

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年4月23日(23.04.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/056579 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02D 23/00 (2006.01)
F02B 29/04 (2006.01) F02D 29/00 (2006.01)
F02B 37/00 (2006.01) F02M 25/07 (2006.01)
F02B 37/16 (2006.01) F02M 35/10 (2006.01)
F02D 21/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/076488
- (22) 国際出願日: 2014年10月3日(03.10.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-215757 2013年10月16日(16.10.2013) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 熊野 賢吾(KUMANO Kengo); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 赤城 好彦(AKAGI Yoshihiko); 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Ibaraki (JP).

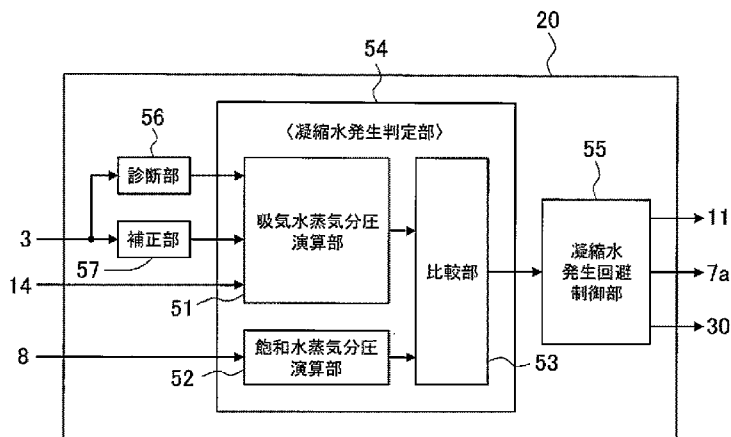
- (74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目6番1号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: INTERNAL-COMBUSTION-ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置



- 51 Intake-air-moisture-content partial pressure calculation unit
52 Saturated-moisture-content partial pressure calculation unit
53 Comparison unit
54 Condensed-water-occurrence determination unit
55 Condensed-water-occurrence avoidance control unit
56 Diagnosis unit
57 Correction unit

(57) Abstract: Provided is an internal-combustion-engine control device capable of definitively suppressing the occurrence of condensed water in an internal combustion engine provided with a supercharger. A control device (20) adjusts the air-intake pressure by controlling the drive state of a supercharger (4) for supercharging the intake air, on the basis of the humidity of the intake air conveyed into the combustion chamber of an internal combustion engine (100). In addition, the control device (20) adjusts the air intake pressure, increases the temperature of the intake air downstream of an intercooler, and increases the gear ratio of the transmission.

(57) 要約: 過給機を備えた内燃機関における凝縮水の発生を確実に抑制することのできる内燃機関の制御装置を提供することにある。制御装置(20)は、内燃機関(100)の燃焼室に導入される吸気の湿度に基づき吸気を過給する過給機(4)の駆動状態を制御して吸気の圧力を調整する。また、制御装置(20)

は、吸気の圧力を調整すると共に、インタークーラ下流の吸気の温度を上昇させたり、変速機の変速比を増加させる。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の制御装置に係り、例えば過給機を備えた内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、自動車等の車両の燃費低減技術の一つとして、圧縮比を高くしてエンジン（内燃機関）の理論熱効率を向上させる技術（エンジンの高圧縮比化）が知られている。また、他の燃費低減技術として、エンジンのダウンサイジング化も知られており、このダウンサイジング化によってポンピングロスや機械損失を低減させることができる。

[0003] しかしながら、ダウンサイジングしたエンジンにおいては、トルク（出力）を維持するために過給圧力を上昇させる必要があり、過給圧力を上昇させると、それに応じて過給機のコンプレッサ下流の吸気の温度（以下、吸気温度という）が上昇する。このような吸気温度の上昇は、エンジンのノッキングやプレイグニッションと呼ばれる異常燃焼の発生に繋がるため、過給機を備えたエンジンでは、吸気中にインタークーラを配設し、該インタークーラにより吸気を冷却した後に燃焼室に導入することが提案されている。従って、エンジンの最大過給圧力を上昇させると、それに応じてインタークーラにおける冷却量が増加し、インタークーラ内もしくはその下流において吸気の凝縮水が発生する可能性がある。そして、この凝縮水が吸気の流れによってエンジンの燃焼室に導入されると、ウォーターハンマ等の発生によりエンジンが破損するといった問題が生じ得る。

[0004] なお、上記した凝縮水は、大気中に存在する水蒸気の分圧が飽和水蒸気圧を超えて凝縮することで生成される液体であり、このような凝縮水は、大気中に存在する水蒸気の高分圧が高い、すなわち大気の湿度が高いほど発生し易いことが知られている。

[0005] また、高過給のエンジンでは、異常燃焼の発生を回避するために、排気の一部を吸気に戻すEGR（Exhaust Gas Recirculation）システムの導入が進められている。特に、近年では、過給領域においても大量のEGRガスを循環させ得る低圧EGRシステムが着目されている。この低圧EGRシステムは、過給機のタービン下流の排気を過給機のコンプレッサ上流に還流するシステムであり、EGRガスは排気そのものであるため、燃焼によって生成された多くの水蒸気を含んでいる。この低圧EGRシステムでは、一般に空気よりも水蒸気量の多いEGRガスと空気とが混合されて生成された混合気がコンプレッサにより圧縮され、その後にインタークーラで冷却されるため、前述した凝縮水が発生し易いといった問題が生じ得る。また、この凝縮水には、上記したように腐食性のある排気成分の一部が混入するため、インタークーラや吸気管が腐食して破損する可能性があるといった問題も生じ得る。

[0006] このような問題に対し、特許文献1には、吸気管に設けられたインタークーラの出口側吸気での凝縮水の生成を防止する技術が開示されている。

[0007] 特許文献1に開示されている内燃機関は、車両に搭載され、吸気管に走行風と吸気とを熱交換させて吸気を冷却するインタークーラを備えた内燃機関において、インタークーラの上流側吸気温度を検出する上流側吸気温度検出手段と、インタークーラの上流側吸気湿度を検出する上流側吸気湿度検出手段と、インタークーラに配設され、インタークーラに当る走行風量を調節する開度調節可能なシャッタ装置と、上流側吸気温度検出手段及び上流側吸気湿度検出手段の検出値から吸気の水蒸気分圧を算出し、インタークーラ出口側吸気温度が水蒸気分圧を飽和水蒸気分圧とする温度以上となるようにシャッタ装置の作動を制御するコントローラと、を備えているものである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2013-36452号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献 1 に開示されている内燃機関においては、インタークーラに当る走行風量を調節する開度調節可能なシャッタ装置の作動を制御してインタークーラ出口側吸気温度を調整するため、例えばインタークーラ出口側吸気温度を上昇させるのに時間を要し、応答性が低く、インタークーラの出口側吸気で過渡的に凝縮水が発生し得るといった課題があった。

[0010] 本発明は、前記問題に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、過給機を備えた内燃機関における凝縮水の発生を確実に抑制することのできる内燃機関の制御装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記する課題を解決するために、本発明に係る内燃機関の制御装置は、燃焼室に導入される吸気の湿度を検出する湿度検出部と前記吸気を過給する過給機とを備えた内燃機関の制御装置であって、前記制御装置は、前記吸気の湿度に基づき前記過給機の駆動状態を制御して前記吸気の圧力を調整することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 以上の説明から理解できるように、本発明によれば、湿度検出部により検出される吸気の湿度に基づき過給機の駆動状態を制御し、吸気の圧力（過給圧力）を調整して吸気の水蒸気分圧を調整することにより、吸気中の水蒸気分圧を応答性良く制御することができ、吸気中における凝縮水の発生を確実に抑制することができる。

[0013] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明に係る内燃機関の制御装置の第 1 実施形態が搭載された内燃機関のシステム構成図。

