態が低回転高負荷のときであって、E G R 装置 6 により E G R ガスが供給されており且つ吸入空気量が少ない状態では、インタークーラ 5 において凝縮水が発生しやすい。このときに、凝縮水の発生を抑制しようとして E G R ガスの供給を停止すると、燃費の悪化や N O x 排出量の増加を招く。この

10

20

30

40

50

ため、本実施例では、EGRガスの供給を継続しつつ凝縮水の発生を抑制する。なお、他の運転状態においても、凝縮水の発生を抑制することができる。

【0056】

そこで、ECU100は、インタークーラ5から流出するガスの温度（以下、インタークーラ5の出口温度ともいう。）を、露点温度よりも高い温度に維持する。具体的には、外気温、外気湿度、外気圧、目標EGR率に基づいて、EGRガスを供給しているときの露点温度を算出する。なお、露点温度はセンサにより検出してもよい。そして、吸気温センサ10により検出されるインタークーラ5の出口温度が露点温度よりも高くなるように、インタークーラ5を循環する冷却水の温度を調整する。

【0057】

インタークーラ5の出口温度を露点温度よりも高い温度に維持するために、例えば、インタークーラ5への冷却水の循環を停止することが考えられる。この場合、低温系冷却水通路8に設けられている第三弁15を閉じるか、電動ポンプ82を停止させればよい。これにより、吸気と冷却水との熱交換により、インタークーラ5内の冷却水の温度が徐々に高くなる。そうすると、インタークーラ5において吸気から奪われる熱が徐々に小さくなる。このようにして、インタークーラ5の出口温度を高くすることができるため、インタークーラ5の出口温度を露点温度よりも高い温度に維持することができる。

【0058】

また、インタークーラ5の出口温度を露点温度よりも高い温度に維持するために、低温系冷却水通路8へ高温系冷却水を導入することが考えられる。ここで、第一連通路11の途中に設けられている第一弁13と、第二連通路12の途中に設けられている第二弁14とを閉じている状態では、インタークーラ5へ循環する冷却水の温度は、比較的低い。一方、第一連通路11の途中に設けられている第一弁13と、第二連通路12の途中に設けられている第二弁14とを開くと、第一連通路11を通過して高温系冷却水通路7から低温系冷却水通路8へ高温系冷却水が流入し、第二連通路12を通過して低温系冷却水通路8から高温系冷却水通路7へ低温系冷却水が流入する。すなわち、高温系冷却水と低温系冷却水とが混ざり合う。このため、低温系冷却水通路8を流通する冷却水の温度が上昇する。この温度が上昇した冷却水がインタークーラ5へ流入すると、インタークーラ5の出口温度も高くなる。これにより、インタークーラ5の出口温度を露点温度よりも高い温度に維持することができる。なお、インタークーラ5の出口温度の調整は、第一弁13及び第二弁14を開く時間や、第一弁13及び第二弁14の開度、電動ポンプ82の作動時間、電動ポンプ82からの冷却水の吐出量等を調整することにより可能である。

【0059】

図2は、本実施例に係るインタークーラ5内での凝縮水の発生を抑制するフローを示したフローチャートである。本ルーチンは、ECU100により所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0060】

ステップS101では、外気の状態が検出される。本ステップでは、露点温度を算出するために必要となる外気圧、外気温、外気湿度がセンサにより検出される。

【0061】

ステップS102では、目標EGR率が算出される。目標EGR率は、機関回転数及び機関負荷に基づいて算出される。機関回転数及び機関負荷と、目標EGR率との関係は、予め実験又はシミュレーションにより求めてECU100に記憶させておく。

【0062】

ステップS103では、露点温度が算出される。ここで、インタークーラ5を通過するガス中にはEGRガスも含まれている。そして、EGRガス中には、燃料が燃焼することで発生した水分が含まれる。したがって、露点温度は、ステップS101において検出される外気の状態と、ステップS102で算出される目標EGR率と、に基づいて算出される。露点温度の算出方法については周知であるため、説明を省略する。なお、露点温度を検出するセンサを設け、該センサにより露点温度を検出してもよい。この場合、ステップ

