

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6536708号  
(P6536708)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl.	F 1
FO2M 26/50 (2016.01)	FO2M 26/50 321
FO2D 21/08 (2006.01)	FO2D 21/08 301A
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 21/08 311B
FO2M 26/06 (2016.01)	FO2D 21/08 301Z
FO2M 26/28 (2016.01)	FO2D 23/00 J

請求項の数 4 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2018-42383 (P2018-42383)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成30年3月8日(2018.3.8)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(62) 分割の表示	特願2014-75938 (P2014-75938) の分割	(74) 代理人	100121821 弁理士 山田 強
原出願日	平成26年4月2日(2014.4.2)	(74) 代理人	100139480 弁理士 日野 京子
(65) 公開番号	特開2018-87577 (P2018-87577A)	(74) 代理人	100125575 弁理士 松田 洋
(43) 公開日	平成30年6月7日(2018.6.7)	(74) 代理人	100175134 弁理士 北 裕介
審査請求日	平成30年4月4日(2018.4.4)	(72) 発明者	南 敬太郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のEGRシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関(10)に吸入される吸気を過給する過給手段(30)と、  
前記内燃機関の吸気通路において前記過給手段の吸気圧縮部(31)よりも下流側に設けられ、冷却水の流通により吸気を冷却するインタークーラ(34)と、  
前記内燃機関から排出される排気の一部をEGRガスとして排気通路から前記吸気通路における前記インタークーラよりも上流側に還流させるEGR配管(36)と、  
前記EGR配管に設けられるEGR弁(37)と、  
前記EGR配管に設けられるEGRクーラ(38)と、  
を備える内燃機関のEGRシステムであって、  
前記EGR配管を介して前記吸気通路にEGRガスが導入されている状態下で、前記インタークーラ内において吸気の冷却によって凝縮水が発生するか否かを判定する判定手段(51)と、  
前記判定手段の判定結果に基づいて、前記インタークーラに流入する前記冷却水の温度又は流量を制御して前記インタークーラでの吸気の冷却度合いを低下させる凝縮水抑制手段(51)と、  
前記凝縮水抑制手段により前記インタークーラでの吸気の冷却度合いを低下させている状態下で、当該インタークーラでの凝縮水発生を再判定する再判定手段(51)と、  
前記再判定手段により凝縮水が発生するとの判定がなされた場合に、前記EGR弁を通過するEGRガスを減らすEGR低減処理を実施する二次対策手段(51)と、

を備えることを特徴とする内燃機関の E G R システム。

【請求項 2】

前記インタークーラに流入する前記冷却水は I / C 冷却水であり、前記 I / C 冷却水は、前記内燃機関を冷却するエンジン冷却水の循環経路とは別の循環経路を流れ、かつエンジン冷却水よりも低温の状態に保持されるものであり、

前記凝縮水抑制手段は、前記インタークーラに流入する前記 I / C 冷却水を、前記エンジン冷却水よりも高温とならない範囲で昇温させる請求項 1 に記載の内燃機関の E G R システム。

【請求項 3】

前記エンジン冷却水を循環させるエンジン冷却水経路 ( L 1 ) と、

前記 I / C 冷却水を循環させる I / C 冷却水経路 ( L 2 ) と、

前記エンジン冷却水経路を流れるエンジン冷却水と前記 I / C 冷却水経路を流れる I / C 冷却水との間で熱交換を行わせる熱交換器 ( 7 5 ) と、

前記熱交換器を通過する前記 I / C 冷却水の流量を調整する流量制御弁 ( 7 6 ) と、を備え、

前記凝縮水抑制手段は、前記流量制御弁により、前記熱交換器に前記エンジン冷却水と前記 I / C 冷却水とが共に流入する状態として、高温の前記エンジン冷却水により低温の前記 I / C 冷却水を昇温させる請求項 2 に記載の内燃機関の E G R システム。

【請求項 4】

前記冷却水は、前記内燃機関を冷却するための冷却水経路であるエンジン冷却水経路 ( L 1 ) と、前記エンジン冷却水経路とは異なる経路でありかつ前記インタークーラを冷却するための冷却水経路である I / C 冷却水経路 ( L 2 ) とで流通可能であり、

前記凝縮水抑制手段は、前記エンジン冷却水経路において前記内燃機関を通過した前記冷却水の一部を前記 I / C 冷却水経路に流入させることで、前記インタークーラに流入する前記冷却水を昇温させる請求項 1 に記載の内燃機関の E G R システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の E G R システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

内燃機関においては、排気の一部を吸気側に還流させる外部 E G R 装置が一般に用いられており、外部 E G R 装置の E G R 配管において E G R ガスを冷却させる E G R クーラを設ける技術も一般化されている。また、過給機付きの内燃機関において吸気ポートの上流側にインタークーラを設ける技術も一般に知られている。この場合、E G R ガスが流れるガス経路において凝縮水の発生が問題視されている。

【0003】

例えば特許文献 1 に記載された技術では、インタークーラでの凝縮水の発生を抑制すべく、E G R クーラの冷却性能を制御してその E G R クーラ出口温度を飽和水蒸気分圧に見合う必要温度以下にするようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 8 - 1 3 5 5 1 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、実際の E G R システムを考えると、E G R ガスが E G R クーラに流入し、その後、気筒内に導入されるまでには複数の部位でそれぞれ凝縮水が発生する可能性があり、これら各部位で凝縮水抑制の対策を施していないと、やはり凝縮水発生に起因する

10

20

30

40

50

諸問題が生じると考えられる。この点、既存の技術においては改善の余地があると考えられる。

【0006】

本発明は、EGRガスが流れるガス経路において凝縮水発生のおそれのある各部位での凝縮水の発生を抑制し、ひいては内燃機関及びその他製品において腐食等の問題を生じさせないようにすることができる内燃機関のEGRシステムを提供することを主たる目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について説明する。

10

【0008】

本発明における内燃機関のEGRシステムは、内燃機関(10)に吸入される吸気を過給する過給手段(30)と、前記内燃機関の吸気通路において前記過給手段の吸気圧縮部(31)よりも下流側に設けられ、吸気を冷却するインタークーラ(34)と、前記内燃機関から排出される排気の一部をEGRガスとして排気通路から吸気通路に還流させるEGR配管(36)と、前記EGR配管に設けられるEGR弁(37)と、前記EGR配管に設けられるEGRクーラ(38)と、を備えている。そして、前記EGRクーラ内においてEGRガスの冷却によって凝縮水が発生するか否かを判定する第1判定手段(51)と、前記吸気通路において新気とEGRガスの合流部分で凝縮水が発生するか否かを判定する第2判定手段(51)と、前記インタークーラ内において吸気の冷却によって凝縮水が発生するか否かを判定する第3判定手段(51)と、前記各判定手段のいずれかにより凝縮水が発生するとの判定がなされた場合に、それら各判定手段のいずれで凝縮水発生が判定されたかに応じて、各々対応する凝縮水抑制の対策を実施する凝縮水抑制手段(51)と、を備えることを特徴とする。