[図2]図 1 に示す湿度センサの構成を概略的に示す構成図。

[図3]エンジンの吸気湿度、吸気圧力、及びインタークーラ温度と、凝縮水発生の有無との関係を示す図。

[図4]図1に示す制御装置（ECU）の内部構成を示すシステムブロック図。

[図5]図1に示す制御装置（ECU）の内部構成を概念的に示すブロック図。

[図6]図1に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御フローを示すフローチャート。

[図7]図1に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御内容を時系列で示すタイムチャート。

[図8]本発明に係る内燃機関の制御装置の第2実施形態が搭載された内燃機関のシステム構成図。

[図9]エンジンのEGR率、吸気圧力、及びインタークーラ温度と、凝縮水発生の有無との関係を示す図。

[図10]図8に示す制御装置（ECU）の内部構成を示すシステムブロック図。

[図11]図8に示す制御装置（ECU）の内部構成を概念的に示すブロック図。

[図12]図8に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御フローを示すフローチャート。

[図13]図8に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御内容を時系列で示すタイムチャート。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明に係る内燃機関の制御装置の実施形態を図面を参照して説明する。

[0016] [第1実施形態]

まず、図1～図7を参照して、本発明に係る内燃機関の制御装置の第1実施形態の構成及び動作について説明する。

[0017] 図1は、本発明に係る内燃機関（エンジン）の制御装置の第1実施形態が搭載された自動車用筒内噴射式ガソリンエンジンのシステム構成を示したも

のである。

[0018] 図示するエンジン１００は、例えば、火花点火式燃焼を実施する自動車の４気筒ガソリンエンジンである。エンジン１００の燃焼室に吸気を導入する吸気管１８の適宜位置には、吸入空気量を計測するエアフローセンサ１と、吸気の湿度（以下、吸気湿度という）を検出する湿度センサ（湿度検出部）３と、吸気を過給するための過給機４のコンプレッサ４ａと、コンプレッサ４ａ下流で過給後の吸気を冷却するためのインタークーラ７と、インタークーラ直後の吸気の温度（以下、吸気温度といい、特にインタークーラ直後の吸気温度をインタークーラ温度と規定する）を計測するインタークーラ温度センサ８と、吸気管圧力を調整する電子制御スロットル２と、吸気マニホールド６内の吸気の圧力（以下、吸気圧力という）を計測する吸気圧力センサ１４と、が備えられている。なお、湿度センサ３は、吸気管１８のうえで上流側に配設されており、該湿度センサ３によって検出される吸気湿度（絶対湿度）は、大気湿度（外気湿度）にほぼ相当する。

[0019] また、エンジン１００には、各気筒毎に、シリンダ１５の内部に燃料を噴射する燃料噴射装置であるインジェクタ１３と点火エネルギーを供給する点火プラグ１７とが備えられている。また、エンジン１００のシリンダヘッドには、気筒内に流入又は気筒内から排出するガスを調整する可変バルブ５が備えられ、この可変バルブ５を調整することにより、例えば１番から４番までの全気筒の吸気量が調整される。また、インジェクタ１３には、該インジェクタ１３に高圧燃料を供給するための高圧燃料ポンプが燃料配管を介して接続されており、この燃料配管には、燃料噴射圧力を計測するための燃料圧力センサが備えられている（不図示）。さらに、エンジン１００のクランク軸には、回転角度を算出するためのクランク角度センサが備えられている（不図示）。

[0020] エンジン１００の排気管１６の適宜位置には、排気エネルギーによって過給機４のコンプレッサ４ａに回転力を与えるためのタービン４ｂと、このタービン４ｂに流れる排気の流量を調整するための電子制御ウェイストゲート弁

11と、排気を浄化する三元触媒10と、空燃比検出器の一態様であって三元触媒10の上流側で排気の空燃比を検出する空燃比センサ9と、が備えられる。ウェイストゲート弁11は、過給機4のタービン4bの上流側と下流側とをバイパスするバイパス流路19に配設され、このウェイストゲート弁11の開度が調整されることで、排気管16を流れる排気ガスの一部が分流され、過給機4のタービン4aへの排気ガスの流入量（排気エネルギー）が調整される。これにより、過給機4自体の駆動状態（例えば、回転数等）が制御されて、過給機4のコンプレッサ4aによる過給圧力（すなわち、吸気圧力）が調整される。

[0021] エアフローセンサ1と湿度センサ3と空燃比センサ9とインタークーラ温度センサ8と吸気圧力センサ14とから得られる信号（検出結果）は、エンジンコントロールユニット（ECU：Engine Control Unit）（制御装置）20に送信されると共に、アクセル開度センサ12から得られる信号（検出結果）もECU20に送信される。なお、アクセル開度センサ12は、アクセルペダルの踏み込み量、すなわち、アクセル開度を検出するものである。ECU20は、アクセル開度センサ12の出力信号に基づいて要求トルクを演算する。すなわち、アクセル開度センサ12は、エンジン100への要求トルクを検出する要求トルク検出センサとして用いられる。また、ECU20は、不図示のクランク角度センサの出力信号に基づいて、エンジン100の回転速度を演算する。ECU20は、上記した各種センサの出力信号等から得られるエンジン100の運転状態に基づいて、空気流量、燃料噴射量、点火時期、燃料圧力等といったエンジン100の主要な作動量を適正に演算する。

[0022] ECU20は、その演算結果に基づいて、電子制御スロットル2、インジェクタ13、点火プラグ17、ウェイストゲート弁11、インタークーラ7のインタークーラ冷却水弁7a、エンジン100の動力軸に連結された変速機30等を制御する。

[0023] 例えば、ECU20で演算された燃料噴射量は開弁パルス信号に変換され

、インジェクタ駆動信号としてインジェクタ 13 に送信される。また、ECU 20 で演算された点火時期で点火されるように、その点火時期に基づき生成される点火信号が点火プラグ 17 に送信される。また、ECU 20 で演算されたスロットル開度は、スロットル駆動信号として電子制御スロットル 2 に送信される。また、ECU 20 で演算された可変バルブ 5 の作動量は、可変バルブ駆動信号として可変バルブ 5 へ送信される。また、ECU 20 で演算されたウェイストゲート弁開度は、ウェイストゲート弁駆動信号としてウェイストゲート弁 11 へ送信される。さらに、ECU 20 で演算されたインタークーラ冷却水弁開度は、インタークーラ冷却水弁開度駆動信号としてインタークーラ 7 のインタークーラ冷却水弁 7a へ送信される。

[0024] 吸気管 18 から吸気バルブを介してシリンダ 15 内に導入された空気に対し、インジェクタ 13 から所定量の燃料が噴射されて混合気が形成される。この混合気は、所定の点火時期で点火プラグ 17 から発生される火花により燃焼され、その燃焼圧によりピストンが押し下げられてエンジン 100 の駆動力が生成される。燃焼後の排気ガスは、排気管 16 を介して三元触媒 10 に送られ、その排気成分が三元触媒 10 内で浄化されて外部へ排出される。

[0025] 図 2 は、図 1 に示す湿度センサの構成を概略的に示したものである。

[0026] 図示するように、湿度センサ 3 は、基板 3a 上に正電極 3b と負電極 3c と感湿膜 3d とが実装され、正電極 3b と負電極 3c とによって感湿膜 3d が挟持されている。このような構成により、湿度センサ 3 は、感湿膜 3d を誘電体としたコンデンサとなり、センサ素子である感湿膜 3d の静電容量の変化によって、吸気管 18 を流れる吸気の相対湿度が検出される。また、この湿度センサ 3 は不図示の温度検出部を更に備えており、検出した相対湿度および温度から絶対湿度を演算できるようになっている。

[0027] 図 3 は、エンジンの吸気湿度、吸気圧力、及びインタークーラ温度と、凝縮水発生の有無との関係を示したものである。

[0028] 湿度センサ 3 および吸気圧力センサ 14 によって検出される吸気湿度（絶対湿度）および吸気圧力（過給圧力）が高くなるに従って、吸気中の水蒸気

分圧は上昇する。そして、その吸気中の水蒸気分圧が飽和水蒸気分圧を超えると、凝縮水の発生が開始することとなる。ここで、飽和水蒸気圧は、雰囲気温度、すなわちインタークーラ温度の関数として表され、インタークーラ温度が高い場合は、凝縮水発生の限界線が高吸気圧力かつ高吸気湿度側に遷移し、インタークーラ温度が低い場合は、凝縮水発生の限界線が低吸気圧力かつ低吸気湿度側に遷移する。