10

20

30

40

50

S 1 0 1 及びステップ S 1 0 2 の処理を省略することができる。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 4 では、インタークーラ 5 の出口温度が、ステップ S 1 0 3 で算出される露点温度よりも高いか否かが判定される。本ステップでは、インタークーラ 5 で凝縮水が発生しない状態であるか否かが判定している。インタークーラ 5 の出口温度は、吸気温センサ 1 0 により検出される。なお、多少の余裕を持たせるために、インタークーラ 5 の出口温度が、露点温度よりも高い所定温度以上であるか否かが判定してもよい。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 0 4 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 5 へ進み、電動ポンプ 8 2 が作動される。すなわち、インタークーラ 5 へ低温系冷却水が流通する。このときには、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 は閉じており、第三弁 1 5 は開いている。これにより、吸気がインタークーラ 5 を通過する際に、該吸気の温度が低下する。

【 0 0 6 5 】

一方、ステップ S 1 0 4 で否定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 6 へ進み、電動ポンプ 8 2 が停止される。このときには、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 は閉じており、第三弁 1 5 は開いている。電動ポンプ 8 2 を停止させることにより、インタークーラ 5 内の冷却水の流れが止まる、吸気の熱によりインタークーラ 5 内の温度が徐々に上昇する。これにより、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度よりも高くなれば、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を開く必要がない。したがって、まずは電動ポンプ 8 2 を停止させて様子を見ている。なお、電動ポンプ 8 2 は、例えば、所定時間停止させてもよい。この所定時間は、インタークーラ 5 の出口温度上昇に要する時間と、発生する凝縮水の量と、を考慮して決定される。ここで、電動ポンプ 8 2 を停止させる時間が長ければ、インタークーラ 5 の出口温度が上昇するとしても、それまでの間に多くの凝縮水が発生することもある。このときに発生する凝縮水により問題の起こらないような時間として所定時間が決定される。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 0 7 では、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度よりも高いか否かが判定している。すなわち、電動ポンプ 8 2 を停止したことにより、インタークーラ 5 の出口温度が上昇し、露点温度よりも高くなったか否かが判定している。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 0 7 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 8 へ進み、一方、否定判定がなされた場合にはステップ S 1 0 9 へ進む。

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 0 8 では、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度よりも高い状態が維持されるように温度制御が実施される。このときには、インタークーラ 5 の出口温度が、露点温度よりも高い所定温度となるように、第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5、電動ポンプ 8 2 を制御してもよい。例えば、インタークーラ 5 の出口温度が高くなるほど、凝縮水の発生は抑制されるが、充填効率が低下するので、所定温度は高すぎない温度とする。例えば、インタークーラ 5 の出口温度を上昇させるときには、第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5 を開き、インタークーラ 5 の出口温度を下降させるときには、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を閉じ、第三弁 1 5 を開く。また、例えば、インタークーラ 5 の出口温度を上昇させるときには、第三弁 1 5 を開いた状態で第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 の開度を大きくし、インタークーラ 5 の出口温度を下降させるときには、第三弁 1 5 を開いた状態で第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 の開度を小さくする。また、電動ポンプ 8 2 の吐出量を多くするほど、低温系ラジエータ 8 1 における冷却水の温度低下が促進されるため、インタークーラ 5 の出口温度が下降する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 0 9 では、低温系冷却水通路 8 へ高温系冷却水が導入される。すなわち、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 が開かれる。このときには、第三弁 1 5 は開いている。本ステップでは、電動ポンプ 8 2 を停止してもなお凝縮水が発生する虞があるため、高温系冷却水を導入することで、インタークーラ 5 内の温度を積極的に上昇させている。このときに

は、電動ポンプ 82 を作動させてもよい。なお、ステップ S 104 で否定判定がなされた場合に、ステップ S 106 及びステップ S 107 を実施せずに、ステップ S 109 を実施してもよい。すなわち、インタークーラ出口温度が露点温度以下の場合には、低温系冷却水通路 8 に高温系冷却水を導入してもよい。なお、本実施例においてはステップ 109 を処理する ECU 100 が、本発明における制御装置に相当する。

【0070】

ところで、低温系冷却水通路 8 に高温系冷却水を導入すると、インタークーラ 5 の出口温度が上昇するために、内燃機関 1 の吸気の温度が高くなる。このため、内燃機関 1 においてノッキングが発生する虞がある。これに対し、ノッキングが発生する場合、又は、ノッキングが発生する虞のある運転領域を運転中の場合には、凝縮水の発生量を規定量までは許容して、該インタークーラ 5 を流通する冷却水の温度を低下させてもよい。すなわち、凝縮水の発生量が規定量になるまでは、低温系冷却水通路 8 への高温系冷却水の導入量を少なくするか、または、低温系冷却水通路 8 への高温系冷却水の導入を行わないようにしてもよい。