20

【0009】

インタークーラ付きの過給手段と、EGRクーラ付きの外部EGR装置とを有するEGRシステムでは、EGR配管に流入したEGRガスは、EGRクーラを通過した後、吸気通路の合流部分で新気と合流し、さらにインタークーラを通過した後に、内燃機関の気筒内に流入する。この場合、EGRクーラ、ガス合流部分、インタークーラの各部位では、部位ごとの諸要因からそれぞれに凝縮水の発生が懸念される。この点、それらの部位ごとに凝縮水発生を確認しつつ凝縮水抑制の対策を適宜実施する構成にしたため、EGRクーラ、ガス合流部分、インタークーラの各部位のいずれにおいても適正に凝縮水発生の抑制を実現できる。その結果、EGRガスが流れるガス経路において凝縮水発生のおそれのある各部位での凝縮水の発生を抑制し、ひいては内燃機関及びその他製品において腐食等の問題を生じさせないようにすることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】発明の実施の形態におけるエンジン制御システムの概略を示す構成図。

【図2】冷却システムの概要を示す図。

【図3】EGRガス経路に関連する構成を模式的に示す図。

40

【図4】凝縮水抑制制御の処理手順を示すフローチャート。

【図5】凝縮水抑制制御の処理手順を示すフローチャート。

【図6】EGRガス経路に関連する構成を模式的に示す図。

【図7】EGRガス経路に関連する構成を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に基いて説明する。本実施形態は、車両に搭載される多気筒4サイクルガソリンエンジン(内燃機関)を制御対象とし、当該エンジンにおける各種アクチュエータの電子制御を実施するものとしている。まず、図1によりエンジン制御システムの全体概略構成を説明する。

50

## 【 0 0 1 2 】

図 1 に示すエンジン 1 0 において、吸気管 1 1 の上流部には吸入空気量を検出するためのエアフロメータ 1 2 が設けられている。エアフロメータ 1 2 の下流側には、DC モータ等のスロットルアクチュエータ 1 3 によって開度調節されるスロットル弁 1 4 が設けられている。スロットル弁 1 4 の開度（スロットル開度）はスロットルアクチュエータ 1 3 に内蔵されたスロットル開度センサ 1 5 により検出される。スロットル弁 1 4 の下流側にはサージタンク 1 6 が設けられ、サージタンク 1 6 には、各気筒の吸気ポートに通じる吸気マニホールド 1 7 が取り付けられている。吸気管 1 1 及び吸気マニホールド 1 7 により吸気通路が形成されている。

## 【 0 0 1 3 】

エンジン 1 0 の吸気ポート及び排気ポートには、それぞれ吸気弁及び排気弁（共に図示略）が設けられている。エンジン 1 0 には、吸気弁の開閉タイミングを変化させる吸気側動弁機構 2 1 と、排気弁の開閉タイミングを変化させる排気側動弁機構 2 2 とが設けられている。また、エンジン 1 0 には気筒ごとに燃料噴射弁 2 3 と点火プラグ 2 4 とが設けられている。

## 【 0 0 1 4 】

エンジン 1 0 の排気ポートには排気マニホールド 2 5 が接続され、その排気マニホールド 2 5 の集合部に排気管 2 6 が接続されている。排気管 2 6 には、排気中の有害成分を浄化するための触媒 2 8 が設けられている。本実施形態では、触媒 2 8 として CO、HC、NO<sub>x</sub> の三成分を浄化する三元触媒が用いられている。触媒 2 8 の上流側には、排気を検出対象として混合気の空燃比（酸素濃度）を検出する空燃比センサ 2 9 が設けられている。排気マニホールド 2 5 及び排気管 2 6 により排気通路が形成されている。

## 【 0 0 1 5 】

吸気管 1 1 と排気管 2 6 との間には、過給手段としてのターボチャージャ 3 0 が設けられている。ターボチャージャ 3 0 は、吸気管 1 1 においてスロットル弁 1 4 の上流側に配置された吸気コンプレッサ 3 1 と、排気管 2 6 において触媒 2 8 の上流側に配置された排気タービン 3 2 と、吸気コンプレッサ 3 1 及び排気タービン 3 2 を連結する回転軸 3 3 とを備えて構成されている。吸気コンプレッサ 3 1 が吸気圧縮部に相当する。ターボチャージャ 3 0 において、排気管 2 6 を流れる排気によって排気タービン 3 2 が回転されると、排気タービン 3 2 の回転に伴い吸気コンプレッサ 3 1 が回転され、吸気コンプレッサ 3 1 の回転により生じる遠心力によって吸気が圧縮される（過給される）。

## 【 0 0 1 6 】

また、吸気管 1 1 には、スロットル弁 1 4 の下流側（吸気コンプレッサ 3 1 の下流側）に、過給された吸気を冷却する熱交換器としてのインタークーラ 3 4 が設けられており、このインタークーラ 3 4 により吸気が冷却されることで空気の充填効率の低下が抑制されるようになっている。インタークーラ 3 4 は例えば水冷式熱交換器であり、冷却水を流通させることでその冷却水と吸気と間で熱交換を実施する。本実施形態では、サージタンク 1 6 に一体にインタークーラ 3 4 が設けられる構成としているが、サージタンク 1 6 の上流側又はスロットル弁 1 4 の上流側にインタークーラ 3 4 が設けられる構成であってもよい。

## 【 0 0 1 7 】

また、エンジン 1 0 には、排気の一部を EGR ガスとして吸気側に導入する外部 EGR 装置 3 5 が設けられている。この EGR 装置 3 5 は、吸気管 1 1 と排気管 2 6 とを接続する EGR 配管 3 6 と、EGR 配管 3 6 を流れる EGR ガス量を調節する電磁駆動式の EGR 弁 3 7 と、EGR ガスを冷却する EGR クーラ 3 8 とを有する。EGR クーラ 3 8 は例えば水冷式熱交換器であり、冷却水を流通させることでその冷却水と EGR ガスとの間で熱交換を実施する。EGR 配管 3 6 は、排気管 2 6 において排気タービン 3 2 の下流側（例えば触媒 2 8 の下流側）と、吸気管 1 1 において吸気コンプレッサ 3 1 の上流側とを接続するように設けられており、これによりいわゆる LPL 方式（低圧ループ方式）の EGR システムを構築するものとなっている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

