

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4735522号
(P4735522)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int. Cl.	F I
FO2M 25/022 (2006.01)	FO2M 25/02 S
FO2B 47/02 (2006.01)	FO2B 47/02
FO2D 23/02 (2006.01)	FO2M 25/02 J
FO2M 31/20 (2006.01)	FO2D 23/02 M
FO2B 37/00 (2006.01)	FO2M 31/20 A

請求項の数 7 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-324497 (P2006-324497)	(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日 平成18年11月30日(2006.11.30)	愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号 特開2008-138561 (P2008-138561A)	(74) 代理人 100089118 弁理士 酒井 宏明
(43) 公開日 平成20年6月19日(2008.6.19)	(72) 発明者 柳部 孝寛 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日 平成21年9月3日(2009.9.3)	審査官 島倉 理
	(56) 参考文献 実開昭59-172227 (JP, U) 特開平06-017655 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の吸気経路における過給機の設置位置よりも下流側に前記過給機により加圧された吸気を冷却するための冷却媒体を噴射する噴射装置と、

前記加圧された吸気を冷却すべき期間を判定する冷却期間判定手段とを備え、

前記加圧された吸気を冷却すべき期間は、前記冷却媒体が噴射される第1の期間と、前記第1の期間に続く前記冷却媒体が噴射されない第2の期間と、前記第2の期間に続く前記冷却媒体が噴射される第3の期間を含み、

前記冷却媒体が噴射される期間は、前記冷却媒体の噴射が開始されてから、噴射される前記冷却媒体の圧力が予め定められた所定の圧力に達するまでの時間に設定される

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

請求項1記載の内燃機関の制御装置において、

前記冷却媒体が噴射されない期間は、前記冷却媒体が噴射される期間における前記冷却媒体の噴射量の設定値に対して前記冷却媒体が噴射されない期間が設定された場合の前記加圧された吸気の温度の降下量に基づいて設定される

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項3】

請求項2記載の内燃機関の制御装置において、

前記冷却媒体の単位時間あたりの噴射量は、前記冷却媒体が噴射される期間、前記冷却

10

20

媒体が噴射される期間における前記冷却媒体の噴射量、及び前記冷却媒体が噴射されない期間に基づいて求められ、

前記加圧された吸気の温度の降下量の目標値が設定されたときの前記冷却媒体が噴射されない期間は、前記加圧された吸気の温度の降下量の目標値を実現可能な前記冷却媒体の単位時間あたりの噴射量に基づいて設定される

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置において、

前記冷却媒体が噴射されない期間は、噴射された前記冷却媒体が蒸発するまでの時間に設定される

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置において、

前記冷却期間判定手段は、外気の温度を検出する外気温度検出手段を含み、

前記外気温度検出手段により検出された前記外気の温度が予め定められた所定の外気温度以下である場合には、前記加圧された吸気を冷却すべき期間の開始時における前記加圧された吸気の温度に比べて、前記加圧された吸気の温度が高い状態で前記加圧された吸気を冷却すべき期間の終了を判定する

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

請求項 5 記載の内燃機関の制御装置において、

前記冷却期間判定手段は、前記外気温度検出手段により検出された前記外気の温度が前記所定の外気温度以下である場合には、前記加圧された吸気の圧力に基づいて前記加圧された吸気を冷却すべき期間を判定する

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

請求項 5 または 6 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記吸気経路における前記噴射装置による前記冷却媒体の噴射位置よりも下流側には、前記加圧された吸気を冷却するための吸気冷却装置が設けられ、

前記外気温度検出手段は、前記吸気冷却装置の近傍に設けられる

ことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の制御装置に関し、特に、内燃機関の吸気経路に冷却媒体を供給して吸気を冷却する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関（エンジン）において、吸気の冷却が行われることがある。これは、吸気の温度を低下させることでノッキングの発生を抑制したり、吸気の体積効率を向上させたりするためである。吸気を冷却する手段として、エンジンの吸気経路に冷却媒体（例えば水）が供給されることがある。

【0003】

この場合、供給された冷却媒体が十分に蒸発しない場合には、その分だけ吸気から奪われる熱量が減少するので、吸気を冷却する効果が十分に得られない場合がある。また、供給された冷却媒体が蒸発しきれずに吸気経路に残留することは望ましくない。低温時には上記残留した冷却媒体が凍結する虞がある。

【0004】

【特許文献 1】特開平 9 - 3 1 7 4 8 0 号公報

【特許文献 2】特開昭 6 1 - 1 5 2 9 5 4 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特許第2557244号公報
【特許文献4】実開昭61-97534号公報
【特許文献5】特開昭61-49128号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】

【0005】

内燃機関の吸気経路に冷却媒体が供給されて吸気が冷却される場合に、冷却媒体の蒸発が促進されることが望まれている。

【0006】

本発明の目的は、内燃機関の吸気経路に冷却媒体が供給されて吸気が冷却される場合に、冷却媒体の蒸発が促進されることの可能な内燃機関の制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の内燃機関の制御装置は、内燃機関の吸気経路における過給機の設置位置よりも下流側に前記過給機により加圧された吸気を冷却するための冷却媒体を噴射する噴射装置と、前記加圧された吸気を冷却すべき期間を判定する冷却期間判定手段とを備え、前記加圧された吸気を冷却すべき期間は、前記冷却媒体が噴射される第1の期間と、前記第1の期間に続く前記冷却媒体が噴射されない第2の期間と、前記第2の期間に続く前記冷却媒体が噴射される第3の期間を含み、前記冷却媒体が噴射される期間は、前記冷却媒体の噴射が開始されてから、噴射される前記冷却媒体の圧力が予め定められた所定の圧力に達するまでの時間に設定されることを特徴としている。

【0009】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記冷却媒体が噴射されない期間は、前記冷却媒体が噴射される期間における前記冷却媒体の噴射量の設定値に対して前記冷却媒体が噴射されない期間が設定された場合の前記加圧された吸気の温度の降下量に基づいて設定されることを特徴としている。

【0010】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記冷却媒体の単位時間あたりの噴射量は、前記冷却媒体が噴射される期間、前記冷却媒体が噴射される期間における前記冷却媒体の噴射量、及び前記冷却媒体が噴射されない期間に基づいて求められ、前記加圧された吸気の温度の降下量の目標値が設定されたときの前記冷却媒体が噴射されない期間は、前記加圧された吸気の温度の降下量の目標値を実現可能な前記冷却媒体の単位時間あたりの噴射量に基づいて設定されることを特徴としている。

【0011】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記冷却媒体が噴射されない期間は、噴射された前記冷却媒体が蒸発するまでの時間に設定されることを特徴としている。

【0012】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記冷却期間判定手段は、外気の温度を検出する外気温度検出手段を含み、前記外気温度検出手段により検出された前記外気の温度が予め定められた所定の外気温度以下である場合には、前記加圧された吸気を冷却すべき期間の開始時における前記加圧された吸気の温度に比べて、前記加圧された吸気の温度が高い状態で前記加圧された吸気を冷却すべき期間の終了を判定することを特徴としている。

【0013】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記冷却期間判定手段は、前記外気温度検出手段により検出された前記外気の温度が前記所定の外気温度以下である場合には、前記加圧された吸気の圧力に基づいて前記加圧された吸気を冷却すべき期間を判定することを特徴としている。

【0014】

本発明の内燃機関の制御装置において、前記吸気経路における前記噴射装置による前記冷却媒体の噴射位置よりも下流側には、前記加圧された吸気を冷却するための吸気冷却装

10

20

30

40

50

置が設けられ、前記外気温度検出手段は、前記吸気冷却装置の近傍に設けられることを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

本発明の内燃機関の制御装置によれば、内燃機関の吸気経路に冷却媒体が供給されて吸気が冷却される場合に、冷却媒体の蒸発が促進される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態につき図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0017】

(第1実施形態)

図1から図7を参照して、第1実施形態について説明する。本実施形態は、内燃機関の吸気経路に冷却媒体を供給して吸気を冷却する内燃機関の制御装置に関する。

【0018】

本実施形態では、吸気の温度が高温である場合に、噴射装置(水インジェクター)により吸気経路に冷却媒体(水)が噴射される。水の噴射は、間欠的に行われる。これにより、吸気経路において、噴射された水の噴霧(以下、水噴霧とする)と次回の水噴霧との間に高温となった吸気の層が挟まれるため、水噴霧と高温の吸気の混合が促進される。このため、連続的に水が噴射される場合に比べて、噴射された水の蒸発が促進されるので、水の気化潜熱による吸気の冷却効果が高まる。