[0029] このように、吸気湿度が高い、吸気圧力(過給圧力)が高い、あるいはインタークーラ温度が低い場合に、凝縮水が発生し易いことから、この凝縮水の発生を回避もしくは抑制するためには、ECU20により、吸気湿度を減少させる、吸気圧力(過給圧力)を減少させる、あるいはインタークーラ温度を上昇させるように制御することが有効であると考えられる。そこで、本第1実施形態では、ECU20は、例えば吸気湿度(大気湿度)が高くなったり、吸気圧力(過給圧力)が高くなり、吸気中の水蒸気分圧が上昇すると、吸気圧力(過給圧力)を減少させて吸気中の水蒸気分圧を減少させる、あるいは、インタークーラ温度を上昇させて凝縮水発生の限界線を変化させるようにして凝縮水の発生を回避もしくは抑制する。また、ECU20は、エンジン回転数を上昇させるようにして吸気圧力(過給圧力)の減少に伴うトルク(出力)低下を抑制する。

[0030] 図4は、図1に示す制御装置(ECU)の内部構成を示したものである。ECU20は、主に、入力回路20aと入出力ポート20bとRAM20cとROM20dとCPU20eとを有すると共に、電子制御スロットル2等の各アクチュエータを駆動させるための駆動信号を生成する駆動回路を有している。

[0031] 具体的には、エアフローセンサ1、湿度センサ3、インタークーラ温度センサ8、空燃比センサ9、アクセル開度センサ12、吸気圧力センサ14等の出力信号は、ECU20の入力回路20aに入力される。なお、入力信号はこれらのみに限定されないことは勿論である。入力回路20aに入力された各センサの入力信号は、入出力ポート20b内の入力ポートに送られる。

入力ポートに送られた信号はRAM 20cに格納されると共に、CPU 20eで演算処理される。ここで、CPU 20eでの演算処理内容を記述した制御プログラムは、ROM 20dに予め書き込まれている。

[0032] 前記制御プログラムに従って演算された各アクチュエータの作動量を示す値は、RAM 20cに格納された後に入出力ポート20b内の出力ポートに送られ、各駆動回路（例えば、電子制御スロットル駆動回路20f、インジェクタ駆動回路20g、ウェイストゲート弁駆動回路20h、インタークーラ冷却水弁駆動回路20j、変速機駆動回路20k）を介して各アクチュエータ（例えば、電子制御スロットル2、インジェクタ13、ウェイストゲート弁11、インタークーラ7のインタークーラ冷却水弁7a、変速機30）に駆動信号として送信される。なお、ECU 20は、前記駆動回路の全てを備える必要はなく、前記駆動回路のうちのいずれかもしくは複数のみを備えていてもよい。

[0033] ここで、ECU 20は、入力回路20aに入力される入力信号、特に湿度センサ3、インタークーラ温度センサ8、吸気圧力センサ14から入力される入力信号に基づいて、凝縮水発生の有無、特にインタークーラ7の内部や出口側での凝縮水発生の有無を判定しており、凝縮水が発生すると判定した場合、上記した駆動回路のうち、ウェイストゲート弁駆動回路20h、インタークーラ冷却水弁駆動回路20j、変速機駆動回路20kを介してウェイストゲート弁11、インタークーラ冷却水弁7a、変速機30を制御する。

[0034] 図5は、図1に示す制御装置（ECU）の内部構成を概念的に示したものである。図示するように、ECU 20は、主に、吸気水蒸気分圧演算部51と飽和水蒸気分圧演算部52と比較部53とを有する凝縮水発生判定部54と、凝縮水発生回避制御部55と、を備えている。また、ECU 20は、上記構成に加えて、湿度センサ3の異常もしくは故障を診断する診断部56と、所定の情報に基づいて湿度センサ3による検出結果（すなわち、吸気湿度）を補正する補正部57と、を備えている。

[0035] 湿度センサ3から入力される入力信号は診断部56及び補正部57に送信

される。診断部 56 は、その入力信号に基づいて湿度センサ 3 の異常もしくは故障を診断し、その診断結果を凝縮水発生判定部 54 の吸気水蒸気分圧演算部 51 に送信する。また、補正部 57 は、雨や霧等といった吸気湿度に影響を及ぼし得る情報に基づいてその入力信号（湿度センサ 3 によって検出される吸気湿度）を補正し、その補正結果を凝縮水発生判定部 54 の吸気水蒸気分圧演算部 51 に送信する。例えば、補正部 57 は、エンジン 100 が搭載された自動車等の車両の外界環境に関する情報や、ドライバによるワイパー（例えば、自動車のフロントガラスに備えられたワイパー）やフォグランプ（例えば、自動車の前面に備えられたフォグランプ）等の車両の操作に関する情報を取得し、それらの情報に基づいて湿度センサ 3 により検出される吸気湿度を補正する。これにより、雨や霧等による吸気湿度への影響を抑制し得る。ここで、車両の外界環境に関する情報は、車両の外界環境を認識するために車室内や車室外に搭載されたカメラや、車両の外界環境のうち特に降雨状態を認識するために搭載されたレインセンサ等から送信される。また、ドライバによる操作に関する情報は、車両のコントロールパネル等から送信される。なお、エンジン 100 の燃焼室に導入される吸気流量と、その燃焼室に導入される燃料流量と、空燃比センサ 9 から得られる排気空燃比とから吸気湿度の推定値が算出されるため、補正部 57 は、湿度センサ 3 から入力される入力信号（湿度センサ 3 によって検出される吸気湿度）をより精緻に補正するために、その吸気湿度の推定値に基づいて湿度センサ 3 から入力される入力信号を補正してもよい。

[0036] 吸気水蒸気分圧演算部 51 は、補正部 57 から送信される吸気湿度の補正結果と吸気圧力センサ 14 から入力される入力信号（吸気圧力）に基づいて、吸気中の吸気水蒸気分圧を演算し、その演算結果を比較部 53 に送信する。

[0037] ここで、吸気水蒸気分圧演算部 51 は、診断部 56 から送信される診断結果に基づき湿度センサ 3 が異常もしくは故障であると判断した場合には、補正部 57 から送信される吸気湿度の補正結果あるいは湿度センサ 3 により検

出される吸気湿度が湿度上限値であると仮定して、吸気中の吸気水蒸気分圧を演算する。なお、湿度上限値とは、吸気中で水蒸気が飽和している状態、すなわち相対湿度が100%である状態の湿度である。

[0038] インタークーラ温度センサ8から入力される入力信号は飽和水蒸気分圧演算部52に送信され、飽和水蒸気分圧演算部52は、その入力信号（インタークーラ温度）に基づいて飽和水蒸気分圧を演算し、その演算結果を比較部53に送信する。

[0039] 比較部53は、吸気水蒸気分圧演算部51によって演算された吸気水蒸気分圧と飽和水蒸気分圧演算部52によって演算された飽和水蒸気分圧とを比較して凝縮水発生の有無を判定し、その判定結果を凝縮水発生回避制御部55に送信する。

[0040] 凝縮水発生回避制御部55は、凝縮水発生判定部54から入力される判定結果に基づき凝縮水が発生する条件であると判断した場合、凝縮水発生を回避するために、ウェイストゲート弁11、インタークーラ冷却水弁7a、変速機30等に制御信号を送信し、ウェイストゲート弁11を開いて吸気圧力（過給圧力）を調整する（低下させる）と共に、変速機30の変速比を増加させてエンジン出力を維持したり、インタークーラ7のインタークーラ冷却水弁7aを閉じてインタークーラ7直後の吸気温度を上昇させる。一方、凝縮水発生回避制御部55は、凝縮水が発生しない条件であると判断した場合には、現在の設定を継続する。