その他、本システムには、エンジン 1 0 の所定クランク角ごとにクランク角信号を出力するクランク角センサ 4 1、エンジン 1 0 の冷却水温度を検出する水温センサ 4 2、ドライバによるアクセル操作量を検出するアクセルセンサ 4 3 等の各種センサが設けられている。

## 【 0 0 1 9 】

E C U 5 0 は、周知の通り C P U、R O M、R A M 等よりなるマイクロコンピュータ（以下、マイコン 5 1 という）を主体として構成され、R O M に記憶された各種の制御プログラムを実行することで、エンジン 1 0 の各種制御を実施する。具体的には、マイコン 5 1 は、前述した各種センサから検出信号等を入力し、その入力した検出信号等に基づいて、スロットル弁 1 4 や、動弁機構 2 1、2 2、燃料噴射弁 2 3、点火プラグ 2 4、E G R 弁 3 7 等の駆動を制御する。

10

## 【 0 0 2 0 】

E G R 制御について特に述べると、E C U 5 0 は、エンジン回転速度や負荷（例えば要求空気量）等の運転状態パラメータに基づいて、E G R ガス量又は E G R 率の目標値を算出し、その目標値が達せられるように E G R 弁 3 7 の開度を制御する。

## 【 0 0 2 1 】

次に、本実施形態における冷却システムについて説明する。図 2 は、冷却システムの概要を示す図である。

## 【 0 0 2 2 】

図 2 の冷却システムでは、冷却水の循環経路として、エンジン 1 0 のウォータジャケット 1 0 a に通じる冷却水経路であるエンジン冷却水経路 L 1 と、インタークーラ 3 4 に通じる冷却水経路である I / C 冷却水経路 L 2 とが設けられている。この場合、エンジン冷却水経路 L 1 を流れるエンジン冷却水は、エンジン 1 0 の過昇温を抑制する役目を有する一方で、エンジン 1 0 の暖機状態を保持する役目を有することから、そのエンジン冷却水の温度は、I / C 冷却水経路 L 2 を流れる I / C 冷却水に比べて高温である。ゆえに、エンジン冷却水経路 L 1 は高温経路、I / C 冷却水経路 L 2 は低温経路であると言える。

20

## 【 0 0 2 3 】

エンジン冷却水経路 L 1 側の構成を説明する。エンジン冷却水経路 L 1 には電動式のウォータポンプ 6 1 が設けられており、このウォータポンプ 6 1 の駆動によりエンジン冷却水経路 L 1 でのエンジン冷却水の循環が行われる。エンジン冷却水経路 L 1 は、互いに並列に配置された E G R クーラ 3 8、ヒータコア 6 2 及びオイルクーラ 6 3 を通過する経路と、ラジエータ 6 4 を通過する経路とを有している。これら各経路（ラジエータ 6 4 を通過しない経路 / 通過する経路）は互いに並列に設けられており、これら各経路のいずれをエンジン冷却水が通過するかはサーモスタッド 6 5 により切り替えられるようになっている。サーモスタッド 6 5 の経路切替により、エンジン冷却水経路 L 1 を循環するエンジン冷却水の温度が所定の高温値（約 8 0 程度）に保持される。

30

## 【 0 0 2 4 】

エンジン冷却水経路 L 1 において、E G R クーラ 3 8、ヒータコア 6 2 及びオイルクーラ 6 3 に分岐する分岐部には流量制御弁 6 6 が設けられており、流量制御弁 6 6 によって、E G R クーラ 3 8 に流入するエンジン冷却水の量が調整されるようになっている。

40

## 【 0 0 2 5 】

また、エンジン冷却水経路 L 1 上において、エンジン 1 0 の出口側には吸気管加熱装置 6 7 が設けられている。吸気管加熱装置 6 7 は、吸気管 1 1 において E G R 配管 3 6 との合流部（ガス合流部 A）の上流側に設けられており、エンジン冷却水の熱により吸気管 1 1 の管壁部を加熱することで新気を昇温させるものとしている。エンジン冷却水経路 L 1 を流れるエンジン冷却水が吸気管加熱装置 6 7 を通過するかしないかは流路切替弁 6 8 により切り替えられる。

## 【 0 0 2 6 】

また、I / C 冷却水経路 L 2 には電動式のウォータポンプ 7 1 が設けられており、この

50

ウォーターポンプ 71 の駆動により I / C 冷却水経路 L 2 での I / C 冷却水の循環が行われる。I / C 冷却水経路 L 2 は、ラジエータ 72 を経由する経路と、ラジエータ 72 を経由しない経路とを有しており、これら各経路のいずれを I / C 冷却水が通過するかはサーモスタッド 73 により切り替えられるようになっている。サーモスタッド 73 の経路切替により、I / C 冷却水経路 L 2 を循環する I / C 冷却水の温度が所定の低温値（約 40 程度）に保持される。

【 0 0 2 7 】

また、エンジン冷却水経路 L 1 上において E G R クーラ 38 よりも上流側には、エンジン冷却水経路 L 1 を流れるエンジン冷却水と I / C 冷却水経路 L 2 を流れる I / C 冷却水との間で熱交換を行わせる熱交換器 75 が設けられている。この場合、エンジン冷却水経路 L 1 には比較的高温のエンジン冷却水が流れ、I / C 冷却水経路 L 2 には比較的低温の I / C 冷却水が流れるため、熱交換器 75 ではエンジン冷却水による I / C 冷却水の加熱、及び I / C 冷却水によるエンジン冷却水の放熱が行われる。I / C 冷却水経路 L 2 において、熱交換器 75 を通る経路と通らない経路に分岐する分岐部には流量制御弁 76 が設けられており、流量制御弁 76 によって、熱交換器 75 を通過する I / C 冷却水の流量が調整されるようになっている。

10

【 0 0 2 8 】

ところで、上記のように外部 E G R 装置 35 を備えるエンジンシステムでは、E G R ガスが通過する E G R ガス経路の各部位で凝縮水が発生する可能性があり、その凝縮水の発生に起因して各種部品内における腐食やエンジン破損等の不都合の発生が懸念される。これを図 3 を用いて具体的に説明する。図 3 では、エンジン 10 の E G R ガス経路に関連する構成を模式的に示している。