【0019】

図1は、本実施形態に係る装置の概略構成図である。図1において、符号1は内燃機関(エンジン)を示す。エンジン1は、シリンダブロック2を有する。シリンダブロック2には、シリンダブロック2の内部を往復動可能なピストン4が設けられている。ピストン4の上方には、燃焼室5が形成されている。

【0020】

シリンダブロック2の上方には、シリンダヘッド3が設けられている。シリンダヘッド3には、吸気ポート6及び排気ポート7が設けられている。燃焼室5と吸気ポート6との接続部には、吸気弁8が設けられている。燃焼室5と排気ポート7との接続部には、排気弁9が設けられている。

【0021】

シリンダヘッド3には、点火プラグ10及び燃料インジェクター11が設けられている。燃料インジェクター11により燃焼室5に燃料が噴射される。点火プラグ10は、燃焼室5内で圧縮された混合気に点火する。

【0022】

吸気ポート6には、吸気マニホールド12が接続されている。吸気マニホールド12には、サージタンク13が接続されている。サージタンク13には、吸気経路(吸気管)14が接続されている。吸気管14には、スロットルバルブ15が設けられている。吸気管14におけるスロットルバルブ15の設置位置よりも上流側には、エアクリーナ16が設けられている。

【0023】

排気ポート7には、排気マニホールド17が接続されている。排気マニホールド17には、排気管18が接続されている。

【0024】

エンジン1は、過給手段として過給機(ターボチャージャー)30を備えている。ターボチャージャー30は、コンプレッサー30a、タービン30b、回転軸30c及びウェストゲートバルブ30dを備える。コンプレッサー30aは、吸気管14に設けられている。タービン30bは、排気マニホールド17に設けられている。コンプレッサー30aとタービン30bとは回転軸30cにより連結されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

タービン 3 0 b は、排気マニホールド 1 7 を通って供給される排気ガスのエネルギーによって駆動されて回転する。タービン 3 0 b の回転に伴って、コンプレッサー 3 0 a が回転し、吸気が圧縮される。コンプレッサー 3 0 a に供給された吸気は、コンプレッサー 3 0 a によって圧縮されることにより、温度が上昇して高温となる。吸気管 1 4 におけるコンプレッサー 3 0 a の設置位置よりも下流側には、吸気を冷却するための空冷式の吸気冷却装置（インタークーラー） 3 1 が設けられている。高温の吸気は、インタークーラー 3 1 内を流れる間に外気との熱交換により冷却される。

【 0 0 2 6 】

排気マニホールド 1 7 には、タービン 3 0 b へ供給される排気ガスをバイパスさせるための排気バイパス通路 3 3 が接続されている。排気バイパス通路 3 3 の一端は、排気マニホールド 1 7 における、タービン 3 0 b の設置位置よりも上流側に接続されている。排気バイパス通路 3 3 の他端は、排気管 1 8 に接続されている。排気バイパス通路 3 3 には、ウェストゲートバルブ 3 0 d が設けられている。ウェストゲートバルブ 3 0 d により、排気バイパス通路 3 3 が開閉される。

10

【 0 0 2 7 】

コンプレッサー 3 0 a の回転数が上昇しすぎて圧縮された吸気の圧力が予め定められた所定の給気圧よりも高くなった場合には、ウェストゲートバルブ 3 0 d が開かれる。これにより、排気マニホールド 1 7 を流れる排気ガスの一部は排気バイパス通路 3 3 を通って排気管 1 8 へ流れるようになる。この場合、タービン 3 0 b に供給される排気ガスの量が減少し、タービン 3 0 b 及びコンプレッサー 3 0 a の回転数の上昇が抑制される。その結果、吸気の圧力が過度に上昇することが抑制される。

20

【 0 0 2 8 】

吸気管 1 4 における、コンプレッサー 3 0 a の設置位置とインタークーラー 3 1 の設置位置との間には、水インジェクター 3 4 が設けられている。水インジェクター 3 4 により吸気管 1 4 内に水が噴射される。エンジン 1 が搭載された車両（図示省略）には、水タンク 3 6 が設けられている。水タンク 3 6 と水インジェクター 3 4 とは水配管 3 8 を介して接続されている。水配管 3 8 には、水ポンプ 3 5 が設けられている。水タンク 3 6 に貯留された水 3 7 は、水ポンプ 3 5 により圧送されて水インジェクター 3 4 に供給される。

【 0 0 2 9 】

吸気管 1 4 におけるコンプレッサー 3 0 a の設置位置と水インジェクター 3 4 の設置位置との間には、加圧空気温スイッチ 3 9 が設けられている。加圧空気温スイッチ 3 9 は、吸気の温度に応じて ON 信号または OFF 信号を出力する。検出された吸気の温度が予め定められた吸気温度の設定値よりも高い場合には、加圧空気温スイッチ 3 9 から ON 信号が出力される。一方、検出された吸気の温度が上記吸気温度の設定値以下である場合には、加圧空気温スイッチ 3 9 から OFF 信号が出力される。

30

【 0 0 3 0 】

車両には、車両各部を制御する ECU (Electronic Control Unit) を有する車両制御部 4 0 が設けられている。車両制御部 4 0 には加圧空気温スイッチ 3 9 が接続されており、加圧空気温スイッチ 3 9 により出力される信号が車両制御部 4 0 に入力される。車両制御部 4 0 には水インジェクター 3 4 が接続されており、水インジェクター 3 4 は車両制御部 4 0 により制御される。

40

【 0 0 3 1 】

図 2 は、本実施形態のタイムチャートである。図 3 は、本実施形態の動作を示すフローチャートである。

【 0 0 3 2 】

図 2 において、符号 1 0 0 は、水インジェクター 3 4 に対する駆動信号の状態を示す。符号 1 0 1 は、加圧空気温スイッチ 3 9 の出力を示す。符号 1 0 2 は、吸気の温度の時間的推移を示す。符号 1 0 3 は、吸気の圧力の時間的推移を示す。符号 A_0 は、予め定められた吸気温度の設定値を示す。符号 t_1 は、車両の加速時にターボチャージャー 3 0 によ

50

る過給が開始される点を示す。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、吸気の温度 1 0 2 が高温の場合に、加圧された吸気の冷却が行われる。吸気の温度 1 0 2 が上記吸気温度の設定値 A_0 よりも高い場合には、車両制御部 4 0 からの噴射指令により水インジェクター 3 4 から水が噴射される。

【 0 0 3 4 】

符号 T_{on} は、車両制御部 4 0 により駆動信号 1 0 0 が ON とされている期間（以下、ON 時間とする）を示す。ON 時間 T_{on} において、ON とされた駆動信号 1 0 0 に応答して水インジェクター 3 4 により吸気管 1 4 内に水が噴射される。符号 T_{off} は、駆動信号 1 0 0 が OFF とされている期間（以下、OFF 時間とする）を示す。OFF 時間 T_{off} において水インジェクター 3 4 による水の噴射は停止される。

10

【 0 0 3 5 】

過給時には、図 3 に示すフローチャートが予め定められた所定の時間間隔で実行される。ステップ S 1 0 において、加圧空気温スイッチ 3 9 から ON 信号が出力されているか否かが判定される。上記のように、加圧空気温スイッチ 3 9 から ON 信号が出力されるのは、吸気の温度 1 0 2（図 2）が上記吸気温度の設定値 A_0 よりも高い場合である。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、時刻 t_1 において過給が開始されると、吸気の圧力 1 0 3 が上昇し、それに連動して吸気の温度 1 0 2 が上昇し始める。時刻 t_1 において過給が開始されてから時刻 t_2 までの間は、吸気の温度 1 0 2 が上記吸気温度の設定値 A_0 に比べて低い。よって、加圧空気温スイッチ 3 9 の出力 1 0 1 は OFF となる。この場合、ステップ S 1 0 において否定判定が行われるので、本制御フローはリセットされ、再度図 3 に示すフローチャートが実行される。