[0041] 図6は、図1に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御フローを具体的に示したものである。なお、図6に示す制御フローは、ECU20により所定の周期で繰り返し実行される。また、図6に示す例では、診断部56による湿度センサ3の異常もしくは故障の診断フロー、補正部57による湿度センサ3の検出結果の補正フローを省略し、湿度センサ3により検出される吸気湿度が吸気水蒸気分圧演算部51に送信されて吸気水蒸気分圧の演算に使用される場合を想定している。

[0042] まず、ECU20は、ステップS601において、湿度センサ3の出力信

号（吸気湿度）を読み込み、ステップS 6 0 2において、吸気圧力センサ14の出力信号（吸気圧力）を読み込む。次いで、E C U 2 0は、ステップS 6 0 3において、吸気水蒸気分圧演算部5 1にて、読み込んだ湿度センサ3と吸気圧力センサ14の出力信号等から、以下の式（1）を用いて吸気中の水蒸気分圧 P_{H2O} を演算する。

[0043] [数1]

$$P_{H2O} = P_{in} \times H_v \times \frac{1}{M_{H2O}} \times \frac{RT_a}{P_a} \quad \dots (1)$$

ここで、 P_{H2O} ：吸気水蒸気分圧 [Pa]、

P_{in} ：吸気（過給）圧力 [Pa]、

H_v ：吸気湿度（容積絶対湿度） [g/m³]、

M_{H2O} ：水の分子量（≒18.0） [g/mol]、

P_a ：吸気管入口圧力（≒大気圧） [Pa]、

T_a ：吸気管入口温度（≒大気温度） [K]、

R ：気体定数 [Pa・m³/mol・K]

[0044] なお、上記したように、E C U 2 0は、湿度センサ3が異常もしくは故障していると判断した場合には、このステップS 6 0 3において、湿度センサ3により検出される吸気湿度が湿度上限値であると仮定して、吸気中の吸気水蒸気圧 P_{H2O} を演算する。

[0045] 次に、E C U 2 0は、ステップS 6 0 4において、インタークーラ温度センサ8の出力信号（インタークーラ温度）を読み込み、ステップS 6 0 5において、飽和水蒸気分圧演算部5 2にて、読み込んだインタークーラ温度センサ8の出力信号等から、以下の式（2）を用いて飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} を演算する。

[0046] [数2]

$$P'_{H2O} = 6.11 \times 10^{\frac{7.5(T_{IC}-273)}{(T_{IC}-36)}} \times 10^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 P'_{H2O} : 飽和水蒸気分圧 [Pa]、

T_{IC} : インタークーラ温度 [K]

[0047] 次に、ECU20は、ステップS606において、比較部53にて、ステップS603で演算した吸気水蒸気分圧 P_{H2O} とステップS605で演算した飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} とを以下の式(3)を用いて比較し、凝縮水が発生する条件であるか否かを判定する。

[0048] [数3]

$$P_{H2O} > \alpha P'_{H2O} \quad \dots (3)$$

ここで、 α : 制御裕度に関するパラメータ (通常は約1)

[0049] ECU20は、上記した式(3)が成立する場合には凝縮水が発生する条件であると判定してステップS607に進む。一方、ECU20は、上記した式(3)が成立しない、すなわち吸気水蒸気分圧 P_{H2O} が飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} 以下である場合には凝縮水が発生しない条件であると判定して一連の制御を終了する。

[0050] ECU20は、凝縮水が発生する条件であると判定すると、ステップS607において、吸気圧力(過給圧力)を低下させるために、過給機4のタービン4bの上流側と下流側とをバイパスするバイパス流路19に配設されたウェイストゲート弁11の開度を増加させ、過給機4の駆動状態(例えば、回転数等)を制御する。次いで、ECU20は、ステップS608において、過給圧力の低下に伴う出力低下を補うために、エンジン100の動力軸に連結された変速機30の変速比を増加させてエンジン回転数を上昇させる。

[0051] 次に、ECU20は、ステップS609において、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点(つまり、トレースノッキング点)に設定されているか否かを判定し、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点であると判定した場合には、一連の制御を終了する。一方、ECU20は、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点でない、すなわちエンジン100のノッキング発生までに余裕があると判定した場合には、ス

テップS 6 1 0において、インタークーラ温度を上昇させるために、インタークーラ7のインタークーラ冷却水弁7 aの開度を低下させ、インタークーラ7の冷却水路に流れる冷却水の流量を減少させる。なお、インタークーラ冷却水弁7 aの開度を低下させる代わりに、インタークーラ7の冷却水路にヒータ等を配設し、該ヒータを制御してインタークーラ7の冷却水路に流れる冷却水の温度を直接上昇させて、インタークーラ温度を上昇させてもよい。

[0052] 図7は、図1に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御内容を時系列で示したものである。図7では、上段から、凝縮水発生判定フラグ、大気湿度、インタークーラ下流の水蒸気分圧（吸気水蒸気分圧および飽和水蒸気分圧）、アクセル開度、ウェイトゲート弁開度、吸気圧力、変速比（エンジン回転数）、インタークーラ冷却水弁開度、インタークーラ温度を時間列で示している。また、図7に示す例では、ドライバがアクセルペダルを踏み込んで車両が加速する場面を想定している。

[0053] 図示するように、ドライバがアクセルを踏み込むに伴い、ウェイトゲート弁11の開度（ウェイトゲート弁開度）が減少され、吸気圧力（過給圧力）が上昇し、それに伴い、インタークーラ7下流の吸気水蒸気分圧 P_{H20} が上昇する。

[0054] 時刻 t_A になると、上昇した吸気水蒸気分圧 P_{H20} が飽和水蒸気分圧 P'_{H20} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H20} と制御裕度に関するパラメータ α との積算値を超過して凝縮水判定フラグが1となる。凝縮水判定フラグが1となる、すなわち凝縮水が発生する条件であると判定されると、凝縮水発生回避制御として、ウェイトゲート弁11を開いて吸気圧力（過給圧力）を減少させると共に、出力を維持するべく、変速機30の変速比を増加させてエンジン回転数を上昇させる。また、この場面では、点火時期がノッキング限界点に設定されていないとして、インタークーラ温度を上昇させて凝縮水発生の限界線を遷移させるべく、インタークーラ冷却水弁7 aの開度（インタークーラ冷却水弁開度）を所定値まで低下させる。なお、インタークーラ温度は、イ

ンタークーラ冷却水弁開度を低下させてからある一定の時間が経過した後に、すなわちある一定の時間遅れをもって上昇する（図示例では、時刻 t_b 以降）。

[0055] 時刻 t_b になると、ドライバによるアクセル踏み込み量が略一定となるものの、凝縮水判定フラグは1であるため、ウェイストゲート弁開度の増加および変速比の増加を継続する。

[0056] 時刻 t_c になると、吸気水蒸気分圧 P_{H2O} が飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} とパラメータ α との積算値を下回り、凝縮水判定フラグが再び0に戻るため、それ以降では、アクセル開度が一定のもとで、ウェイストゲート弁開度および変速比を略一定に保持する。

[0057] 時刻 t_d になると、インタークーラ温度が遅れて上昇し始め、このインタークーラ温度の上昇に伴い、図3に基づき説明したように、凝縮水が発生する限界線が吸気圧力の高い側へ変化するため、吸気圧力を上昇させるべく、ウェイストゲート弁開度を低下させ、それに伴い変速機30の変速比を低下させる。

[0058] 時刻 t_e になると、インタークーラ温度の上昇が終了するため、それ以降では、アクセル開度が一定のもとで、ウェイストゲート弁開度および変速比を略一定に保持する。