10

【0071】

この規定量は、インタークーラ 5 内に存在する凝縮水が一度に気筒内に流入したとしても、問題が起こらない凝縮水の量として設定される。例えば、凝縮水が点火プラグに付着すると、火花が発生し難くなり、燃焼状態が悪化することがある。また、気筒内に多くの凝縮水が流入すると、ピストンの往復運動を阻害する所謂ウォーターハンマ現象が起こることがある。これらの現象が起こらないような凝縮水の量の上限值として、規定量が設定される。この規定量は、予め実験またはシミュレーション等により求めることができる。

20

【0072】

なお、実際に発生する凝縮水の量を検出または推定し、この値を規定量と比較してもよいが、インタークーラ出口温度がどの程度であれば、凝縮水の発生量が規定量以下になるのか、外気の状態や目標 EGR 率と関連付けて予め実験またはシミュレーション等により求めておいてもよい。また、インタークーラ 5 内の水位を検出するセンサを設け、該センサの検出値に基づいて算出される凝縮水の量が規定量以下となるように、低温系冷却水通路 8 に導入する高温系冷却水の量を調整してもよい。また、例えば、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度以下となってから凝縮水の発生量が規定量となるまでの時間を、外気の状態や内燃機関 1 の運転状態と関連付けて、予め実験またはシミュレーション等により求めておいてもよい。

30

【0073】

また、内燃機関 1 においてノッキングが発生する場合、又は、ノッキングが発生する虞のある運転領域を運転中の場合には、ノッキングの発生を抑制する他の制御を実施してもよい。例えば、内燃機関 1 を循環する冷却水の量を増加させることで、燃焼室の壁面温度を低下させてもよい。これにより、ノッキングの発生を抑制できる。また、ピストンに向けてオイルを噴射するオイルジェットの噴射量を増加させることにより、ピストンの温度を低下させてもよい。これによっても、ノッキングの発生を抑制できる。さらに、内燃機関 1 の負荷を変更してもよい。例えば、電動モータを備えるハイブリッド車両においては、内燃機関 1 の負荷を電動モータにより調整することができる。そして、内燃機関 1 の負荷を低下させるように電動モータを作動させることで、ノッキングの発生を抑制できる。以上のノッキングの発生を抑制する制御は、全てを行ってもよいが、何れか 1 つ以上を行ってもよい。

40

【0074】

このように、低温系冷却水通路 8 に高温系冷却水を導入することで、ノッキングが発生する場合、又は、ノッキングが発生する虞のある場合には、ノッキングの発生を抑制する制御を実施してもよい。また、低温系冷却水通路 8 に高温系冷却水を導入しない場合であっても、ノッキングが発生する場合、又は、ノッキングが発生する虞のある場合には、ノッキングの発生を抑制する制御を実施してもよい。

【0075】

50

図3は、ノッキングの発生を抑制するフローを示したフローチャートである。本ルーチンは、ECU100により所定の時間毎に繰り返し実行される。なお、図2に示したルーチンの終了後に続いて、本ルーチンを実行してもよい。

【0076】

ステップS201では、内燃機関1においてノッキングが発生しているか否か判定される。例えば内燃機関1にノッキングを検出するセンサを取り付けてノッキングの発生を検出する。ステップS201で肯定判定がなされた場合にはステップS202へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。

【0077】

ステップS202では、インタークーラ5内において発生する凝縮水の量が規定量以下となる範囲で、該インタークーラ5を循環する冷却水の温度を低下させる。すなわち、インタークーラ5の出口温度を露点温度以下にする。この場合には、インタークーラ5において凝縮水が発生するが、インタークーラ5内に存在する凝縮水の量が規定量以下となるようにインタークーラ5の出口温度を調整する。

【0078】

インタークーラ5を循環する冷却水の温度を低下させるためには、第一弁13及び第二弁14を閉じ、第三弁15を開く。また、第一弁13及び第二弁14の開度を小さくすることで、第一連通路11及び第二連通路12を流通する冷却水の量を減少させてもよい。この場合にも、第三弁15は開く。そして、凝縮水の発生量が規定量に達した場合には、第一弁13及び第二弁14を開くことで、インタークーラ5を循環する冷却水の温度を上昇させる。