20

【 0 0 2 9 】

図 3 において、エンジン 10 の各気筒から排出された排気は、排気マニホールド 25 と排気タービン 32 とを触媒 28 とを經由して流下し、排気の一部が E G R ガスとして E G R 配管 36 に導入される。そして、E G R 配管 36 に導入された E G R ガスは、E G R クーラ 38 と E G R 弁 37 とを經由して吸気管 11 に流れ込み、その吸気管 11 において新気と合流する。その後、E G R ガスと新気との混合ガスは吸気コンプレッサ 31 とインタークーラ 34 と吸気マニホールド 17 とを經由してエンジン 10 の各気筒に再び吸入される。

30

【 0 0 3 0 】

上記一連の E G R ガス経路では、複数の要因により E G R ガスの温度や露点温度が変化する。そして、E G R ガスの温度が、各部位で各々定まる露点温度を下回ると、凝縮水が発生する。なお、露点温度は、各部位の温度及び湿度により決定されるものとなっている。E G R クーラ 38 よりも下流側の E G R ガス経路における E G R ガスの状態変化を以下に具体的に説明する。

( 1 ) E G R クーラ 38 では、高温の E G R ガスがエンジン冷却水により冷却される。この場合、E G R ガスの冷却の程度はエンジン冷却水の温度に依存し、例えばエンジン 10 の暖機完了前はエンジン冷却水が低温であるため、E G R ガスも同様に低温の状態となる。

40

( 2 ) 吸気管 11 において E G R 配管 36 との合流部（図 3 のガス合流部 A）では、E G R ガスが新気で冷却される。なお、ガス合流部 A では、その上流の E G R 配管 36 内の湿度に対して湿度の上昇が生じることも考えられる。

( 3 ) 吸気コンプレッサ 31 の下流側では、過給に伴う圧力の上昇により E G R ガス及び新気の混合ガスの温度が上昇する。

( 4 ) インタークーラ 34 では、E G R ガス及び新気の混合ガスが I / C 冷却水により冷却される。

【 0 0 3 1 】

また、E G R クーラ 38 からインタークーラ 34 に至るまでの経路において、E G R クーラ 38 からガス合流部 A までの部分と、ガス合流部 A からインタークーラ 34 までの部

50

分とでは湿度の相違等により露点温度が高低相違している。例えば、EGRクーラ38からガス合流部Aまでの部分の方が、ガス合流部Aからインタークーラ34までの部分よりも露点温度が高いと考えられる。なお、EGRクーラ38からインタークーラ34までの経路においては、配管部分(すなわちEGR配管36、吸気管11)の配管壁面からの放熱が生じる。そのため、EGRガスの温度は配管放熱によっても次第に低下する。

#### 【0032】

上記(1)~(4)のうち(1)EGRクーラ38、(2)ガス合流部A、(4)インタークーラ34の各部位では、ガス温度が露点温度以下に低下することが想定され、その温度低下に伴う凝縮水の発生が懸念される。そこで本実施形態では、上記各部位ごとに凝縮水の発生を予測判定するとともに、凝縮水が発生すると判定された場合に、その発生部位ごとに定められた凝縮水対策の処理を実施する。

10

#### 【0033】

凝縮水の発生判定は上記各々の部位ごとに行われる。この場合、ECU50では、EGRクーラ38、ガス合流部A、インタークーラ34の各部位においてガス温度及び露点温度を各々算出するとともに、これら各部位においてガス温度及び露点温度の比較に基づいて凝縮水が発生するか否かを判定する。そして、露点温度に対してガス温度が低温になっていれば、凝縮水が発生する旨判定する。

#### 【0034】

具体的な構成としては、EGRクーラ38、ガス合流部A、インタークーラ34の各部位にそれぞれ温度センサ(温度検出手段)を設けておき、その温度センサの検出結果に基づいて各部位のガス温度を算出する。また、これら各部位にさらに湿度センサ(湿度検出手段)を設けておき、温度の検出値と湿度の検出値とに基づいて各部位の露点温度を算出する。

20

#### 【0035】

また、各部位のガス温度や露点温度は、エンジン運転状態に依存して変化するとともに、各部位での圧力変化等により変化することから、エンジン運転状態を示す各種パラメータや、部位ごとに定められた状態変化パラメータに基づいてガス温度や露点温度を推定するようにしてもよい。この場合、エンジン回転速度、エンジン負荷、EGR開度、エンジン水温といったパラメータが用いられるとよい。温度の推定は、あらかじめ定められた数式やマップ等を用いて実施されるとよい。

30

#### 【0036】

凝縮水の発生判定を、ガス温度及び露点温度の比較以外の手法にて実施することも可能である。例えば、各部位における水蒸気分圧及び飽和水蒸気圧を各々算出するとともに、その水蒸気分圧及び飽和水蒸気圧の比較に基づいて凝縮水が発生するか否かを判定する。又は、各部位における水蒸気量及び飽和水蒸気量を各々算出するとともに、その水蒸気量及び飽和水蒸気量の比較に基づいて凝縮水が発生するか否かを判定する。これら水蒸気分圧及び飽和水蒸気圧や、水蒸気量及び飽和水蒸気量は、温度及び湿度に基づいて算出されればよい。また、これら水蒸気分圧及び飽和水蒸気圧や、水蒸気量及び飽和水蒸気量がエンジン運転状態に依存して変化することを勘案して、エンジン運転状態を示す各種パラメータに基づいてこれらを推定するようにしてもよい。

40

#### 【0037】

次に、各部位における凝縮水対策について説明する。

#### 【0038】

まずEGRクーラ38での凝縮水対策としては、EGR自体を停止する。具体的には、EGR弁37を全閉としてEGR自体を停止する。

#### 【0039】

ガス合流部Aでの凝縮水対策としては、ガス合流部Aでの合流前にEGRガス又は新気の温度調節を行うことが考えられる。この場合、ガス合流部Aに流れ込むEGRガス(すなわちEGRクーラ通過後のEGRガス)について高温状態を維持させるべく、EGRクーラ38でのガス冷却の度合いを小さくする。具体的には、図2の流量制御弁66により

50

、EGRクーラ38に流入する冷却水の量(冷却水流入量)を減らして所定の少流量にする。ウォーターポンプ61の駆動量(すなわち冷却水の吐出量)を小さくすることにより、EGRクーラ38に流入する冷却水の量(冷却水流入量)を減らすようにしてもよい。

【0040】

又は、ガス合流部Aでの凝縮水対策として、ガス合流部Aに流れ込む新気の温度を上昇させるべく新気を加熱する。具体的には、図2の構成において、流路切替弁68により、エンジン冷却水経路L1を流れる冷却水が吸気管加熱装置67を通過して流れる状態とし、エンジン冷却水により新気を昇温させる。