[0059] このように、第1実施形態の制御装置によれば、過給機30を備えたエンジン100において、吸気管18に配設された湿度センサ3により検出された吸気湿度に基づき凝縮水発生の有無を判定し、その判定結果に基づいて過給機30の駆動状態等を制御し、吸気圧力（過給圧力）を調整して凝縮水発生回避制御を実施することで、例えば大気湿度が高い条件下においても、インタークーラ内もしくはその下流での凝縮水発生を効果的に回避することができ、エンジンへのダメージや吸気管の腐食、運転性の悪化を抑制することができる。

[0060] また、湿度センサ3により検出された吸気湿度や吸気圧力センサ14により検出された過給機4のコンプレッサ4a下流の吸気圧力等に基づき演算さ

れるインタークーラ 7 直後の吸気の水蒸気分圧と、インタークーラ温度センサ 8 により検出されたインタークーラ 7 直後の吸気温度等に基づき演算されるインタークーラ 7 直後の吸気の水蒸気分圧とを比較して凝縮水発生の有無を判定することにより、凝縮水発生の有無を精緻に判定して凝縮水の発生を効果的に抑制することができる。

[0061] また、凝縮水が発生すると判定された場合に、エンジン 100 の動力軸に連結された変速機 30 の変速比を増加させてエンジン回転数を上昇させることにより、過給機 30 の駆動状態等を制御して吸気圧力（過給圧力）を低下させた場合であっても、エンジントルク（出力）を確保して運転性の低下を抑制することができる。

[0062] [第 2 実施形態]

次に、図 8～図 13 を参照して、本発明に係る内燃機関の制御装置の第 2 実施形態の構成及び動作について説明する。なお、図 8～図 13 に示す第 2 実施形態の制御装置は、図 1～図 7 に示す第 1 実施形態の制御装置に対して、内燃機関に設けられた低圧 EGR システムを制御する構成が相違しており、その他の構成は第 1 実施形態の制御装置と同様である。したがって、第 1 実施形態と同様の構成には同様の符号を付してその詳細な説明は省略する。

[0063] 図 8 は、本発明に係る内燃機関（エンジン）の制御装置の第 2 実施形態が搭載された低圧 EGR システムを有する自動車用筒内噴射式ガソリンエンジンのシステム構成を示したものである。

[0064] 図 8 に示すエンジン 100 A は、図 1 に示すエンジン 100 の各構成に加えて、排気管 16 A に配設された三元触媒 10 A の下流側から吸気管 18 A に配設された湿度センサ 3 A の下流側且つ過給機 4 A のコンプレッサ 4 a A の上流側に排気の一部を還流させる EGR 管 40 A を有する低圧 EGR システムを備えている。この過給機 4 A のタービン 4 b A の下流側の排気管 16 A と過給機 4 A のコンプレッサ 4 a A の上流側の吸気管 18 A とを連結する EGR 管 40 A の適宜位置には、EGR 管 40 A を流れる EGR ガス（排気）を冷却するための EGR クーラ 42 A、EGR ガスの流量（EGR 流量）

を制御するためのEGR弁41A、EGR弁41Aの前後の差圧（EGR弁前後差圧）を検出してEGR流量を計測する差圧センサ（EGR流量検出部）43A、EGRガスの温度（EGR温度）を検出するEGR温度センサ（EGR温度検出部）44Aが取り付けられている。

[0065] エアフローセンサ1Aと湿度センサ3Aと空燃比センサ9Aとインタークーラ温度センサ8Aと吸気圧力センサ14Aと差圧センサ43AとEGR温度センサ44Aから得られる信号（検出結果）は、ECU（制御装置）20Aに送信されると共に、アクセル開度センサ12Aから得られる信号（検出結果）もECU20Aに送信される。ECU20Aは、アクセル開度センサ12Aの出力信号に基づいて要求トルクを演算すると共に、不図示のクランク角度センサの出力信号に基づいて、エンジン100Aの回転速度を演算する。ECU20Aは、上記した各種センサの出力信号等から得られるエンジン100Aの運転状態に基づいて、空気流量、燃料噴射量、点火時期、燃料圧力等といったエンジン100Aの主要な作動量を適正に演算する。

[0066] ECU20Aは、その演算結果に基づいて、上記した第1実施形態と同様、電子制御スロットル2A、インジェクタ13A、点火プラグ17A、ウェイストゲート弁11A、インタークーラ7Aのインタークーラ冷却水弁7aA、エンジン100Aの動力軸に連結された変速機30A等を制御すると共に、EGR管40Aに取り付けられたEGR弁41Aを制御する。すなわち、ECU20Aで演算されたスロットル開度等が駆動信号として電子制御スロットル2等へ送信されると共に、ECU20Aで演算されたEGR弁開度がEGR弁開度駆動信号としてEGR弁41Aへ送信される。

[0067] 図9は、エンジンのEGR率、吸気圧力、及びインタークーラ温度と、凝縮水発生の有無との関係を示したものである。

[0068] 吸気中のEGRガスの割合を表すEGR率および吸気圧力センサ14Aによって検出される吸気圧力（過給圧力）が高くなるに従って、吸気中の水蒸気分圧は上昇する。そして、その吸気中の水蒸気分圧が飽和水蒸気分圧を超過すると、凝縮水の発生が開始することとなる。ここで、飽和水蒸気圧は、

雰囲気温度、すなわちインタークーラ温度の関数として表され、インタークーラ温度が高い場合は、凝縮水発生の限界線が高吸気圧力かつ高EGR率側に遷移し、インタークーラ温度が低い場合は、凝縮水発生の限界線が低吸気圧力かつ低EGR率側に遷移する。

[0069] このように、EGR率が高い、吸気圧力(過給圧力)が高い、あるいはインタークーラ温度が低い場合に、凝縮水が発生し易いことから、この凝縮水の発生を回避もしくは抑制するためには、ECU20Aにより、EGR率を減少させる、吸気圧力(過給圧力)を減少させる、あるいはインタークーラ温度を上昇させるように制御することが有効であると考えられる。そこで、本第2実施形態では、ECU20Aは、吸気湿度(大気湿度)が高くなったり、吸気圧力(過給圧力)が高くなり、吸気中の水蒸気分圧が上昇すると、EGR率を減少させる或いは吸気圧力(過給圧力)を減少させて吸気中の水蒸気分圧を減少させる、あるいは、インタークーラ温度を上昇させて凝縮水発生の限界線を変化させるようにして凝縮水の発生を回避もしくは抑制する。また、ECU20Aは、エンジン回転数を上昇させるようにして吸気圧力(過給圧力)の減少に伴うトルク(出力)低下を抑制する。

[0070] なお、第2実施形態においても、エンジンの吸気湿度、吸気圧力、及びインタークーラ温度と、凝縮水発生の有無との関係は、図3に示す関係と同様である。

[0071] 図10は、図8に示す制御装置(ECU)の内部構成を示したものである。図10に示すECU20Aは、図4に示すECU20の各構成に加えて、EGR弁41Aを駆動させるための駆動信号を生成するEGR弁駆動回路20mAを有している。

[0072] 具体的には、上記した第1実施形態と同様、エアフローセンサ1A、湿度センサ3A、インタークーラ温度センサ8A、空燃比センサ9A、アクセル開度センサ12A、吸気圧力センサ14A等の出力信号がECU20Aの入力回路20aAに入力されると共に、差圧センサ43AとEGR温度センサ44Aの出力信号がECU20Aの入力回路20aAに入力される。入力回

路 20aA に入力された各センサの入力信号は、入出力ポート 20bA 内の入力ポートに送られる。入力ポートに送られた信号は RAM 20cA に格納されると共に、CPU 20eA で演算処理される。ここで、CPU 20eA での演算処理内容を記述した制御プログラムは、ROM 20dA に予め書き込まれている。

[0073] 前記制御プログラムに従って演算された各アクチュエータの作動量を示す値は、RAM 20cA に格納された後に入出力ポート 20bA 内の出力ポートに送られ、各駆動回路（例えば、電子制御スロットル駆動回路 20fA、インジェクタ駆動回路 20gA、ウェイストゲート弁駆動回路 20hA、インタークーラ冷却水弁駆動回路 20jA、変速機駆動回路 20kA、EGR 弁駆動回路 20mA）を介して各アクチュエータ（例えば、電子制御スロットル 2A、インジェクタ 13A、ウェイストゲート弁 11A、インタークーラ 7A のインタークーラ冷却水弁 7aA、変速機 30A、EGR 弁 41A）に駆動信号として送信される。