20

【 0 0 3 7 】

時刻 t_2 において、吸気の温度 1 0 2 が上記吸気温度の設定値 A_0 に達する。これにより、符号 1 0 1 に示すように、時刻 t_2 において加圧空気温スイッチ 3 9 から車両制御部 4 0 に ON 信号が出力される。この場合、ステップ S 1 0 において肯定判定が行われるので、ステップ S 2 0 へ移行する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 0 では、加圧空気温スイッチ 3 9 の出力 1 0 1 が ON とされたのに応答して、車両制御部 4 0 において、現在は加圧された吸気を冷却すべき期間にあると判定される。図 2 に示す例では、時刻 t_2 から時刻 t_6 までの期間が、加圧された吸気を冷却すべき期間に設定される。加圧された吸気を冷却すべき期間では、水噴射信号が ON とされる。水噴射信号とは、車両制御部 4 0 内において、水インジェクター 3 4 に対する噴射指令が生成されて水の噴射制御が行われる状態となるための信号である。

30

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、本実施形態では、加圧空気温スイッチ 3 9 の出力 1 0 1 に基づいて、ターボチャージャー 3 0 により加圧された吸気を冷却するか否か（加圧された吸気を冷却すべき期間）が判定される。加圧された吸気を冷却すべき期間は、冷却期間判定手段（車両制御部 4 0）により判定される。車両制御部 4 0 は、加圧空気温スイッチ 3 9 の出力 1 0 1 が ON である期間を、加圧された吸気を冷却すべき期間として設定する。加圧された吸気を冷却すべき期間において、車両制御部 4 0 は、水インジェクター 3 4 に対して駆動信号 1 0 0 を出力する。水インジェクター 3 4 は、駆動信号 1 0 0 に応答して水を噴射する。

40

【 0 0 4 0 】

図 2 に示すように、水インジェクター 3 4 に対する駆動信号 1 0 0 は、ON の状態と OFF の状態とが交互に繰り返される。即ち、ON 時間 T_{on} において水を噴射した後、OFF 時間 T_{off} において水の噴射を停止する動作が繰り返される。これにより、水噴霧は、吸気管 1 4 の吸気の流れ方向における水噴霧よりも上流側及び下流側から高温の吸気に挟まれる。このため、水噴霧と高温の吸気の混合が促進される。よって、連続的に水が噴射

50

される場合に比べて、噴射された水の蒸発が促進される。

【0041】

本実施形態では、水インジェクター34から水が噴射されるON時間 T_{on} は、水インジェクター34に対する駆動信号100がONとされてから、噴射される水の圧力が予め定められた所定の圧力に上昇するまでの時間に設定される。後述するように、上記所定の圧力は、水噴霧の形状が安定した形状となる圧力に設定される。これにより、以下に説明するように水噴霧の広がる角度（噴霧角度）が大きくなるので、水と吸気とが混合しやすくなり、水の蒸発が促進される。また、噴射される水が十分に微粒化されるので、蒸発が促進される。

【0042】

図4は、水インジェクター34の拡大図である。水インジェクター34は、本体45と、本体45の先端部に設けられた小径部49とを備える。小径部49は、本体45よりも小径に形成されている。小径部49には、水インジェクター34から外部空間に噴射される水の通路である噴孔41が設けられている。本体45の内部には、本体45の軸線方向に往復動可能なバルブ43が設けられている。本体45とバルブ43との間には、水通路46が形成されている。バルブ43は、図示しない駆動機構により、本体45の軸線方向に往復移動される。バルブ43の往復移動する方向において、噴孔41へ向かう方向を矢印Xで示す（以下、この方向をX方向とする）。

【0043】

本体45と小径部49との接続部における本体45の内周面には、弁座44が設けられている。図4には、バルブ43が弁座44に当接した状態（水噴射の停止時の状態）が示されている。小径部49の内部には、水貯留部42が形成されている。噴孔41は、水貯留部42と水インジェクター34の外部空間とを連通させている。噴孔41は、X方向と概ね直交する方向に開口している。

【0044】

図5は、水噴射時における水インジェクター34の様子を示す図である。水が噴射される際には、バルブ43が図示しない駆動機構によりX方向と反対の方向に移動される。これにより、バルブ43は弁座44から離れ、水通路46と水貯留部42が連通された状態となる。水ポンプ35（図1）により水配管38（図1）を介して水インジェクター34に圧送された水は、矢印47に示すように、水通路46を通り水貯留部42へ流れ込む。水貯留部42に流れ込んだ高圧の水は、噴孔41を通り外部空間に噴射される。噴射された水は、水噴霧48となる。

【0045】

符号Yで示す矢印は、吸気の流れ方向（吸気管14における下流側）を示す。本実施形態では、吸気の流れ方向における下流側（エンジン1に近い側）に向けて水が噴射される。符号 θ は、水噴霧48の噴霧角度を示す。なお、噴霧角度 θ は、図では上下方向の角度を示しているが、水噴霧48は、水の噴射方向（矢印Yで示す方向）に直交する方向の断面形状が概ね円形となる。このため、水噴霧48の左右方向（紙面に直交する方向）の広がりの角度も符号 θ で示す値となる。

【0046】

本実施形態では、上記のように、水インジェクター34に対する駆動信号100がONとされて水が噴射されるON時間 T_{on} は、上記駆動信号100がONとされてから噴射される水の圧力（水貯留部42の圧力）が予め定められた所定の圧力（図6の P_w 参照）に上昇するまでの時間に設定される。以下に図6を参照して説明するように、上記所定の圧力は、例えば水噴霧48が安定した形状となる最低圧力に設定されることができる。ここで、水噴霧48の形状が安定するとは、噴霧角度 θ が予め設定された所定の角度（図6の θ_0 参照）となることをいう。

【0047】

図6は、噴射される水の圧力と噴霧角度 θ との関係を示す図である。符号 P_w は、上記所定の圧力を示す。符号 θ_0 は、上記所定の角度を示す。符号400は、水インジェクタ

10

20

30

40

50

− 3 4 により噴射される水の圧力と噴霧角度 との対応関係を示す。符号 4 0 0 に示すように、噴霧角度 は、噴射される水の圧力が上昇するに連れて大きくなる。噴射される水の圧力が上昇して上記所定の圧力 P_w に達すると、それ以上に水圧が上昇しても噴霧角度 は変化せず、噴霧角度 が概ね上記所定の角度 θ_0 で推移する。上記所定の圧力 P_w は、このように噴霧角度 が概ね上記所定の角度 θ_0 で推移する圧力の領域における下限値に設定される。

【 0 0 4 8 】

ON 時間 T_{on} は、例えば実験の結果に基づいて設定される。ON 時間 T_{on} が、上記のように水インジェクター 3 4 に対する駆動信号 1 0 0 が ON とされてから噴射される水の圧力が上記所定の圧力 P_w に上昇するまでの時間に設定されるのは、以下の理由による。

10

【 0 0 4 9 】

水インジェクター 3 4 から水が噴射される場合に、図 5 に示す噴霧角度 が大きいほど、水の蒸発が促進される。これは、噴霧角度 が大きいほど、噴射された水が広範囲に広がって吸気と混合しやすくなるためである。図 6 を参照して説明したように、噴霧角度 は水圧が高くなるに連れて大きくなる。このため、ON 時間 T_{on} が大きな値に設定されて噴射される水の圧力が大きくなるほど水の蒸発が促進される。また、噴射される水の圧力が高くなると、水が十分に微粒化されるので水の蒸発が促進されるという効果がある。

【 0 0 5 0 】

しかしながら、図 6 に示すように、噴射される水の圧力が上記所定の圧力 P_w よりも高くなっても、噴霧角度 は上記所定の角度 θ_0 よりも増加しない。従って、水圧が上記所定の圧力 P_w まで上昇する時間よりも長く水の噴射が行われても、噴霧角度 の増加による蒸発効果の向上は期待できない。また、水の噴射が長く行われると、水噴霧 4 8 と吸気との混合が行われにくくなる。これは、水の噴射時間が長くなるほど、図 5 に符号 L で示す水噴霧 4 8 の噴射方向の長さが長くなるからである。水噴霧 4 8 の噴射方向の長さ L が長くなるほど、水噴霧 4 8 は、符号 Y で示す吸気の流れ方向における水噴霧 4 8 よりも上流側及び下流側を流れる高温の吸気と混合されにくくなる。この場合、水噴霧 4 8 が蒸発しにくくなってしまう。

20

【 0 0 5 1 】

そこで、本実施形態では、ON 時間 T_{on} は水の噴射が開始されてから噴射される水の圧力が上記所定の圧力 P_w に上昇するまでの時間に設定される。これにより、噴霧角度 が十分に大きくなると共に、水インジェクター 3 4 から噴射される水の粒子が十分に小さくなるため、噴射された水（水噴霧 4 8）の蒸発が促進される。また、水噴霧 4 8 は、吸気管 1 4 の吸気の流れ方向における水噴霧 4 8 よりも上流側及び下流側を流れる高温の吸気と十分に混合される。このため、水噴霧 4 8 の蒸発が促進される。