【0041】

インタークーラ34での凝縮水対策としては、インタークーラ34での吸気の冷却の度合いを減らすべく、インタークーラ34に流入するI/C冷却水の温度を上昇させる。具体的には、図2の構成において、流量制御弁76により、熱交換器75に対してエンジン冷却水とI/C冷却水とが共に流入する状態とし、高温のエンジン冷却水により低温のI/C冷却水を加熱する。この場合、I/C冷却水は、エンジン水温を上限として、それよりも低温となる温度範囲で昇温される。

【0042】

次に、ECU50のマイコン51により実施される凝縮水抑制制御について説明する。図4は、凝縮水抑制制御の処理手順を示すフローチャートであり、本処理はマイコン51により所定周期で繰り返し実施される。

【0043】

図4において、ステップS11では、本処理で用いる各種パラメータを取得する。続くステップS12では、EGRクーラ38の出口部分におけるガス温度 $Tg1$ 及び露点温度 $Td1$ を算出する。なお本実施形態では、ステップS12でのガス温度 $Tg1$ 及び露点温度 $Td1$ をはじめ、後述する各部位でのガス温度及び露点温度を、温度センサや湿度センサの検出値に基づいて算出するものとしている。

【0044】

その後、ステップS13では、「 $Tg1 - Td1$ 」が所定の判定値 $K1$ 未満であるか否か、すなわちEGRクーラ38において凝縮水が発生するおそれがあるか否かを判定する。判定値 $K1$ は0又は0付近の温度値である。そして、 $Tg1 - Td1 < K1$ であれば、ステップS14に進む。ステップS14では、EGRクーラ38での凝縮水対策を実施する。具体的には、EGRを停止する。例えば、エンジン10の冷間状態ではエンジン冷却水が低温であるためにEGRガスが低温となり、その状況下においてEGRクーラ38での凝縮水対策が実施される。そしてその後、本処理を終了する。また、ステップS13において、 $Tg1 - Td1 \geq K1$ であれば、後続のステップS15に進む。

【0045】

ステップS15では、ガス合流部Aにおけるガス温度 $Tg2$ 及び露点温度 $Td2$ を算出する。続くステップS16では、「 $Tg2 - Td2$ 」が所定の判定値 $K2$ 未満であるか否か、すなわちガス合流部Aにおいて凝縮水が発生するおそれがあるか否かを判定する。判定値 $K2$ は0又は0付近の温度値であり、判定値 $K1$ と同じ値であってもよい(後述の $K3$ も同様)。そして、 $Tg2 - Td2 < K2$ であれば、ステップS17に進む。ステップS17では、ガス合流部Aでの凝縮水対策を実施する。具体的には、流量制御弁66又はウォーターポンプ61の制御により、EGRクーラ38に対するエンジン冷却水の流量制限を実施する。又は、流路切替弁68の制御により、吸気管加熱装置67においてエンジン冷却水により新気を昇温させる。例えば、低外気温の環境下では低温の新気が流入することで吸気(混合ガス)が低温となり、その状況下においてガス合流部Aでの凝縮水対策が実施される。

【0046】

その後、ステップS18~S20では、ステップS17の凝縮水対策(一次対策)を実施している状態下において凝縮水発生の状態の再判定を実施する。すなわち、ステップS18では、一次対策を実施している状態下で、ガス合流部Aにおけるガス温度及び露点温

10

20

30

40

50

度を、 $T_{g21}$ 、 $T_{d21}$ として再び算出する。続くステップS19では、「 $T_{g21} - T_{d21}$ 」が判定値 $K2$ 未満であるか否か、すなわちガス合流部Aにおいて凝縮水が発生するおそれがあるか否かを判定する。そして、 $T_{g21} - T_{d21} < K2$ であれば、ステップS20に進む。ステップS20では、ガス合流部Aでの凝縮水抑制の二次対策として、EGR率を低減させるEGR低減処理を実施する。具体的には、例えば「 $T_{g21} - T_{d21}$ 」の値に基づいてEGR低減量を算出するとともに、そのEGR低減量に基づいて目標EGR率を減少補正する。これにより、ガス合流部Aでの凝縮水対策として一次対策及び二次対策が同時に実施される。

【0047】

なお、ステップS19がYESの場合には、同ステップS19がNOになるまで、目標EGR率を所定値ずつ減算していくことによりEGR低減を実施するようにしてもよい。エンジン10の運転状態を示すパラメータに基づいてEGR低減量を算出することも可能である。

10

【0048】

ガス合流部Aでの一次対策が実施されている状態下では、ステップS16、S19の各判定（すなわち一次対策の要否判定、及び二次対策の要否判定）が共に実施されるとよい。この場合、一次対策の実施中にステップS16がNOになると、その時点で一次対策が停止される。また、一次対策の実施中にステップS19がYESになると、一次対策に加えて二次対策が実施される。そしてその後、ステップS19がNOになると、二次対策が停止され、次いでステップS16がNOになると、一次対策が停止される。

20

【0049】

ステップS16において、 $T_{g2} - T_{d2} < K2$ であれば、ステップS17～S20を実施せずに、ステップS16から直接ステップS21に進む。また、ステップS19において $T_{g21} - T_{d21} < K2$ であった場合、及びステップS20を実施した後も同様にステップS21に進む。

【0050】

ステップS21では、インタークーラ34の出口部分におけるガス温度 $T_{g3}$ 及び露点温度 $T_{d3}$ を算出する。続くステップS22では、「 $T_{g3} - T_{d3}$ 」が所定の判定値 $K3$ 未満であるか否か、すなわちインタークーラ34において凝縮水が発生するおそれがあるか否かを判定する。そして、 $T_{g3} - T_{d3} < K3$ であれば、ステップS23に進む。ステップS23では、インタークーラ34での凝縮水対策を実施する。具体的には、流量制御弁76の制御により熱交換器75での熱交換を行わせ、I/C冷却水の昇温化を実施する。例えば、インタークーラ34での高湿環境下では露点温度が高くなり、その状況下においてインタークーラ34での凝縮水対策が実施される。