[0074] ここで、ECU 20A は、入力回路 20aA に入力される入力信号、特に湿度センサ 3A、インタークーラ温度センサ 8A、吸気圧力センサ 14A から入力される入力信号に基づいて、凝縮水発生の有無、特にインタークーラ 7A の内部や出口側での凝縮水発生の有無を判定しており、凝縮水が発生すると判定した場合、上記した駆動回路のうち、ウェイストゲート弁駆動回路 20hA、インタークーラ冷却水弁駆動回路 20jA、変速機駆動回路 20kA、EGR 弁駆動回路 20mA を介してウェイストゲート弁 11A、インタークーラ冷却水弁 7aA、変速機 30A、EGR 弁 41A を制御する。

[0075] 図 11 は、図 8 に示す制御装置（ECU）の内部構成を概念的に示したものである。図 11 に示す ECU 20A は、図 5 に示す ECU 20 と同様、診断部 56A と、補正部 57A と、吸気水蒸気分圧演算部 51A と飽和水蒸気分圧演算部 52A と比較部 53A とを有する凝縮水発生判定部 54A と、凝縮水発生回避制御部 55A と、を備えている。

[0076] 湿度センサ 3A から入力される入力信号は診断部 56A 及び補正部 57A

に送信される。診断部 56A は、その入力信号に基づいて湿度センサ 3A の異常もしくは故障を診断し、その診断結果を凝縮水発生判定部 54A の吸気水蒸気分圧演算部 51A に送信する。また、補正部 57A は、雨や霧等といった吸気湿度に影響を及ぼし得る情報やエンジン 100A の燃焼室に導入される吸気流量等から算出される吸気湿度の推定値等に基づいてその入力信号（湿度センサ 3A によって検出される吸気湿度）を補正し、その補正結果を凝縮水発生判定部 54A の吸気水蒸気分圧演算部 51A に送信する。

[0077] ここで、一般に EGR ガスに含まれる水蒸気量は大気（湿度センサ 3A を通る吸気）に含まれる水蒸気量よりも多いため、吸気に還流される EGR ガスの流量が多い場合には、補正部 57A は、湿度センサ 3A から入力される入力信号を補正せずに吸気水蒸気分圧演算部 51A に送信してもよい。すなわち、補正部 57A は、EGR 管 40A を流れる EGR ガスの流量が所定値以下である（EGR 管 40A に EGR ガスが流れていない、もしくは、EGR ガスの流量が極めて小さい（例えば EGR 率が 3% 以下である））場合のみに、湿度センサ 3A から入力される入力信号を補正して吸気水蒸気分圧演算部 51A に送信してもよい。

[0078] 吸気水蒸気分圧演算部 51A は、補正部 57A から送信される吸気湿度の補正結果と吸気圧力センサ 14A、差圧センサ 43A、EGR 温度センサ 44A から入力される入力信号（吸気圧力、EGR 弁前後差圧、EGR 温度）に基づいて、吸気中の吸気水蒸気分圧を演算し、その演算結果を比較部 53A に送信する。ここで、吸気水蒸気分圧演算部 51A は、診断部 56A から送信される診断結果に基づき湿度センサ 3A が異常もしくは故障であると判断した場合には、補正部 57A から送信される吸気湿度の補正結果あるいは湿度センサ 3A により検出される吸気湿度が湿度上限値であるとして、吸気中の吸気水蒸気分圧を演算する。

[0079] インタークーラ温度センサ 8A から入力される入力信号は飽和水蒸気分圧演算部 52A に送信され、飽和水蒸気分圧演算部 52A は、その入力信号（インタークーラ温度）に基づいて飽和水蒸気分圧を演算し、その演算結果を

比較部 53A に送信する。

[0080] 比較部 53A は、上記した第 1 実施形態と同様、吸気水蒸気分圧演算部 51A によって演算された吸気水蒸気分圧と飽和水蒸気分圧演算部 52A によって演算された飽和水蒸気分圧とを比較して凝縮水発生の有無を判定し、その判定結果を凝縮水発生回避制御部 55A に送信する。

[0081] 凝縮水発生回避制御部 55A は、凝縮水発生判定部 54A から入力される判定結果に基づき凝縮水が発生する条件であると判断した場合、凝縮水発生を回避するために、ウェイストゲート弁 11A、インタークーラ冷却水弁 7aA、変速機 30A、EGR 弁 41A 等に制御信号を送信し、ウェイストゲート弁 11A を開いて吸気圧力（過給圧力）を調整する（低下させる）と共に、変速機 30A の変速比を増加させてエンジン出力を維持したり、インタークーラ 7A のインタークーラ冷却水弁 7aA を閉じてインタークーラ 7A 直後の吸気温度を上昇させたり、EGR 弁 41A を閉じて EGR 率を低下させる。一方、凝縮水発生回避制御部 55A は、凝縮水が発生しない条件であると判断した場合には、現在の設定を継続する。

[0082] 図 12 は、図 8 に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御フローを具体的に示したものである。なお、図 12 に示す制御フローは、ECU 20A により所定の周期で繰り返し実行される。また、図 12 に示す例では、診断部 56A による湿度センサ 3A の異常もしくは故障の診断フロー、補正部 57A による湿度センサ 3A の検出結果の補正フローを省略し、湿度センサ 3A により検出される吸気湿度が吸気水蒸気分圧演算部 51A に送信されて吸気水蒸気分圧の演算に使用される場合を想定している。

[0083] まず、ECU 20A は、ステップ S1201 において、湿度センサ 3A の出力信号（吸気湿度）を読み込み、ステップ S1202 において、吸気圧力センサ 14A の出力信号（吸気圧力）を読み込み、ステップ S1203 において、差圧センサ 43A の出力信号（EGR 弁前後差圧）を読み込み、ステップ S1204 において、EGR 温度センサ 44A の出力信号（EGR 温度

）を読み込む。次いで、ECU20Aは、ステップS1205において、吸気水蒸気分圧演算部51Aにて、読み込んだ湿度センサ3Aと吸気圧力センサ14Aと差圧センサ43AとEGR温度センサ44Aの出力信号等から、以下の式（4）を用いて吸気中の水蒸気分圧 P_{H2O} を演算する。

[0084] [数4]

$$P_{H2O} = \frac{P_{in} M_{in} R \left\{ \gamma_{EGR} \frac{H_{vEGR} T_{EGR}}{M_{EGR}} + (1 - \gamma_{EGR}) \frac{H_{va} T_a}{M_a} \right\}}{P_a M_{H2O}} \quad \dots (4)$$

ここで、 P_{H2O} ：吸気水蒸気分圧 [Pa]、

P_a ：吸気管入口圧力（≒大気圧） [Pa]、

P_{in} ：吸気（過給）圧力 [Pa]、

H_{va} ：吸気湿度（容積絶対湿度） [g/m³]、

H_{vEGR} ：EGR中の水蒸気の容積絶対湿度 [g/m³]、

M_{H2O} ：水の分子量（≒18.0） [g/mol]、

M_a ：空気の平均分子量（≒29.0） [g/mol]、

M_{EGR} ：EGRの平均分子量（≒28.9） [g/mol]、

M_{in} ：空気/EGR混合気の平均分子量 [g/mol]、

T_a ：吸気管入口温度（≒大気温度） [K]、

T_{EGR} ：EGR温度 [K]、

γ_{EGR} ：EGR率（質量ベース）、

R ：気体定数 [Pa・m³/mol・K]

[0085] なお、上記した式（4）のEGR率 γ_{EGR} およびEGR中の水蒸気の容積絶対湿度 H_{vEGR} はそれぞれ、以下の式（5）、（6）を用いて求められる。