30

【 0 0 5 2 】

次に、水の噴射が停止される期間である OFF 時間 T_{off} について説明する。上記のように ON 時間 T_{on} において水の噴射が行われた後で、OFF 時間 T_{off} では水の噴射が停止される。ON 時間 T_{on} と OFF 時間 T_{off} とが交互に繰り返されることで、水が噴射される期間（第 1 の期間）と次に水が噴射される期間（第 3 の期間）との間に、水が噴射されない期間（第 2 の期間）が設けられる。これにより、第 1 の期間に噴射された水噴霧 4 8 と第 3 の期間に噴射された水噴霧 4 8 との間に高温の吸気の層が保たれる。その結果、水噴霧 4 8 に高温の吸気が取り込まれやすくなり、蒸発が促進される。OFF 時間 T_{off} は、以下に説明するように、より効果的に水の蒸発を促進させる値に設定される。

40

【 0 0 5 3 】

OFF 時間 T_{off} は、様々な要素によって値が変動する。例えば、水インジェクター 3 4 による 1 回の ON 時間 T_{on} における水の噴射量（以下、各回噴射量とする（後述する図 7 の符号 W 参照））、エンジン回転数、過給圧、及び吸気の温度の降下量の目標値（以下、目標降下量 C_{trg} とする）等に応じて OFF 時間 T_{off} は異なる値に設定される。OFF 時間 T_{off} は、例えば実験の結果に基づいて設定される。この場合、OFF 時間 T_{off} は、以下に図 7 から図 9 を参照して説明するように、目標降下量 C_{trg} が実現できる範囲内で

50

単位時間当たりの水の噴射量（以下、単位時間噴射量とする（図7の符号WA参照））が最小となる値に設定される。

【0054】

OFF時間T_{off}が変化すると、例えば水噴霧48と吸気との混合しやすさの違い等により、水の蒸発のしやすさ（蒸発に要する時間等）が変化する。OFF時間T_{off}は、ON時間T_{on}が終了して水の噴射が停止されてから次のON時間T_{on}における水の噴射が開始されるまでの時間間隔である。OFF時間T_{off}が大きな値に設定されるほど、1回目のON時間T_{on}で噴射される水噴霧48と2回目のON時間T_{on}で噴射される水噴霧48との間に挟まれる高温の吸気量が增多する。このため、OFF時間T_{off}が大きな値に設定されるほど、水噴霧48の蒸発が促進されて吸気の温度の降下量（以下、吸気温降下量とする（図7の符号C参照））が大きくなると考えられる。

10

【0055】

しかしながら、OFF時間T_{off}が必要以上に大きな値に設定された場合には、高温の吸気量に対して噴射される水の量が不足するため、十分に吸気の温度を降下させることができなくなる。この場合、吸気温降下量Cは小さな値となってしまう。各回噴射量Wが同じであったとしても、上記のようにOFF時間T_{off}の値によって、吸気温降下量Cが異なる値となる。従って、図7に示すように、ある任意の各回噴射量Wに対して、吸気温降下量Cの値が最大値（以下、最大降下量C_{max}とする）となるOFF時間T_{off}（以下、最適OFF時間ZAとする）が存在する。

【0056】

図7は、各回噴射量W、各回噴射量Wの条件下における最大降下量C_{max}、及び最適OFF時間ZAの組合せを示す図である。図7において、符号W1、W2等は、各回噴射量Wの設定値を示す。符号C1、C2等は、各回噴射量Wの条件下における最大降下量C_{max}の値を示す。符号Z1、Z2等は、各回噴射量Wの条件下において最大降下量C_{max}が得られる最適OFF時間ZAの値を示す。

20

【0057】

最適OFF時間ZAを求める場合には、以下に説明するように、各回噴射量Wの値がある1つの値に設定された条件の下で、OFF時間T_{off}の値が様々な値に振られる。その結果、吸気温降下量Cが最大降下量C_{max}となる最適OFF時間ZAが実験により求められる。

30

【0058】

図7においてNo1に示す実験結果が求められる場合を例に、図8を参照して、実験手順について説明する。図8において、符号Z_{1n}（n=1、2、3...）は、OFF時間T_{off}の設定値を示す。符号C_{1n}（n=1、2、3...）は、OFF時間T_{off}の設定値Z_{1n}に対して実験の結果得られた吸気温降下量Cの値を示す。

【0059】

図8に示すように、各回噴射量Wの値がW1に設定された条件下で、OFF時間T_{off}の設定値Z_{1n}が様々な値に振られる。その結果として得られた吸気温降下量C_{1n}のうちで最大の値C1が最大降下量C_{max}とされる。この場合、吸気温降下量C_{1n}の最大値C1が得られたときのOFF時間T_{off}の設定値Z_{1n}の値Z1が、最適OFF時間ZAに設定される。最大降下量C_{max}の値C1及び最適OFF時間ZAの値Z1が各回噴射量Wの値W1と対応付けられてNo1の実験結果として記憶される。

40

【0060】

図7においてNo2に示す実験結果が求められる場合には、図9に示すように、各回噴射量Wの値がW2に設定された条件下で、上記と同様の手順により、吸気温降下量C_{2n}の最大値C2が求められる。吸気温降下量C_{2n}の最大値C2が、最大降下量C_{max}の値として設定される。また、吸気温降下量C_{2n}の最大値C2が得られたときのOFF時間T_{off}の設定値Z_{2n}の値Z2が、最適OFF時間ZAの値に設定される。同様にして、上記実験が図7の各回噴射量Wのそれぞれの設定値（W3、W4...）の条件下で行われ、それぞれの実験結果に基づいて図7に示す組合せが設定される。

50

【 0 0 6 1 】

図 7 において、符号 $W A$ ($W A 1$ 、 $W A 2$ 等) は、単位時間噴射量を示す。単位時間噴射量 $W A$ は、各回噴射量 W 、 $O N$ 時間 T_{on} (図示せず)、及び最適 $O F F$ 時間 $Z A$ に基づいて算出される。

【 0 0 6 2 】

次に、 $O F F$ 時間 T_{off} の決定方法について説明する。加圧された吸気が冷却される場合には、例えば、加圧された吸気の温度に基づいて、目標降下量 C_{trg} が定められる。目標降下量 C_{trg} が設定されると、図 7 に示す各回噴射量 W 、最大降下量 C_{max} 、及び最適 $O F F$ 時間 $Z A$ の組合せの中から、最大降下量 C_{max} の値が目標降下量 C_{trg} を満足する組合せが選択される。選択された組合せが複数存在する場合には、単位時間噴射量 $W A$ の値が最小である組合せが採用される。

10

【 0 0 6 3 】

例えば、目標降下量 C_{trg} を実現できる最大降下量 C_{max} の値が $C 1$ 及び $C 3$ であったとすると ($C 1$ と $C 3$ とは同じ値であっても異なる値であってもいずれでもよい)、 $N o 1$ 及び $N o 3$ の組合せが選択される。この場合に、両者の単位時間噴射量 $W A$ 同士が比較される。 $N o 1$ の組合せにおける単位時間噴射量 $W A 1$ に比べて $N o 3$ の組合せにおける単位時間噴射量 $W A 3$ の方が小さな値である場合には、 $N o 3$ の組合せが最終的に選択される。この場合、 $O F F$ 時間 T_{off} の値は、 $Z 3$ に設定される。

【 0 0 6 4 】

これにより、目標降下量 C_{trg} が実現できる範囲内で、単位時間噴射量 $W A$ がより少なくて済むようになる。なお、エンジン回転数及び過給圧は、それぞれ図示しないエンジン回転数検出装置及び過給圧検出装置により検出される。