【0079】

ステップS203では、内燃機関1においてノッキングが発生しているか否か判定される。すなわち、ステップS202の処理を行うことによりノッキングの発生が抑制されるが、まだノッキングが発生していることも考えられるため、ノッキングが発生しているか否かもう一度判定する。ステップS203で肯定判定がなされた場合にはステップS204へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。

【0080】

ステップS204では、ノッキングの発生を抑制する制御が実施される。すなわち、インタークーラ5を流れる冷却水の温度を調整しても、ノッキングの発生を抑制できないため、他の手段によりノッキングの発生を抑制する。例えばピストンに向けてオイルを噴射するオイルジェットの噴射量を増加させる。また、内燃機関1を循環する高温系冷却水の流量を増加させる。この場合、ポンプ72は、吐出量を変更可能なものとする。さらに、内燃機関1の負荷を低下させる。例えば、ハイブリッド車両の場合には、電動モータにより内燃機関1をアシストすることで、内燃機関1の負荷を低下させる。なお、本ステップでは、ノッキングの発生を抑制する他の周知の手段を用いることもできる。

【0081】

ところで、ターボチャージャ4にも冷却水が循環しているため、ターボチャージャ4の状態に応じて冷却水の流量又は温度を制御することがある。例えば、ターボチャージャ4の温度が高いときに内燃機関1が停止されると、ターボチャージャ4への冷却水の循環が停止する。このときに、ターボチャージャ4の回転軸のシール部材の周辺でオイルが炭化する虞がある。このシール部材は、ターボチャージャ4の回転軸を潤滑するためのオイルが外部に漏れないようにシールするための部材である。そして、オイルの炭化を抑制するために、内燃機関1の停止中に、電動ポンプ82を作動させることがある。

【0082】

ここで、内燃機関1の停止時におけるターボチャージャ4の回転軸周りのオイルの温度は、シール部材の温度と密接に関連している。したがって、シール部材の温度に基づいて、オイルが炭化するか否か判定することができる。また、シール部材の温度は、ターボチャージャ4のハウジングの温度と関連している。したがって、ターボチャージャ4のハウジングの温度からシール部材の温度を推定することができる。なお、シール部材の温度を

10

20

30

40

50

検出するセンサにより、該シール部材の温度を検出してもよい。また、ターボチャージャ 4 のハウジングの温度をセンサにより検出してもよいが、機関回転数及び機関負荷から推定することもできる。機関回転数及び機関負荷からのハウジングの温度の推定には、周知の技術を用いることができる。また、機関回転数及び機関負荷と、ターボチャージャ 4 のハウジングの温度との関係を予め実験等により求めてマップ化しておいてもよい。そして、シール部材の温度が閾値以上のときに、オイルが炭化する虞があると判定することができる。オイルが炭化する虞があると判定された場合には、電動ポンプ 8 2 を作動させる。シール部材の温度の閾値は、オイルが炭化する虞のある温度として、予め実験またはシミュレーション等により求めて ECU 100 に記憶させておく。

【0083】

また、シール部材の温度が閾値以上となっている間は電動ポンプ 8 2 を作動させてもよく、電動ポンプ 8 2 の作動開始時におけるシール部材の温度に応じて電動ポンプ 8 2 を作動させる時間を決定してもよい。

【0084】

ここで、図 4 は、機関停止後に電動ポンプ 8 2 を作動させる場合の各種値の推移を示したタイムチャートである。上から順に、機関回転数、内燃機関 1 の負荷率、ターボチャージャ 4 のハウジングの温度、デッドソーク判定の状態、電動ポンプ 8 2 の作動状態を示している。デッドソーク判定とは、機関停止後に電動ポンプ 8 2 を作動させる必要があるか否かを判定したものであり、ON のときには電動ポンプ 8 2 を作動させる必要があるとされ、OFF のときには電動ポンプ 8 2 を作動させる必要はないとされる。図 4 において、A (実線) は、機関回転数及び負荷率の高い状態が継続した期間が最も長い場合を示し、B (一点鎖線) は、機関回転数及び負荷率の高い状態が継続した期間が中程度の場合を示し、C (破線) は、機関回転数及び負荷率の高い状態が継続した期間が最も短い場合を示している。