[0086] [数5]

$$\gamma_{EGR} = \frac{m_{EGR}}{m_{air} + m_{EGR}}, \quad m_{EGR} = \frac{P_a \times A \times C \sqrt{\frac{2 \times \Delta P_{EGR}}{\rho}}}{R_{EGR} T_{EGR}} \quad \dots (5)$$

ここで、 m_{air} ：空気質量流量 [g/s]

m_{EGR} : E G R 質量流量 [g/s]

R_{EGR} : E G R のガス定数 [$\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{g} \cdot \text{K}$]

T_{EGR} : E G R 温度 [K]

ΔP_{EGR} : E G R 弁前後差圧 [Pa]

A : E G R 弁開口面積 [m^2]

C : E G R 弁の圧力損失係数

ρ : E G R 密度 [g/m^3]

[0087] [数6]

$$H_{v\_EGR} = \frac{P_{EGR} M_{H2O}}{T_{EGR} R} \times Y_{H2O\_EGR}$$

$$Y_{H2O\_EGR} = 0.803 \times Y_{H2O\_a} + 0.141, \quad Y_{H2O\_a} = \frac{H_{v\_a} T_a R}{P_a M_{H2O}} \quad \dots (6)$$

ここで、 P_{EGR} : E G R 管内圧力 [Pa]、

$Y_{\text{H2O\_EGR}}$: E G R 中の水のモル分率 [mol/mol]、

$Y_{\text{H2O\_a}}$: 大気中の水のモル分率 [mol/mol]

[0088] 次に、ECU 20Aは、ステップS 1206において、インタークーラ温度センサ8Aの出力信号（インタークーラ温度）を読み込み、ステップS 1207において、飽和水蒸気分圧演算部52Aにて、読み込んだインタークーラ温度センサ8Aの出力信号等から、上記した式（2）を用いて飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} を演算する。

[0089] 次に、ECU 20Aは、ステップS 1208において、比較部53Aにて、ステップS 1205で演算した吸気水蒸気分圧 P_{H2O} とステップS 1207で演算した飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} とを上記した式（3）を用いて比較し、凝縮水が発生する条件であるか否かを判定する。

[0090] ECU 20Aは、上記した式（3）が成立する場合には凝縮水が発生する条件であると判定してステップS 1209に進む。一方、ECU 20Aは、上記した式（3）が成立しない、すなわち吸気水蒸気分圧 P_{H2O} が飽和水蒸気分圧 P'_{H2O} 以下である場合には凝縮水が発生しない条件であると判定して一連の

制御を終了する。

[0091] ECU20Aは、凝縮水が発生する条件であると判定すると、ステップS1209において、排気温度限界やノッキング限界等の観点からEGR率 γ_{EGR} の低減可能性を判断するために、以下の式(7)を用いて現在のEGR率 γ_{EGR} が運転限界であるEGR率 γ_{LIM} 以下であるか否かを判定する。ここで、運転限界であるEGR率 γ_{LIM} は、例えば排気温度限界やノッキング限界等の観点から予め設定されており、運転条件毎にECU20Aに記憶されている。

[0092] [数7]

$$\gamma_{EGR} \leq \gamma_{LIM} \quad \dots (7)$$

[0093] ECU20Aは、上記した式(7)が成立する場合には、EGR率をこれ以上減少させることができないと判断してステップS1211に進む。一方、ECU20Aは、上記した式(7)が成立しない、すなわち現在のEGR率 γ_{EGR} が運転限界であるEGR率 γ_{LIM} よりも大きい場合にはステップS1210に進み、EGR率を低下させるべく、EGR弁41Aの開度を減少させて一連の制御を終了する。

[0094] ECU20Aは、凝縮水が発生する条件であり、かつ、EGR率をこれ以上減少させることができないと判定すると、上記した第1実施形態のステップS607～S610(図6参照)と同様、ステップS1211において、吸気圧力(過給圧力)を低下させるためにウェイストゲート弁11Aの開度を増加させて過給機4Aの駆動状態(例えば、回転数等)を制御する。次いで、ECU20Aは、ステップS1212において、過給圧力の低下に伴う出力低下を補うために、変速機30Aの変速比を増加させてエンジン回転数を上昇させる。

[0095] 次に、ECU20Aは、ステップS1213において、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点(つまり、トレースノッキング点)に設定されているか否かを判定し、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点であると判定した場合には、一連の制御を終了する。一方、ECU

20Aは、現在の運転条件における点火時期がノッキング限界点でない、すなわちエンジン100Aのノッキング発生までに余裕があると判定した場合には、ステップS1214において、インタークーラ温度を上昇させるために、インタークーラ7Aのインタークーラ冷却水弁7aAの開度を低下させ、インタークーラ7Aの冷却水路に流れる冷却水の流量を減少させる。なお、インタークーラ冷却水弁7aAの開度を低下させる代わりに、インタークーラ7Aの冷却水路にヒータ等を配設し、該ヒータを制御してインタークーラ7Aの冷却水路に流れる冷却水の温度を直接上昇させて、インタークーラ温度を上昇させてもよい。

[0096] 図13は、図8に示す制御装置（ECU）による凝縮水発生判定及び凝縮水発生回避の制御内容を時系列で示したものである。図13では、上段から、凝縮水発生判定フラグ、大気湿度、インタークーラ下流の水蒸気分圧（吸気水蒸気分圧および飽和水蒸気分圧）、アクセル開度、EGR弁開度、EGR率、ウェイストゲート弁開度、吸気圧力、変速比（エンジン回転数）を時間列で示している。また、図13に示す例では、ドライバがアクセルペダルを二段階で踏み込んで車両が二段階で加速する場面を想定している。

[0097] 図示するように、ドライバがアクセルを踏み込むに伴い、ウェイストゲート弁11Aの開度（ウェイストゲート弁開度）が減少され、吸気圧力（過給圧力）が上昇し、それに伴い、インタークーラ7A下流の吸気水蒸気分圧 P_{H20} が上昇する。

[0098] 時刻 t_1 になると、上昇した吸気水蒸気分圧 P_{H20} が飽和水蒸気分圧 P'_{H20} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H20} と制御裕度に関するパラメータ α との積算値を超過して凝縮水判定フラグが1となる。凝縮水判定フラグが1となる、すなわち凝縮水が発生する条件であると判定されると、凝縮水発生回避制御として、まず、EGR率 γ_{EGR} を低下させるべく、EGR弁41Aの開度（EGR弁開度）を減少させる。ここで、EGR率 γ_{EGR} は運転限界であるEGR率 γ_{LIM} よりも大きい。アクセル開度の上昇に伴い、吸気圧力（過給圧力）は依然として上昇していくものの、EGR率 γ_{EGR} の減少により吸気水蒸気分圧 P_{H20} が低

下する。

[0099] 時刻 t_2 になると、ドライバによるアクセル踏み込み量が略一定となり、EGR率の減少により吸気水蒸気分圧 P_{H20} が飽和水蒸気分圧 P'_{H20} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H20} とパラメータ α との積算値を下回り、凝縮水判定フラグが再び0に戻る。そのため、それ以降では、アクセル開度が一定のもとで、EGR弁開度およびウェストゲート弁開度を略一定に保持する。

[0100] 時刻 t_3 には、再びドライバのアクセル踏み込みによる加速操作が開始され、ウェストゲート弁開度が減少され、上昇した吸気水蒸気分圧 P_{H20} が飽和水蒸気分圧 P'_{H20} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H20} と制御裕度に関するパラメータ α との積算値を超過して凝縮水判定フラグが再び1となる。凝縮水判定フラグが1となると、上記と同様、まず、EGR率 γ_{EGR} を低下させるべく、EGR弁開度を減少させる。

[0101] 時刻 t_4 になり、減少したEGR率 γ_{EGR} が運転限界であるEGR率 γ_{LIM} に到達すると、これ以降は、ノッキング発生や空気量変動等による運転性低下の観点からEGR率 γ_{EGR} を減少させることができない。そのため、EGR弁開度を略一定に保持した状態で、ウェストゲート弁11Aを開いて吸気圧力（過給圧力）を減少させると共に、出力を維持するべく、変速機30Aの変速比を増加させてエンジン回転数を上昇させる。