20

【 0 0 6 5 】

本実施形態によれば、加圧された吸気を冷却すべき期間において、水の噴射が間欠的に行われることにより、噴射された水の蒸発が促進される。また、水が噴射される期間である $O N$ 時間 T_{on} は、水の噴射が開始されてから噴射される水の圧力が上記所定の圧力 P_w に上昇するまでの時間に設定される。これにより、噴射された水と吸気との混合が促進されると共に噴射される水が十分に微粒化されるので、より効率的に水の蒸発が促進される。その結果、噴射された水が蒸発しないままで吸気管 1 4 に残留することが抑制される。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態によれば、加圧された吸気を冷却すべき期間において連続して水が噴射される場合に比べて水の蒸発が促進される。このため、吸気の温度を同じだけ降下させるのに必要とされる水の噴射量は、連続して水が噴射される場合に比べて少なくて済む。さらに、 $O F F$ 時間 T_{off} が上記のように目標降下量 C_{trg} に対する単位時間噴射量 $W A$ を最小とする値に設定されることで、吸気の温度を同じ量だけ降下させるのに必要な水の噴射量が極力小さな値に設定される。即ち、より少ない水の噴射量で吸気の温度が効率的に降下させられる。消費する水の量が少なくなるため、水タンク 3 6 の容量を小さくして重量を減少させることが可能となる。また、水の消費量が少なくなることで、水を補給する頻度が低下し、メンテナンスの手間が減少する。

30

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、インタークーラー 3 1 の設置位置よりも上流側で水が噴射されることで、インタークーラー 3 1 に流入する吸気の温度が降下する。これにより、インタークーラー 3 1 が高温の吸気にさらされて劣化することが抑制される。

40

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、加圧空気温スイッチ 3 9 が水インジェクター 3 4 の設置位置よりも上流側に設けられている。このため、水が噴射されて水インジェクター 3 4 よりも下流側の吸気の温度が低下しても加圧空気温スイッチ 3 9 により検出される吸気の温度には影響しない。これにより、コンプレッサー 3 0 a から供給される吸気の温度が正確に把握されるので、水の噴射が必要な状態であるか否かが確実に判定される。

【 0 0 6 9 】

50

本実施形態では、吸気の温度に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。なお、過給が行われる場合には、吸気の圧力の上昇に伴って温度が上昇するので、加圧された吸気を冷却するか否かの判定を吸気の圧力に基づいて行うことが考えられる。しかしながら、以下に説明するように、吸気の圧力に基づいて上記の判定が行われた場合には、コンプレッサー 30a から供給される吸気の温度がまだ十分に下がりきらないうちに水の噴射が終了されてしまうという問題がある。

【0070】

図2において、符号 P_0 は、吸気の温度 102 が上記吸気温度の設定値 A_0 に達する時刻 t_2 における吸気の圧力 103 の値を示す。図2に示すように、エンジン1の負荷の低下により時刻 t_3 において吸気の圧力 103 が低下し始めても、吸気の温度 102 はすぐには低下しない。これは、過給時にはコンプレッサー 30a 及び吸気管 14 等が高温となるためである。時刻 t_3 において吸気の圧力 103 が低下し始めても、コンプレッサー 30a 及び吸気管 14 等の温度が高温のままであるため、吸気の温度 102 はすぐには低下せず、吸気の圧力 103 に比べて低下し始めるタイミング(時刻 t_4)が遅れる。このため、吸気の圧力 103 が符号 P_0 で示す圧力に低下する時刻 t_5 において、吸気の温度 102 は上記吸気温度の設定値 A_0 よりも高い温度 A_1 までしか低下していない。

10

【0071】

上記のように、吸気の温度 102 は吸気の圧力 103 に対して遅れて低下する。このため、吸気の圧力 103 が圧力 P_0 以上であるか否かに基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定された場合には、吸気の温度 102 がまだ温度 A_1 までしか低下していない状態(時刻 t_5)において加圧された吸気の冷却が終了されることとなる。このようにまだ加圧された吸気の冷却が必要な状態で加圧された吸気の冷却が終了されてしまうと、ノッキングの抑制が十分に行われなくなる。そこで、本実施形態では、吸気の温度 102 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。これにより、吸気の温度 102 がまだ十分に下がりきらないうちに加圧された吸気の冷却が終了されてしまうという問題の発生が抑制される。

20

【0072】

本実施形態では、上記所定の圧力 P_w (図6)は、噴霧角度 θ が概ね上記所定の角度 θ_0 で推移する圧力の領域における下限値に設定されたが、これに代えて、上記所定の圧力 P_w は水インジェクター 34 に供給される水の供給圧に設定されることができる。この場合、噴射される水の圧力が取り得る値の最大値である供給圧となるまで水の噴射が行われる。よって、ON時間 T_{on} において水の噴射が行われている間に、噴霧角度 θ が確実に取り得る値の最大値となる構成とされる。

30

【0073】

本実施形態では、水が吸気管 14 内に噴射されたが、噴射される冷却媒体は水には限らない。例えば、冷却媒体として燃料が吸気管 14 内に噴射されることができる。

【0074】

(第1実施形態の変形例)

本変形例では、OFF時間 T_{off} は、噴射された水(図5の水噴霧 48)が蒸発するまでの時間に設定される。これにより、噴射された水が蒸発するまで次の水の噴射が行われないので、噴射された水が吸気管 14 に残留することが抑制される。

40

【0075】

噴射された水が蒸発するまでの時間は、条件により異なる。本変形例では、吸気の圧力、吸気の温度、噴射される水の量及び噴射される水の温度に基づいてOFF時間 T_{off} が設定される。OFF時間 T_{off} は、例えば実験の結果に基づいて設定される。

【0076】

(第2実施形態)

図10から図13を参照して第2実施形態について説明する。第2実施形態については、上記第1実施形態と異なる点についてのみ説明する。

【0077】

50

上記第1実施形態では、加圧された吸気を冷却すべき期間において水が間欠的に噴射されることで水の蒸発が促進され、吸気管14内に水が残留することが抑制された。本実施形態では、これに加えて、外気温度が低い場合には、噴射された水が蒸発しきれずに吸気管14内に残留することをより確実に抑制するための制御が行われる。これにより、外気温度が低い場合に吸気管14内に残留した水が凍結することが抑制される。

【0078】

本実施形態では、外気温度に応じて、加圧された吸気を冷却するか否かが判定される際のパラメータが変更される。外気温度が予め定められた所定の外気温度（例えば0）よりも高い場合（以下、高外気温時とする）には、上記第1実施形態と同様に吸気の温度に基づいて加圧された吸気の冷却を行うか否かが判定される。一方、外気温度が上記所定の外気温度以下である場合（以下、低外気温時とする）には、吸気の圧力に基づいて上記判定が行われる。

10

【0079】

これにより、以下に詳しく説明するように、低外気温時には、加圧された吸気の冷却が開始される時点で比べて、吸気の温度が高い状態で加圧された吸気の冷却が終了されるようになる。このため、水の噴射が終了される時点で吸気管14内に蒸発していない水が存在したとしても、その後と比較的高温の吸気が吸気管14を流れるので、その水の蒸発が促進される。よって、吸気管14内に水が残留することが抑制される。その結果、残留した水が凍結することが好適に抑制される。

【0080】

20

図10は、本実施形態に係る装置の概略構成図である。上記第1実施形態の装置（図1）の加圧空気温スイッチ39に代えて、加圧空気温センサ51が設けられている。加圧空気温センサ51により、ターボチャージャー30で加圧された吸気の温度が検出される。吸気管14におけるコンプレッサー30aの設置位置と水インジェクター34の設置位置との間には、加圧空気圧センサ52が設けられている。加圧空気圧センサ52によりターボチャージャー30で加圧された吸気の圧力が検出される。

【0081】

インタークーラー31の近傍には、外気温度検出手段（外気温センサ）50が設けられている。外気温センサ50により外気の温度が検出される。本実施形態では、外気温センサ50は、インタークーラー31における車両外部に面した側（以下、車両外部側とする）の近傍に配置される。外気温センサ50が上記の位置に設けられるのは、以下に説明するように、インタークーラー31は、水が残留する可能性が高く、かつ残留した水が凍結した場合に影響を受けやすい部分だからである。

30

【0082】

インタークーラー31の内部において、吸気の通路は径の小さい複数の通路に分かれている。このため、インタークーラー31内には水が残留する可能性が高い。

【0083】

また、インタークーラー31は、残留した水が凍結した場合に流路抵抗が増加するなど凍結による影響が出やすい。これは、インタークーラー31の内部において上記のように吸気の通路が狭いことなどによる。

40

【0084】

このため、本実施形態では、インタークーラー31における車両外部側の近傍に外気温センサ50が設置される。これにより、水が残留する可能性が高く、かつ残留した水が凍結した場合に影響が出やすいインタークーラー31が低温の外気に晒されているか否かが確実に検出される。