【0085】

機関停止時には、C の場合は、既にハウジングの温度が十分に低下しており、ポンプ作動温度よりも低くなっている。このため、C の場合には、デッドソーク判定が機関停止時から OFF となっている。また、C の場合には、機関作動時からハウジングの温度がポンプ作動温度よりも低くしており、電動ポンプ 8 2 は、機関作動時 (機関停止前) から停止されている。また、B の場合には、機関停止時においてハウジングの温度が、ポンプ作動温度よりも高いため、デッドソーク判定が ON となり、機関停止後であっても、電動ポンプ 8 2 が作動している。そして、A の場合には、機関停止時のハウジングの温度が、B の場合よりもさらに高くなっており、機関停止後であっても、電動ポンプ 8 2 が作動している。そして、機関停止時のハウジングの温度が最も高い A の場合において、電動ポンプ 8 2 の作動時間が最も長くなっている。電動ポンプ 8 2 の作動時間は、機関停止時のハウジングの温度によって決定してもよい。また、機関停止後のハウジングの温度がポンプ作動温度よりも低くなった場合に、電動ポンプ 8 2 を停止させてもよい。

【0086】

図 5 は、シール部材の温度と、内燃機関 1 の停止後に電動ポンプ 8 2 を作動させる時間との関係を示した図である。シール部材の温度が閾値 TA 以上の場合に、電動ポンプ 8 2 を作動させ、且つ、内燃機関 1 の停止時のシール部材の温度が高いほど、電動ポンプ 8 2 を作動させる時間を長くする。閾値 TA は、オイルが炭化する温度 TB よりも低い温度に設定する。この電動ポンプ 8 2 を作動させる時間は、シール部材の温度が閾値まで低下するまでの時間としてもよい。この関係は、予め実験またはシミュレーションにより求めて ECU 100 に記憶させておく。

【0087】

また、内燃機関 1 のアイドル運転中で且つ吸入空気量が少ないときには、各部材の温度が上がり難いので、電動ポンプ 8 2 を停止させることがある。しかし、電動ポンプ 8 2 を長時間停止させると、ターボチャージャ 4 の温度が上昇し、該ターボチャージャ 4 内で冷却水が沸騰する虞がある。このような冷却水の沸騰を抑制するために、電動ポンプ 8 2 を

10

20

30

40

50

定期的に作動させることがある。電動ポンプ 8 2 を作動させる間隔は、予め実験またはシミュレーション等により求めておく。また、ターボチャージャ 4 のハウジングの温度が閾値以上のときに電動ポンプ 8 2 を作動させてもよい。

【 0 0 8 8 】

ここで、図 1 に示すようにターボチャージャ 4 には低温系冷却水が循環するため、ターボチャージャ 4 を循環する冷却水の流量や温度が変化すると、インタークーラ 5 を循環する冷却水の流量や温度も変化し得る。このため、ターボチャージャ 4 の温度を低下させようとする、インタークーラ 5 の出口温度も低下して、該インタークーラ 5 の出口温度が露点温度以下となる虞がある。このため、本実施例では、ターボチャージャ 4 の温度を低下させるときに、インタークーラ 5 において凝縮水が発生することを抑制する制御を実施する。

10

【 0 0 8 9 】

図 6 は、ターボチャージャ 4 の温度を低下させるときに、インタークーラ 5 において凝縮水が発生することを抑制するフローを示したフローチャートである。本ルーチンは、ECU 100 により所定の時間毎に繰り返し実行される。なお、図 2 に示したルーチンの終了後、又は、図 3 に示したルーチンの終了後に続いて、本ルーチンを実行してもよい。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 3 0 1 では、ターボチャージャ 4 の冷却の要求があるか否か判定される。本ステップでは、電動ポンプ 8 2 を作動させる必要があるか否か判定している。また、本ステップにおいては、電動ポンプ 8 2 の吐出量を増加させる必要があるか否か判定してもよい。例えば、ターボチャージャ 4 のシール部材の温度が閾値以上であるか否か判定してもよい。また、電動ポンプ 8 2 を定期的に作動させている場合には、電動ポンプ 8 2 を作動させる時期になっているか否か判定してもよい。ステップ S 3 0 1 で肯定判定がなされた場合にはステップ S 3 0 2 へ進み、一方、否定判定がなされた場合には本ルーチンを終了させる。