30

【0051】

その後、ステップS24～S26では、ステップS23の凝縮水対策（一次対策）を実施している状態下において凝縮水発生の状態の再判定を実施する。すなわち、ステップS24では、一次対策を実施している状態下で、インタークーラ34の出口部分におけるガス温度及び露点温度を、 $T_{g31}$ 、 $T_{d31}$ として再び算出する。続くステップS25では、「 $T_{g31} - T_{d31}$ 」が判定値 $K3$ 未満であるか否か、すなわちインタークーラ34において凝縮水が発生するおそれがあるか否かを判定する。そして、 $T_{g31} - T_{d31} < K3$ であれば、ステップS26に進む。ステップS26では、インタークーラ34での凝縮水抑制の二次対策として、EGR率を低減させるEGR低減処理を実施する。具体的には、例えば「 $T_{g31} - T_{d31}$ 」の値に基づいてEGR低減量を算出するとともに、そのEGR低減量に基づいて目標EGR率を減少補正する。これにより、インタークーラ34での凝縮水対策として一次対策及び二次対策が同時に実施される。

40

【0052】

なお、ステップS25がYESの場合には、同ステップS25がNOになるまで、目標EGR率を所定値ずつ減算していくことによりEGR低減を実施するようにしてもよい。エンジン10の運転状態を示すパラメータに基づいてEGR低減量を算出することも可能

50

である。インタークーラ 3 4 においてエンジン 1 0 でのノック抑制の観点からすると、I / C 冷却水を過剰に昇温させることは望ましくない。この点、ガス昇温の限界を超えた場合に E G R 量の制限が実施される。

【 0 0 5 3 】

インタークーラ 3 4 での一次対策が実施されている状態下では、ステップ S 2 2 , S 2 5 の各判定 ( すなわち一次対策の要否判定、及び二次対策の要否判定 ) が共に実施されるとよい。この場合、一次対策の実施中にステップ S 2 2 が N O になると、その時点で一次対策が停止される。また、一次対策の実施中にステップ S 2 5 が Y E S になると、一次対策に加えて二次対策が実施される。そしてその後、ステップ S 2 5 が N O になると、二次対策が停止され、次いでステップ S 2 2 が N O になると、一次対策が停止される。

10

【 0 0 5 4 】

ステップ S 2 2 において、T g 3 - T d 3 K 3 であれば、ステップ S 2 3 ~ S 2 6 を実施せずに、そのまま本処理を一旦終了する。また、ステップ S 2 5 において T g 3 1 - T d 3 1 K 3 であった場合、及びステップ S 2 6 を実施した後も同様に、そのまま本処理を一旦終了する。

【 0 0 5 5 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【 0 0 5 6 】

E G R クーラ 3 8、ガス合流部 A、インタークーラ 3 4 の各部位において凝縮水が発生するか否かを各々判定し、そのいずれかで凝縮水が発生するとの判定がなされた場合に、各々対応する凝縮水抑制の対策を実施する構成とした。そのため、E G R クーラ 3 8、ガス合流部 A、インタークーラ 3 4 の各部位のいずれにおいても適正に凝縮水発生の抑制を実現できる。その結果、E G R ガスが流れるガス経路において凝縮水発生のおそれのある各部位での凝縮水の発生を抑制し、ひいてはエンジン 1 0 及びその他製品において腐食等の問題を生じさせないようにすることができる。

20

【 0 0 5 7 】

E G R クーラ 3 8 での凝縮水発生の旨が判定された場合には、E G R クーラ 3 8 での凝縮水対策として E G R を停止する一方、その他の凝縮水対策 ( ガス合流部 A、インタークーラ 3 4 での凝縮水対策 ) を実施しないようにした。また、E G R クーラ 3 8 での凝縮水発生の旨が判定されていない場合には、ガス合流部 A 及びインタークーラ 3 4 での凝縮水発生の判定結果に基づいて、一方又は両方での凝縮水対策を実施するようにした。E G R ガス経路において凝縮水発生要因の最上流になるのは E G R クーラ 3 8 であり、その E G R クーラ 3 8 での凝縮水対策として E G R を停止することにより、その下流側も含めて経路全域で凝縮水を発生しにくくすることができる。この場合、E G R クーラ 3 8 での凝縮水対策を実施した状態では、他の部位の凝縮水対策を実施しないため、凝縮水対策の過剰な実施によりエンジン 1 0 の運転に影響が及ぶ等を抑制できる。

30

【 0 0 5 8 】

ガス合流部 A やインタークーラ 3 4 において凝縮水対策 ( 一次対策 ) を実施しても凝縮水発生を回避できないと判断した場合に、E G R ガス量 ( E G R 率 ) を減らす処理を実施するようにした。これにより、凝縮水の抑制をより一層適正に実施できる。

40

【 0 0 5 9 】

ガス合流部 A での凝縮水対策として、E G R クーラ 3 8 での E G R ガスの冷却の度合いを低下させる処理と、新気の温度を上昇させる処理とのいずれかを実施する構成とした。この場合、新気と E G R ガスとの混合ガスについて、ガス合流部 A の露点温度よりもガス温度を高くすることで凝縮水の発生を適正に抑制できる。

【 0 0 6 0 】

インタークーラ 3 4 での凝縮水対策として、インタークーラ 3 4 での吸気の冷却の度合いを低下させるようにした。この場合、吸気 ( 混合ガス ) の温度をインタークーラ 3 4 での露点温度よりも高くすることで凝縮水の発生を適正に抑制できる。

【 0 0 6 1 】

50

具体的には、I/C冷却水を、エンジン冷却水よりも高温とされない範囲で昇温させる構成とした。この場合、I/C冷却水経路L2を流れるI/C冷却水は、エンジン冷却水経路L1を流れるエンジン冷却水に比べて低温である。そのため、凝縮水対策としてI/C冷却水が昇温されても、エンジン冷却水よりも低温のままとされる。したがって、凝縮水対策として吸気温度を上昇させた状態でも、エンジン10でのノックの発生を抑制できる。

**【0062】**

(他の実施形態)

上記実施形態を例えば次のように変更してもよい。

**【0063】**

・凝縮水抑制制御処理について別の構成を以下に説明する。ここでは、エンジン水温を一判定パラメータとして用いてEGRクーラ38での凝縮水発生を判定する手段と、外気温を一判定パラメータとして用いてガス合流部Aにおける凝縮水発生を判定する手段と、吸気コンプレッサ31の下流側における湿度を一判定パラメータとしてインタークーラ34での凝縮水発生を判定する手段とを有する構成を説明する。

**【0064】**

要するに、水冷式のEGRクーラ38では、EGRクーラ38でのガス温度がエンジン水温に依存するものになる。そのため、EGRクーラ38でのガス温度は、エンジン10の暖機完了前は比較的低温となり、エンジン10の暖機完了後は比較的高温となる。ゆえに、エンジン10の暖機完了前の方が、暖機完了後よりもEGRクーラ38での凝縮水発生の可能性が高いものとなっている。具体的には、EGRガスの露点が50程度であるとする場合、エンジン冷間状態であってエンジン水温が50以下であれば凝縮水発生の可能性があると判定し、暖機に伴いエンジン水温が50+の所定値まで上昇した後は凝縮水発生の可能性が無いと判定する。