【0085】

上記第1実施形態の車両制御部40に代えて、車両制御部60が設けられている。外気温センサ50、加圧空気温センサ51及び加圧空気圧センサ52は車両制御部60に接続されており、それぞれの計測結果が車両制御部60に入力される。水インジェクター34は車両制御部60に接続されており、車両制御部60により制御される。

50

【 0 0 8 6 】

本実施形態では、外気温センサ 5 0 により検出される外気温度に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される際のパラメータが変更される。高外気温時には、上記第 1 実施形態（図 2 参照）と同様に吸気の温度に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。一方、低外気温時には、吸気の圧力に基づいて上記判定が行われる。

【 0 0 8 7 】

これにより、次に説明するように、低外気温時には、加圧された吸気の冷却が開始される時点に比べて、吸気の温度が高い状態で加圧された吸気の冷却が終了されるようになる。

【 0 0 8 8 】

図 1 1 は、高外気温時において、上記第 1 実施形態と同様に吸気の温度に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される場合のタイムチャートである。図 1 2 は、低外気温時において、吸気の圧力に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される場合のタイムチャートである。

【 0 0 8 9 】

図 1 1 の符号 2 0 0 及び図 1 2 の符号 3 0 0 は、それぞれ車両制御部 6 0 から水インジェクター 3 4 に対して出力される駆動信号の状態を示す。第 1 実施形態（図 2 ）と同様に、ON 時間 T_{on} において水インジェクター 3 4 により吸気管 1 4 に水が噴射される。OFF 時間 T_{off} において水インジェクター 3 4 による水の噴射は停止される。

【 0 0 9 0 】

図 1 1 の符号 2 0 1 及び図 1 2 の符号 3 0 1 は、それぞれ水噴射信号の状態を示す。図 1 1 の符号 2 0 2 及び図 1 2 の符号 3 0 2 は、それぞれ吸気の温度の時間的推移を示す。図 1 1 の符号 2 0 3 及び図 1 2 の符号 3 0 3 は、それぞれ吸気の圧力の時間的推移を示す。図 1 1 及び図 1 2 において、符号 A_2 は、予め定められた第 2 の吸気温度の設定値を示す。第 2 の吸気温度の設定値 A_2 は、上記第 1 実施形態における吸気温度の設定値 A_0 と同じ値であることができる。図 1 1 及び図 1 2 において、符号 P_1 は、予め定められた圧力の設定値である。図 1 1 及び図 1 2 において、符号 t_{11} は、ターボチャージャー 3 0 により過給が開始される点を示す。

【 0 0 9 1 】

本実施形態では、高外気温時には、図 1 1 に示すように、吸気の温度 2 0 2 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。吸気の温度 2 0 2 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 よりも高い場合には、加圧された吸気を冷却すると判定されて、水噴射信号 2 0 1 が ON とされる。吸気の温度 2 0 2 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 以下である場合には、水噴射信号 2 0 1 が OFF とされる。

【 0 0 9 2 】

一方、低外気温時には、図 1 2 に示すように、吸気の圧力 3 0 3 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。吸気の圧力 3 0 3 が上記圧力の設定値 P_1 よりも大きい場合には、加圧された吸気を冷却すると判定されて、水噴射信号 3 0 1 が ON とされる。吸気の圧力 3 0 3 が上記圧力の設定値 P_1 以下である場合には、水噴射信号 3 0 1 が OFF とされる。上記圧力の設定値 P_1 は、過給により吸気の圧力 3 0 3 及び吸気の温度 3 0 2 が上昇する際に、吸気の温度 3 0 2 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 に達する時刻 t_{12} における吸気の圧力 3 0 3 の値に設定されている。

【 0 0 9 3 】

これにより、本実施形態では、高外気温時及び低外気温時において、加圧された吸気の冷却が開始される際の吸気の温度（図 1 1 の 2 0 2、図 1 2 の 3 0 2）が同じとなる構成とされているが、低外気温時における加圧された吸気の冷却が開始される際の吸気の温度 3 0 2 の値はこれには限定されない。高外気温時と低外気温時とで加圧された吸気の冷却が開始される際の吸気の温度（図 1 1 の 2 0 2、図 1 2 の 3 0 2）が異なる値となるように、上記圧力の設定値 P_1 が設定されることことができる。

【 0 0 9 4 】

10

20

30

40

50

ここで、低外気温時に吸気の圧力 303 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定された場合の、加圧された吸気が冷却される期間の開始時と終了時における吸気の温度 302 の温度差について説明する。エンジン 1 の負荷の低下に伴って吸気の圧力 303 が低下する際に、吸気の温度 302 は吸気の圧力 303 に比べて遅れて低下する。これは、上記第 1 実施形態で図 2 を参照して説明したように、過給時にはコンプレッサー $30a$ 及び吸気管 14 等が高温となるためである。エンジン 1 の負荷の低下により、吸気の圧力 303 は、時刻 $t13$ においてピークに達した後低下し始め、時刻 $t15$ において上記圧力の設定値 P_1 となる。一方、吸気の温度 302 は、時刻 $t15$ において上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 よりも高い温度 A_3 までしか低下していない。

【 0095 】

10

このように、加圧された吸気の冷却が終了される時刻 $t15$ における吸気の温度 302 の値(A_3)は、加圧された吸気の冷却が開始される時刻 $t12$ における吸気の温度 302 の値(上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2)よりも高くなる。これにより、加圧された吸気の冷却が終了される時刻 $t15$ 以降に比較的高温の吸気が吸気管 14 を流れるため、吸気管 14 に水が残留することが抑制される。

【 0096 】

図 13 は、本実施形態の動作を示すフローチャートである。まず、ステップ $S110$ において、外気温センサ 50 により検出された外気温度が読み込まれる。

【 0097 】

次に、ステップ $S120$ において、外気温度が予め定められた所定の外気温度よりも高いか否かが判定される。

20

【 0098 】

ステップ $S120$ の判定の結果、外気温度が上記所定の外気温度よりも高いと判定された(ステップ $S120$ 肯定)場合には、ステップ $S130$ へ移行する。この場合、上記第 1 実施形態と同様に吸気の温度 202 (図 11)に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。

【 0099 】

ステップ $S130$ では、加圧空気温度センサ 51 により検出された吸気の温度 202 (加圧空気温度)が読み込まれる。次に、ステップ $S140$ において、吸気の温度 202 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 よりも高いか否かが判定される。図 11 に示すように、吸気の温度 202 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 よりも高くなるのは、時刻 $t12$ から時刻 $t16$ の間である。

30

【 0100 】

ステップ $S140$ の判定の結果、吸気の温度 202 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 よりも高いと判定された(ステップ $S140$ 肯定)場合には、ステップ $S170$ へ移行する。ステップ $S170$ では、車両制御部 60 において水噴射信号 201 が ON に設定される。水噴射信号 201 が ON にされると、車両制御部 60 により水インジェクター 34 に対する駆動信号 200 の出力が開始される。水インジェクター 34 は、駆動信号 200 に応答して水を噴射する。

【 0101 】

40

一方、ステップ $S140$ の判定の結果、吸気の温度 202 が上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 以下であると判定された(ステップ $S140$ 否定)場合には、本制御フローは終了される。

【 0102 】

ステップ $S120$ の判定の結果、外気温度が上記所定の外気温度以下であると判定された(ステップ $S120$ 否定)場合には、ステップ $S150$ へ移行する。この場合、吸気の圧力 303 (図 12)に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。

【 0103 】

ステップ $S150$ では、加圧空気圧センサ 52 により検出された吸気の圧力 303 (加圧空気圧)が読み込まれる。次に、ステップ $S160$ において、吸気の圧力 303 が上記

50

圧力の設定値 P_1 よりも大きいか否かが判定される。図 12 に示すように、吸気の圧力 303 が圧力の設定値 P_1 よりも大きくなるのは、時刻 t_{12} から時刻 t_{15} の間である。

【0104】

ステップ S160 の判定の結果、吸気の圧力 303 が上記圧力の設定値 P_1 よりも大きいと判定された（ステップ S160 肯定）場合には、ステップ S170 へ移行する。ステップ S170 では、車両制御部 60 において水噴射信号 301 が ON に設定される。水噴射信号 301 が ON にされると、車両制御部 60 により水インジェクター 34 に対する駆動信号 300 の出力が開始される。水インジェクター 34 は、駆動信号 300 に応答して水を噴射する。