20

【 0 0 9 1 】

ステップ S 3 0 2 では、電動ポンプ 8 2 が作動される。これにより、ターボチャージャ 4 の温度が低下するが、インタークーラ 5 の出口温度も低下する。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 0 3 では、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 を開くことで、ターボチャージャ 4 へ高温系冷却水を導入する。すなわち、低温系冷却水通路 8 を流通する冷却水の温度を上昇させる。なお、このときに、低温系冷却水通路 8 に設けられる第三弁 1 5 を全閉にするか又は開度を小さくすることで、インタークーラ 5 の出口温度が低下することを抑制してもよい。すなわち、電動ポンプ 8 2 を作動させても、インタークーラ 5 内の冷却水は流れないようにしてもよい。なお、本ステップでは、ステップ S 3 0 1 で否定判定がなされた場合よりも、第一弁 1 3 及び第二弁 1 4 の開度を大きくするか、または、第三弁 1 5 の開度を小さくしてもよい。

30

【 0 0 9 3 】

ステップ S 3 0 4 では、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度よりも高い状態が維持されるように温度制御が実施される。このときには、前記ステップ S 1 0 8 と同様に、インタークーラ 5 の出口温度が、露点温度よりも高い所定温度となるように、第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5、電動ポンプ 8 2 を制御してもよい。また、低温系冷却水通路 8 に設けられる第三弁 1 5 を閉じる期間や、開くときの開度を調整することで、インタークーラ 5 内の温度を調整してもよい。

40

【 0 0 9 4 】

なお、本実施例では、ターボチャージャ 4 へ冷却水を循環させるために電動ポンプ 8 2 を作動させるが、ターボチャージャ 4 及びインタークーラ 5 以外の他の装置を冷却するために電動ポンプ 8 2 を作動させる場合であっても同様に適用することができる。

【 0 0 9 5 】

図 7 は、本実施例に係る制御を実施したときの、インタークーラ 5 の出口温度、目標 E

50

G R 率、内燃機関 1 における冷却水の温度、オイルジェットからのオイル噴射量、機関回転数、機関負荷の推移を示したタイムチャートである。

【 0 0 9 6 】

T 1 の時点において、内燃機関 1 の暖機が完了して E G R ガスの供給が開始される。また、T 1 の時点においてオイルジェットからのオイルの噴射が開始される。T 1 の時点以降、インタークーラ 5 の出口温度が露点温度（例えば 5 0 ）以上となるように、第一弁 1 3、第二弁 1 4、第三弁 1 5 が制御される。そして、T 2 の時点において、ノッキングが発生している。このノッキングは、T 7 の時点まで発生している。すなわち、T 2 の時点よりも前、及び、T 7 の時点以降は、ノッキングが発生していない。そして、T 2 の時点以降において、オイルジェットからのオイル噴射量を増加させている。すなわち、T 1 から T 2 までの期間におけるオイル噴射量よりも、T 2 の時点以降のオイル噴射量を増加させている。このときのオイル噴射量は、インタークーラ 5 の出口温度が高いほど、多くしてもよい。

10

【 0 0 9 7 】

T 3 から T 4 までの期間において、E G R ガスの供給が停止されている。E G R ガスの供給が停止される場合には、インタークーラ 5 を通過する水分の量が減少するため、露点温度が低下する。このため、インタークーラ 5 の出口温度を下げています。このときには、吸気の温度が低下して、ノッキングが発生し難くなるので、オイルジェットからのオイル噴射量も減少させることができる。

20

【 0 0 9 8 】

また、T 5 から T 6 の期間において、内燃機関 1 の負荷が高くなっている。この場合には、ノッキングが発生し易くなるため、内燃機関 1 における冷却水の温度を低下させることで、ノッキングの発生を抑制している。しかし、ノッキングの発生を抑制できないので、T 7 の時点において、電動モータにより内燃機関 1 の負荷を減少させ、且つ、機関回転数を上昇させている。これにより、T 7 の時点以降においては、ノッキングが発生しなくなる。

【 0 0 9 9 】

以上説明したように本実施例によれば、インタークーラ 5 の出口温度を露点温度よりも高い温度に維持することができるため、インタークーラ 5 にて凝縮水が発生することを抑制できる。