**【0065】**

また、ガス合流部Aでのガス温度は、新気の温度(すなわち外気温)に依存するものになる。そのため、外気温(例えば外気温センサ、又は吸気通路上流部の吸気温センサの検出値)が所定値以下であれば、ガス合流部Aでのガス温度が所定の低温域にあるとみなし、ガス合流部Aで凝縮水発生の可能性があるかと判定する。

**【0066】**

インタークーラ34での露点温度は、吸気コンプレッサ31の下流側の湿度に依存するものになる。そのため、コンプレッサ下流側の湿度が所定値以上であれば、インタークーラ34での露点温度が所定の高温域(凝縮水の生じやすい温度域)にあるとみなし、インタークーラ34で凝縮水発生の可能性があるかと判定する。コンプレッサ下流側の湿度は、例えば吸気通路上流部、又は吸気コンプレッサ付近に設けた湿度センサの検出結果から求められるとよい。

**【0067】**

本実施形態における凝縮水抑制制御処理を図5のフローチャートにより説明する。図5の処理は図4の処理の代わりにマイコン51により実施されるものであるが、要部以外はステップを割愛している。図5において、ステップS31では、エンジン水温が所定値K11(例えば50)以下であるか否かを判定し、YESであればステップS32に進む。ステップS32では、EGRクーラ38での凝縮水対策を実施する(図4のステップS14と同様)。

**【0068】**

また、ステップS31がNOであれば、ステップS33に進む。ステップS33では、外気温が所定値K12(例えば0)以下であるか否かを判定し、YESであればステップS34に進む。ステップS34では、ガス合流部Aでの凝縮水対策を実施する(図4のステップS17と同様)。

**【0069】**

また、ステップS34の実施後、又はステップS33がNOである場合には、ステップ

10

20

30

40

50

S 3 5に進む。ステップS 3 5では、吸気コンプレッサ3 1の下流側の湿度が所定値K 1 3以上であるか否かを判定し、YESであればステップS 3 6に進む。ステップS 3 6では、インタークーラ3 4での凝縮水対策を実施する(図4のステップS 2 3と同様)。

【0070】

上記構成では、EGRクーラ3 8での凝縮水判定と、ガス合流部Aでの凝縮水判定と、インタークーラ3 4での凝縮水判定とを各々異なる基準で実施するようにした。これにより、各部位における凝縮水発生の判定を、各部位の事情に合わせて適正に実施できる。

【0071】

・ガス合流部Aでの凝縮水対策のための構成を変更してもよい。つまり、ガス合流部Aに流れ込むEGRガスについて高温状態を維持させるための手段として、以下の構成を用いる。図6に示すように、EGR配管3 6に、EGRクーラ3 8を迂回するバイパス配管8 1を設けるとともに、そのバイパス配管8 1の分岐部に制御弁8 2を設ける。この場合、EGRクーラ3 8を通過するEGRガスと、バイパス配管8 1を通過するEGRガスとの配分を制御弁8 2により制御する。つまり、低温EGRガスと高温EGRガスとの配分を制御する。

10

【0072】

・ガス合流部Aの上流部において新気の温度を上昇させる温度調節手段は、排気熱により新気温度を上昇させるものであってもよい。この場合、図7に示すように、排気管2 6から分岐させて分岐配管8 5を設けるとともに、その分岐配管8 5に、排気熱により新気を加熱する加熱装置8 6を設ける構成とする。加熱装置8 6よれば、ガス合流部Aの上流側において排気熱により新気が加熱される。排気管2 6と分岐配管8 5との分岐点には、ECU5 0により制御可能な制御弁8 7が設けられているとよい。その他、吸気管1 1においてガス合流部Aよりも上流部に電気ヒータを設け、その電気ヒータにより新気を昇温させる構成であってもよい。

20

【0073】

・インタークーラ3 4での凝縮水対策のための構成を変更してもよい。つまり、インタークーラ3 4での吸気の冷却の度合いを減らすべく以下の温度調節手段を用いてもよい。例えば、I/C冷却水経路L 2に設けた流量制御弁(例えばサーモスタッド7 3)、又はウォータポンプ7 1を制御することで、インタークーラ3 4に流入する冷却水流量を減量し、それによりインタークーラ3 4での吸気の冷却の度合いを減らす。また、エンジン冷却水経路L 1を流れるエンジン冷却水の一部をI/C冷却水経路L 2に流入させることで、インタークーラ3 4での吸気の冷却の度合いを減らすようにしてもよい。

30

【0074】

・図4において、ガス合流部Aでの凝縮水抑制のための二次対策と、インタークーラ3 4での凝縮水抑制のための二次対策とは、いずれか一方を実施し、他方を実施しないようにしてもよく、また、両方を実施しないようにしてもよい。

【0075】

・EGRガス経路において凝縮水の発生要因としては、EGR配管3 6や吸気管1 1で配管壁を介して放熱が生じることも含まれると考えられる。その対策として、EGR配管3 6や吸気管1 1での放熱による凝縮水発生が懸念される場合に、これらEGR配管3 6や吸気管1 1の加熱を実施するとよい。具体的には、図2に示した吸気管加熱装置6 7や図7に示した加熱装置8 6をEGR配管3 6や吸気管1 1の必要箇所に適宜設け、これらの加熱装置6 7, 8 6によりEGR配管3 6や吸気管1 1の略全体を加熱するとよい。

40

【0076】

・外部EGRシステムとして、HPL方式(高圧ループ方式)のEGRシステムを用いてもよい。このEGRシステムでは、排気管2 6において排気タービン3 2の上流側と、吸気管1 1において吸気コンプレッサ3 1の下流側とを接続するようにEGR配管が設けられる。この場合にも、上記同様、凝縮水発生の判定、及び凝縮水抑制対策が実施されるとよい。

【0077】

50

・過給手段として、ターボチャージャ以外の構成を用いてもよい。例えばエンジン10の出力軸からの動力やモータの動力によって作動する、いわゆるスーパーチャージャを用いてもよい。