【0105】

一方、ステップ S160 の判定の結果、吸気の圧力 303 が上記圧力の設定値 P_1 以下であると判定された（ステップ S160 否定）場合には、本制御フローは終了される。

【0106】

本実施形態では、外気温度が上記所定の外気温度よりも高い場合（ステップ S120 肯定）には、吸気の温度 202 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される（ステップ S130、S140）。一方、外気温度が上記所定の外気温度以下である場合（ステップ S120 否定）には、吸気の圧力 303 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される（ステップ S150、S160）。

【0107】

これにより、上記において図 12 を参照して説明したように、低外気温時には、加圧された吸気の冷却が終了される時刻 t_{15} における吸気の温度 302 の値 (A_3) は、加圧された吸気の冷却が開始される時刻 t_{12} における吸気の温度 302 の値（上記第 2 の吸気温度の設定値 A_2 ）よりも高くなる。このため、低外気温時には、加圧された吸気の冷却が終了される時刻 t_{15} 以降に比較的高温の吸気が吸気管 14 を流れるため、水の蒸発が促進される。よって、水の噴射が終了された後に吸気管 14 内に水が残留することが抑制される。その結果、残留した水が凍結することによる不具合が抑制される。

【0108】

本実施形態では、外気温センサ 50 がインタークーラー 31 における車両外部側の近傍に設置された。これにより、特に水が残留する可能性が高く、かつ残留した水が凍結した場合に影響を受けやすい部分の近傍の外気温度が検出される（ステップ S110）。その外気温度が上記所定の外気温度以下である場合（ステップ S120 否定）には、吸気の温度 302 が高い状態で加圧された吸気の冷却を終了させる制御（ステップ S150、S160）が行われる。その結果、特に水が残留しやすく、かつ残留した水が凍結した場合に影響を受けやすいインタークーラー 31 において水が残留すること、及び残留した水が凍結することによる不具合が発生することが抑制される。

【0109】

本実施形態の制御は、ターボチャージャー 30 が比較的エンジン回転数が低い状態から高過給が行われるように設定されている場合に高い効果を奏する。上記のようにターボチャージャー 30 が設定されるのは、例えばエンジン 1 を低排気量化した際の出力低下分を補う手段として過給が行われる場合である。一般的に、高出力を得るために過給が行われる場合にはエンジン回転数が高い側で過給圧が高くなるような設定とされる。一方、燃費の向上等を目的としてエンジン 1 が低排気量化される場合に、低排気量化による出力低下分を補うことを目的として過給が行われる場合には、比較的エンジン回転数が低い状態から高過給が行われる設定とされる。

【0110】

この場合、車速が低速の状態でも高過給が行われることが多い。低速走行時には走行風が弱いため、高過給で高温となった吸気に対して、走行風によるインタークーラー 31 の冷却効果がさほど期待できない。このため、吸気を冷却するための水の噴射の機会が増加することとなり、噴射された水が吸気管 14 内に残留する可能性が高くなる。また、低速走行の状態からは短時間で車両が停止され、その直後にエンジン 1 が停止される可能性が高

10

20

30

40

50

い。高過給かつ低速走行の状態から短時間でエンジン 1 が停止された場合には、水の噴射が終了されてすぐにエンジン 1 が停止されることとなり、吸気管 1 4 内に水が残留する可能性が高くなる。上記のように吸気管 1 4 内に水が残留した場合に、外気温度が低温であると、残留した水が凍結することによる不具合が生じることとなる。

【0111】

これに対して、本実施形態では、低外気温時には、吸気の温度 302 が比較的高温の状態に加圧された吸気の冷却が終了されて、水の蒸発を促進する制御が行われる。このため、低排気量化による出力低下分を補うことを目的として過給が行われる場合において、上記のように低速走行の状態から短時間でエンジン 1 が停止された場合であっても、エンジン 1 の停止後に水が吸気管 1 4 内に残留することが抑制される。その結果、残留した水が凍結することによる不具合の発生が抑制される。

10

【0112】

(第2実施形態の変形例)

上記第2実施形態では、低外気温時に、加圧された吸気の冷却の開始時に比べて、吸気の温度 302 が高い状態で加圧された吸気の冷却を終了させる制御が行われる。その方法として、低外気温時には、吸気の圧力 303 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定された。これに代えて、本変形例では、低外気温時に、吸気の温度 302 に基づいて加圧された吸気を冷却するか否かが判定される。加圧された吸気の冷却の終了判定を行う場合の判定値が、加圧された吸気の冷却の開始判定を行う場合の判定値に比べて大きな値に設定される。

20

【0113】

高外気温時の制御は、上記第2実施形態と同様である。即ち、図11に示すように、加圧された吸気の冷却を開始する場合(時刻 t12)の吸気の温度 202 の判定値と加圧された吸気の冷却を終了する場合(時刻 t16)の吸気の温度 202 の判定値は同じ値(第2の吸気温度の設定値 A_2) に設定される。

【0114】

一方、低外気温時には、加圧された吸気の冷却を開始する場合には、吸気の温度 302 (図12)の判定値として上記第2の吸気温度の設定値 A_2 が用いられると共に、加圧された吸気の冷却を終了する際には、予め設定された第3の吸気温度の設定値が判定値とされる。上記第3の吸気温度の設定値は、上記第2の吸気温度の設定値 A_2 よりも大きな値に設定される。上記第3の吸気温度の設定値は、例えば、図12に符号 A_3 で示す値に設定されることができる。

30

【0115】

この場合、図12に示すように、低外気温時には、加圧された吸気の冷却が終了される際の吸気の温度 302 の値(第3の吸気温度の設定値 A_3) が、加圧された吸気の冷却が開始される際の吸気の温度 302 の値(第2の吸気温度の設定値 A_2) よりも高くなる。

【0116】

本実施形態では、水が吸気管 1 4 内に噴射されたが、噴射される冷却媒体は水には限らない。例えば、冷却媒体として燃料が吸気管 1 4 内に噴射されることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0117】

【図1】本発明の内燃機関の制御装置の第1実施形態に係る装置の概略構成図である。

【図2】本発明の内燃機関の制御装置の第1実施形態のタイムチャートである。

【図3】本発明の内燃機関の制御装置の第1実施形態の動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明の内燃機関の制御装置の第1実施形態における水インジェクターの拡大図である。

【図5】本発明の内燃機関の制御装置の第1実施形態における水インジェクターの噴射時の状態を示す図である。

【図6】水圧と噴霧角度の関係を説明するための図である。

50

【図 7】本発明の内燃機関の制御装置の第 1 実施形態における OFF 時間の設定方法を説明するための図である。

【図 8】本発明の内燃機関の制御装置の第 1 実施形態における OFF 時間の設定方法を説明するための他の図である。

【図 9】本発明の内燃機関の制御装置の第 1 実施形態における OFF 時間の設定方法を説明するための他の図である。

【図 10】本発明の内燃機関の制御装置の第 2 実施形態に係る装置の概略構成図である。

【図 11】本発明の内燃機関の制御装置の第 2 実施形態において、吸気の温度に基づいて水の噴射を行うか否かが判定される場合のタイムチャートである。

【図 12】本発明の内燃機関の制御装置の第 2 実施形態において、吸気の圧力に基づいて水の噴射を行うか否かが判定される場合のタイムチャートである。

【図 13】本発明の内燃機関の制御装置の第 2 実施形態の動作を示すフローチャートである。

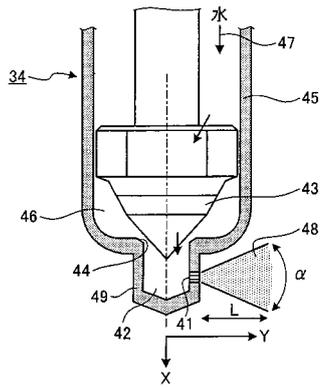
【符号の説明】

【 0 1 1 8 】

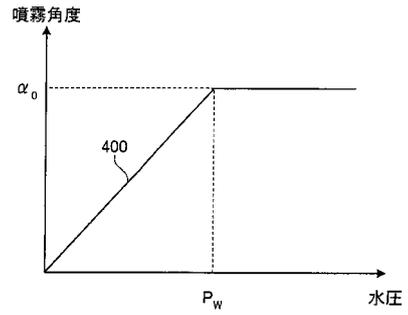
- | | | |
|------|------------|----|
| 1 | エンジン | |
| 2 | シリンダブロック | |
| 3 | シリンダヘッド | |
| 4 | ピストン | |
| 5 | 燃焼室 | 20 |
| 6 | 吸気ポート | |
| 7 | 排気ポート | |
| 8 | 吸気弁 | |
| 9 | 排気弁 | |
| 10 | 点火プラグ | |
| 11 | 燃料インジェクター | |
| 12 | 吸気マニホールド | |
| 13 | サージタンク | |
| 14 | 吸気管 | |
| 15 | スロットルバルブ | 30 |
| 16 | エアクリーナ | |
| 17 | 排気マニホールド | |
| 18 | 排気管 | |
| 30 | ターボチャージャー | |
| 30 a | コンプレッサー | |
| 30 b | タービン | |
| 30 c | 回転軸 | |
| 30 d | ウェストゲートバルブ | |
| 31 | インタークーラー | |
| 33 | 排気バイパス通路 | 40 |
| 34 | 水インジェクター | |
| 35 | 水ポンプ | |
| 36 | 水タンク | |
| 37 | 水 | |
| 38 | 水配管 | |
| 39 | 加圧空気温スイッチ | |
| 40 | 車両制御部 | |
| 41 | 噴孔 | |
| 42 | 水貯留部 | |
| 43 | バルブ | 50 |