30

【 0 1 0 0 】

また、ノッキングが発生する場合には、凝縮水の発生量が規定量以下になるように冷却水の温度を調整することで、ノッキングの発生を抑制しつつ凝縮水による燃焼状態の悪化等を抑制できる。また、オイルジェットの噴射量を増加させたり、内燃機関 1 を循環する冷却水の流量を増加させたり、内燃機関 1 の負荷を低減したりして、ノッキングの発生を抑制できる。

【 0 1 0 1 】

また、ターボチャージャ 4 を冷却する要求がある場合に、インタークーラ 5 へ循環する冷却水の量を制限することにより、ターボチャージャ 4 を冷却しつつ、インタークーラ 5 での凝縮水の発生を抑制できる。

40

【 符号の説明 】

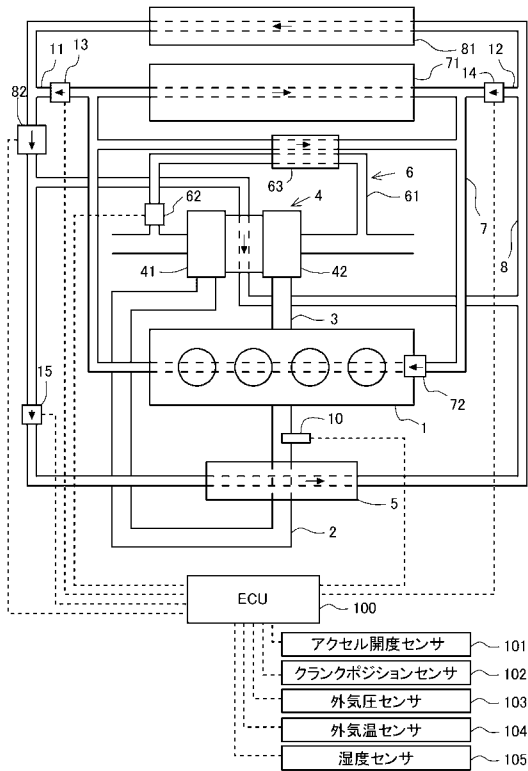
【 0 1 0 2 】

- 1 内燃機関
- 2 吸気通路
- 3 排気通路
- 4 ターボチャージャ
- 5 インタークーラ
- 6 E G R 装置
- 7 高温系冷却水通路
- 8 低温系冷却水通路

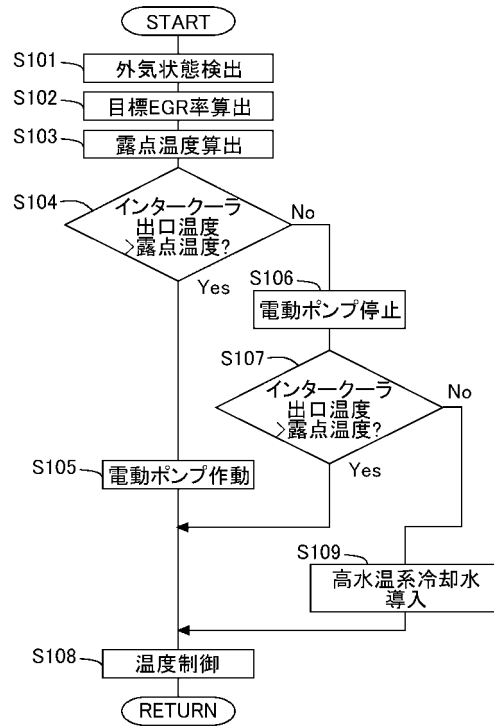
40

- 1 0 吸気温センサ
- 1 1 第一連通路
- 1 2 第二連通路
- 1 3 第一弁
- 1 4 第二弁
- 1 5 第三弁
- 4 1 コンプレッサ
- 4 2 タービン
- 6 1 EGR通路
- 6 2 EGR弁
- 6 3 EGRクーラ
- 7 1 高温系ラジエータ
- 7 2 ポンプ
- 8 1 低温系ラジエータ
- 8 2 電動ポンプ
- 1 0 0 ECU