【0078】

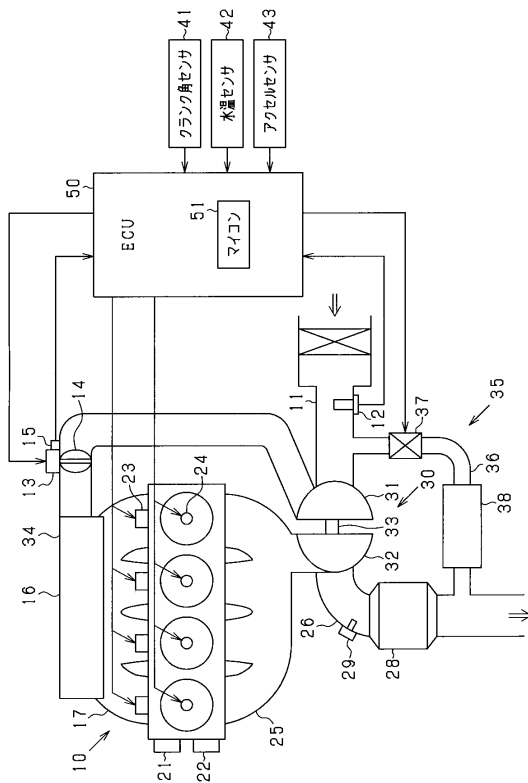
・本発明は、ガソリンエンジン以外の内燃機関にも適用可能であり、例えばディーゼルエンジンにも適用できる。

【符号の説明】

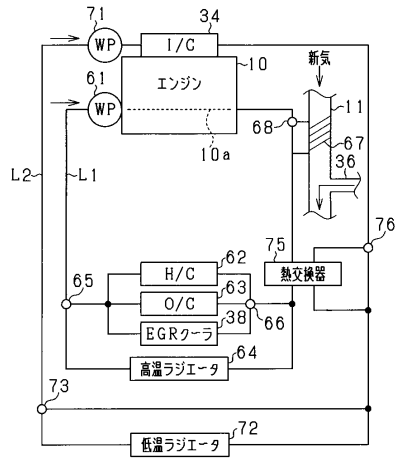
【0079】

10...エンジン(内燃機関)、30...ターボチャージャ(過給手段)、31...吸気コンプレッサ(吸気圧縮部)、34...インタークーラ、36...EGR配管、37...EGR弁、38...EGRクーラ、50...ECU、51...マイコン(第1~第3判定手段、凝縮水発生抑制手段)。

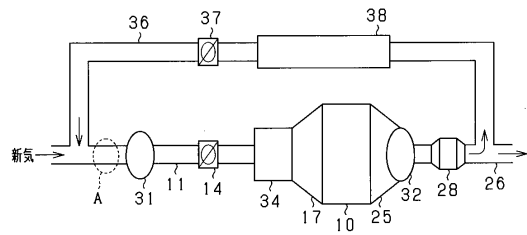
【図1】



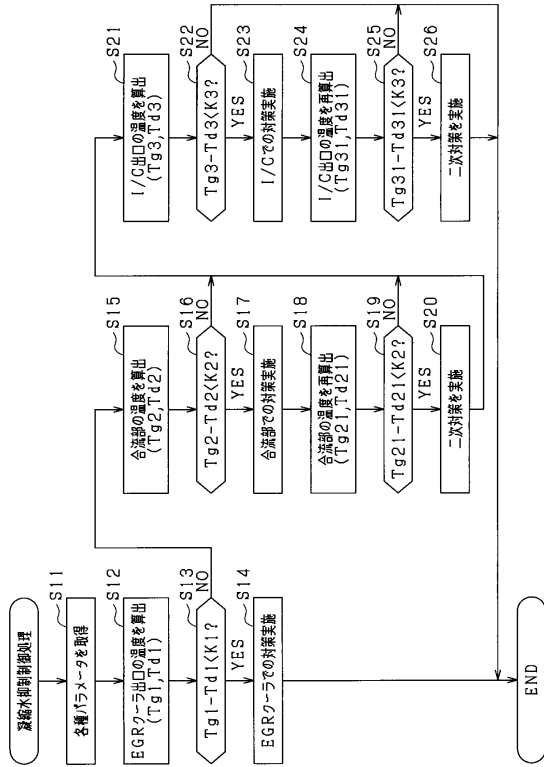
【図2】



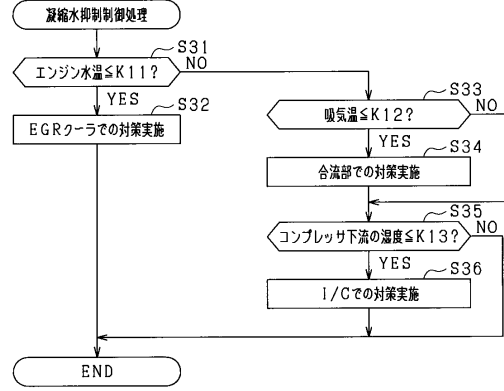
【図3】



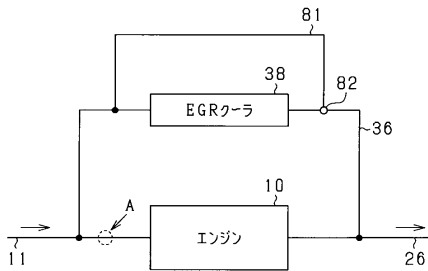
【図4】



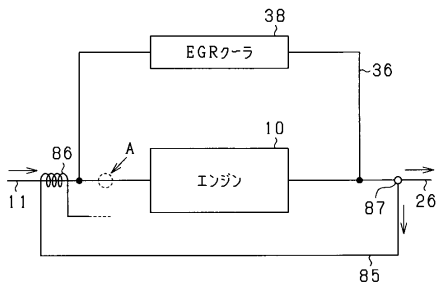
【図5】



【図6】



【図7】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 B</i>	<i>37/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 M</i>	<i>26/06</i> <i>3 1 1</i>
<i>F 0 2 B</i>	<i>29/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 M</i>	<i>26/28</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>3/20</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 B</i>	<i>37/00</i> <i>3 0 2 F</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>11/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 B</i>	<i>29/04</i> <i>P</i>
<i>F 0 1 P</i>	<i>7/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 B</i>	<i>29/04</i> <i>R</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>3/20</i> <i>F</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>11/16</i> <i>E</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>7/16</i> <i>5 0 4 B</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>3/20</i> <i>L</i>
			<i>F 0 1 P</i>	<i>7/16</i> <i>5 0 4 Z</i>

(72)発明者 市原 英明  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 家喜 健太

(56)参考文献 特開2015-094291(JP,A)  
特開2014-156804(JP,A)  
特開2009-052486(JP,A)  
独国特許出願公開第102012011991(DE,A1)  
特表2011-513640(JP,A)  
特開2013-256936(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 2 M 2 6 / 0 0  
F 0 2 B 2 9 / 0 0  
F 0 1 P 7 / 1 6