4 4	弁座	
4 5	本体	
4 6	水通路	
4 8	水噴霧	
4 9	小径部	
5 0	外気温センサ	
5 1	加圧空気温センサ	
5 2	加圧空気圧センサ	
6 0	車両制御部	
1 0 0	水インジェクターに対する駆動信号	10
1 0 1	加圧空気温スイッチの出力	
1 0 2	吸気の温度	
1 0 3	吸気の圧力	
2 0 0	水インジェクターに対する駆動信号	
2 0 1	水噴射信号の状態	
2 0 2	吸気の温度	
2 0 3	吸気の圧力	
3 0 0	水インジェクターに対する駆動信号	
3 0 1	水噴射信号の状態	
3 0 2	吸気の温度	20
3 0 3	吸気の圧力	
T on	ON時間	
T off	OFF時間	
A ₀	吸気温度の設定値	
A ₂	第2の吸気温度の設定値	
P ₁	圧力の設定値	
W	各回噴射量	
W A	単位時間噴射量	
C	吸気温降下量	
C max	最大降下量	30
Z	OFF時間の設定値	
Z A	最適OFF時間	

【 図 5 】



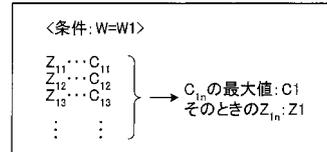
【 図 6 】



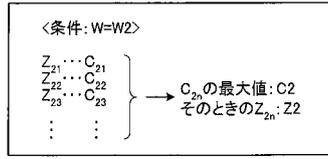
【 図 7 】

No	1回のON時間における水の噴射量 (W)	吸気温度の降下量を最大とするOFF時間 (最適OFF時間ZA)	吸気温度の降下量の最大値 (最大降下量 Cmax)	単位時間あたりの水の噴射量 (WA)
1	W1	Z1	C1	WA1
2	W2	Z2	C2	WA2
3	W3	Z3	C3	WA3
4	W4	Z4	C4	WA4
5	W5	Z5	C5	WA5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

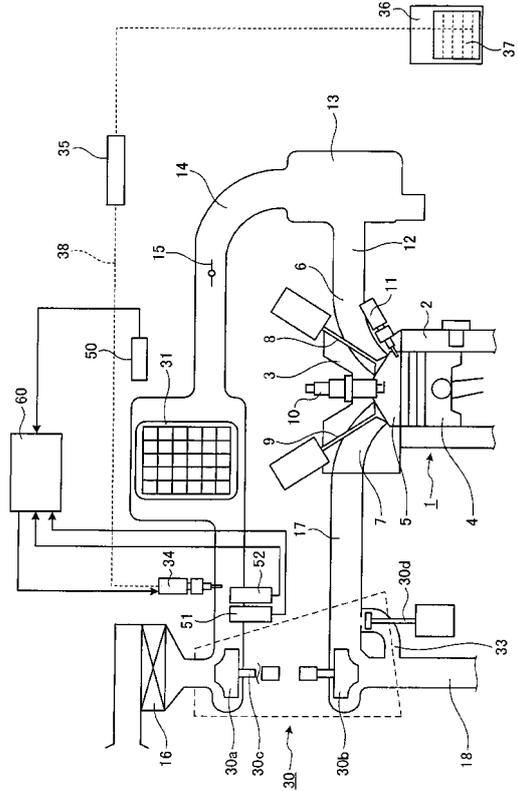
【 図 8 】



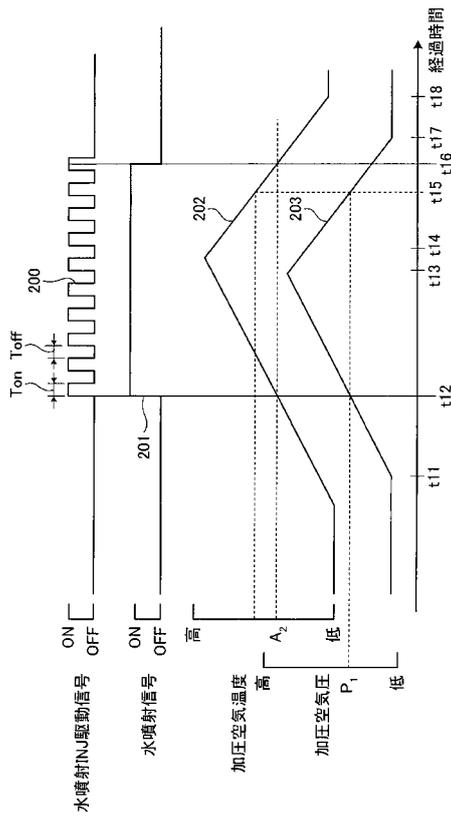
【図9】



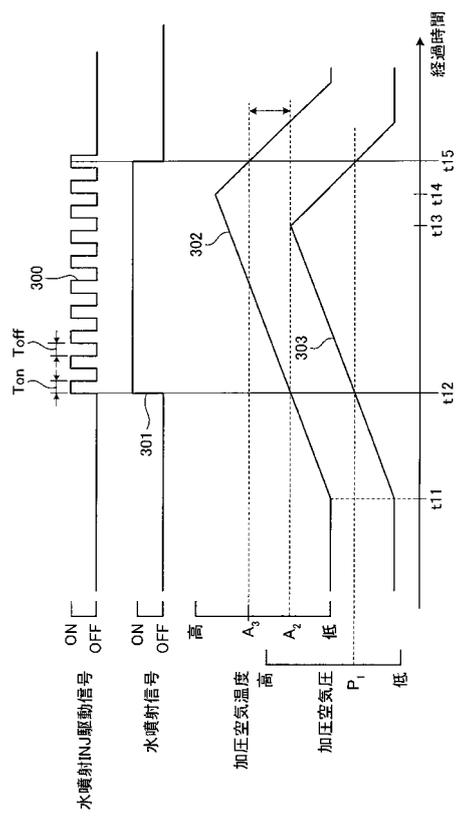
【図10】



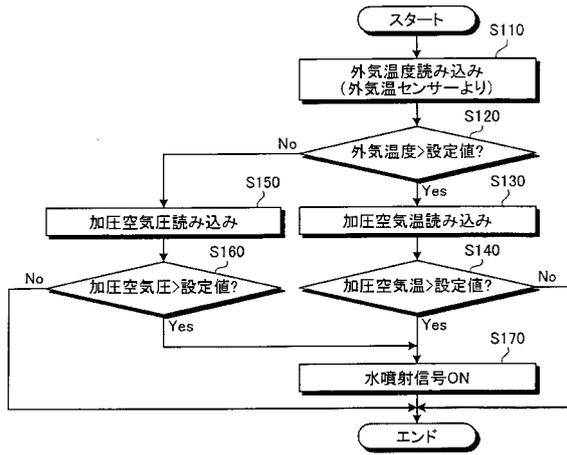
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F 0 2 B 33/44 (2006.01)

F I

F 0 2 B 37/00 3 0 2 D

F 0 2 B 33/44 K

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

F 0 2 M 2 5 / 0 2 2

F 0 2 B 3 3 / 4 4

F 0 2 B 3 7 / 0 0

F 0 2 B 4 7 / 0 2

F 0 2 D 2 3 / 0 2

F 0 2 M 3 1 / 2 0