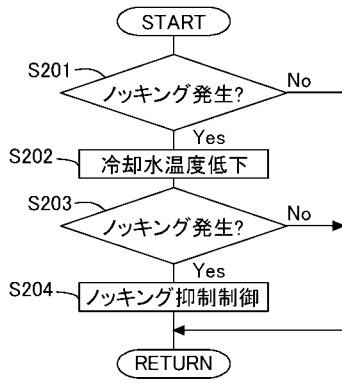
【図1】



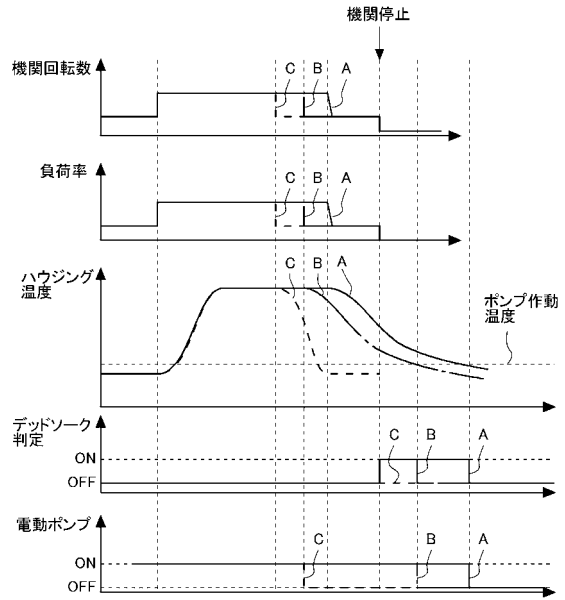
【図2】



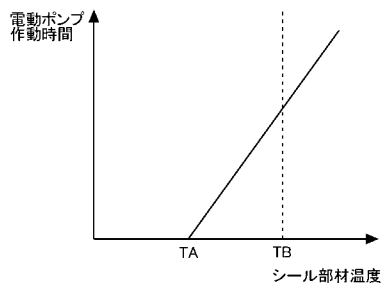
【 図 3 】



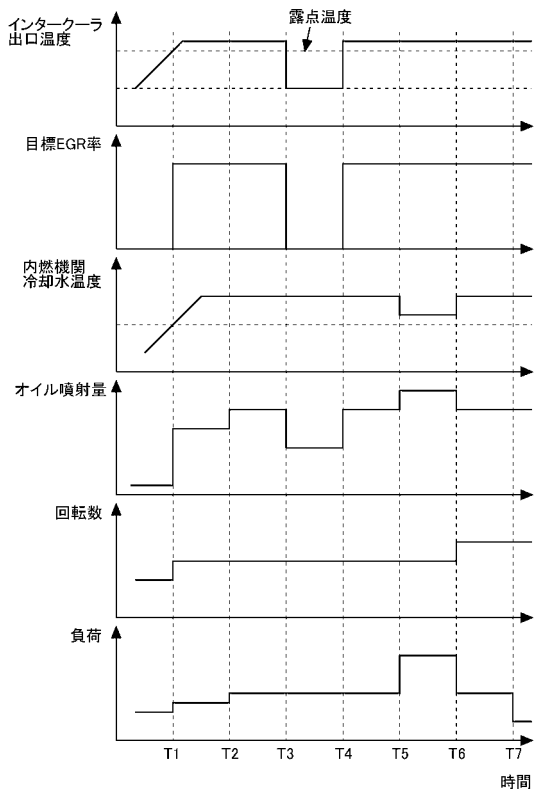
【 図 4 】



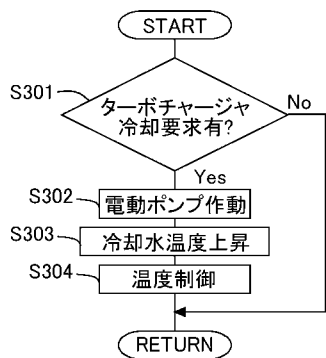
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)
<i>F 0 2 B</i>	<i>39/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 P</i>	<i>7/16</i>	<i>5 0 4 A</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>7/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 P</i>	<i>3/08</i>	<i>Z</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>3/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 P</i>	<i>3/10</i>	<i>Z</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>3/10</i>	<i>(2006.01)</i>			

(72)発明者 堀田 慎太郎

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) 3D202 BB11 CC41 DD16 DD22

3G005 DA00 DA02 EA04 EA14 EA16 FA28 GB94 HA12 JA17

3G384 AA03 AA28 BA41 BA42 DA55 FA06Z FA56Z FA85Z FA86Z FA87Z