[0102] 時刻 t_5 になると、吸気圧力（過給圧力）の減少により吸気水蒸気分圧 P_{H20} が飽和水蒸気分圧 P'_{H20} 、より具体的には飽和水蒸気分圧 P'_{H20} とパラメータ α との積算値を下回り、凝縮水判定フラグが再び0に戻るため、それ以降では、ウェストゲート弁開度を略一定に保持する。

[0103] 時刻 t_6 になると、ドライバによるアクセル踏み込み量が略一定となるため、それ以降では、アクセル開度が一定のもとで、EGR弁開度、ウェストゲート弁開度、および変速比を略一定に保持する。

[0104] なお、図13に示す例では、点火時期がノッキング限界点に設定されていると仮定して、インタークーラ温度の上昇制御を実施しない形態について説明したが、点火時期がノッキング限界点に設定されていない場合には、図7

に基づき説明したように、インタークーラ冷却水弁開度を低下させたり、インタークーラの冷却水路に流れる冷却水の温度を直接上昇させて、インタークーラ温度を上昇させてもよい。

[0105] このように、第2実施形態の制御装置によれば、過給機30Aおよび低圧EGRシステムを備えたエンジン100Aにおいて、吸気管18Aに配設された湿度センサ3Aにより検出された吸気湿度に基づき凝縮水発生の有無を判定し、その判定結果に基づいて過給機30Aの駆動状態やEGR弁41Aの開度等を制御し、吸気圧力（過給圧力）を調整して凝縮水発生回避制御を実施することにより、凝縮水が発生しやすい低圧EGRシステムを備えたエンジン100Aにおいても、例えばインタークーラ内もしくはその下流での凝縮水発生をより効果的に回避することができ、エンジンへのダメージや吸気管の腐食、運転性の悪化を効果的に抑制することができる。

[0106] また、インタークーラ7A直後の吸気の水蒸気分圧とインタークーラ7A直後の吸気中の飽和水蒸気分圧とを比較して凝縮水発生の有無を判定し、凝縮水が発生すると判定された場合に、EGR弁41Aの開度を制御してEGR管40Aを流れるEGRガスの流量を減少させ、EGRガスの流量が下限値に到達した後に、過給機4Aの駆動状態を制御して吸気圧力を調整して凝縮水発生回避制御を実施することにより、凝縮水発生を迅速に抑制できると共に、EGRガスの流量減少に伴うノッキング発生や空気量変動等の運転性の悪化を抑制しつつ、凝縮水発生を効果的に抑制することができる。

[0107] なお、上記する第2実施形態では、EGR管40Aを流れるEGRガスが湿度センサ3Aの下流側且つ過給機4Aのコンプレッサ4aAの上流側に還流される、すなわち、湿度センサ3Aが、EGR管40Aと吸気管18Aとの接続点よりも上流側に配設され、湿度センサ3AによりEGRガスと混合される前の吸気の湿度を検出するため、上記した式（4）等以示すように、湿度センサ3Aと吸気圧力センサ14Aと差圧センサ43AとEGR温度センサ44Aの出力信号等から吸気中の水蒸気分圧 P_{H_2O} を演算した。一方で、EGRシステムを備えたエンジン100Aにおいて、EGR管40Aを流れる

EGRガスが湿度センサ3Aの上流側に還流される、すなわち湿度センサ3Aが、EGR管40Aと吸気管18Aとの接続点よりも下流側に配設され、湿度センサ3AによりEGRガスと混合される後の吸気の湿度を検出する場合には、第1実施形態と同様、上記した式(1)を用いて、湿度センサ3Aと吸気圧力センサ14Aの出力信号等から吸気中の水蒸気分圧 P_{H_2O} を演算することができる。

[0108] また、上記する第1及び第2実施形態では、過給機のタービンの上流側と下流側をバイパスするバイパス流路に配設されたウェイトゲート弁の開度を制御することにより過給機の駆動状態（例えば、回転数）を制御する形態について説明したが、例えば過給機の段数を切替える等、ウェイトゲート弁の開度の制御以外の方法により過給機の駆動状態を制御してもよいことは勿論である。

[0109] なお、本発明は上記した第1及び第2実施形態に限定されるものではなく、様々な変形形態が含まれる。例えば、上記した第1及び第2実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0110] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

符号の説明

- [0111] 1…エアフローセンサ
2…電子制御スロットル
3…湿度センサ（湿度検出部）
3a…基板

- 3 b …正電極
- 3 c …負電極
- 3 d …感湿膜
- 4 …過給機
- 4 a …コンプレッサ
- 4 b …タービン
- 5 …可変バルブ
- 6 …吸気マニホールド
- 7 …インタークーラ
- 7 a …インタークーラ冷却水弁
- 8 …インタークーラ温度センサ
- 9 …空燃比センサ
- 1 0 …三元触媒
- 1 1 …ウェイストゲート弁
- 1 2 …アクセル開度センサ
- 1 3 …インジェクタ
- 1 4 …吸気圧力センサ
- 1 5 …シリンダ
- 1 6 …排気管
- 1 7 …点火プラグ
- 1 8 …吸気管
- 1 9 …バイパス流路
- 2 0 …E C U（制御装置）
- 2 0 a …入力回路
- 2 0 b …入出力ポート
- 2 0 c …R A M
- 2 0 d …R O M
- 2 0 e …C P U

- 2 0 f …電子制御スロットル駆動回路
- 2 0 g …インジェクタ駆動回路
- 2 0 h …ウェイストゲート弁駆動回路
- 2 0 j …インタークーラ冷却水弁駆動回路
- 2 0 k …変速機駆動回路
- 2 0 m A …E G R 弁駆動回路
- 3 0 …変速機
- 4 0 A …E G R 管
- 4 1 A …E G R 弁
- 4 2 A …E G R クーラ
- 4 3 A …差圧センサ（E G R 流量検出部）
- 4 4 A …E G R 温度センサ（E G R 温度検出部）
- 5 1 …吸気水蒸気分圧演算部
- 5 2 …飽和水蒸気分圧演算部
- 5 3 …比較部
- 5 4 …凝縮水発生判定部
- 5 5 …凝縮水発生回避制御部
- 5 6 …診断部
- 5 7 …補正部
- 1 0 0 …エンジン（内燃機関）

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼室に導入される吸気の湿度を検出する湿度検出部と前記吸気を過給する過給機とを備えた内燃機関の制御装置であって、
- 前記制御装置は、前記吸気の湿度に基づき前記過給機の駆動状態を制御して前記吸気の圧力を調整することを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記吸気の湿度が高くなると前記吸気の圧力を低下させるように前記過給機の駆動状態を制御することを特徴とする、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記過給機を構成するタービンの上流側と下流側をバイパスするバイパス流路に配設されたウェイストゲート弁の開度を制御することによって前記過給機の駆動状態を制御することを特徴とする、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 前記制御装置は、前記吸気を冷却するためのインタークーラ下流の吸気の水蒸気分圧と前記インタークーラ下流の吸気の飽和水蒸気分圧とに基づいて凝縮水発生の有無を判定する凝縮水発生判定部と、前記凝縮水発生判定部により凝縮水が発生すると判定された場合に、凝縮水発生を回避するべく前記過給機の駆動状態を制御して前記吸気の圧力を調整する凝縮水発生回避制御部と、を備えることを特徴とする、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項5] 前記凝縮水発生回避制御部は、前記凝縮水発生判定部により凝縮水が発生すると判定された場合に、前記インタークーラ下流の吸気の温度を上昇させる、もしくは、前記内燃機関の動力軸に連結された変速機の変速比を増加させることを特徴とする、請求項4に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項6] 前記凝縮水発生回避制御部は、前記インタークーラの冷却水路に流れる冷却水の流量を減少させる、もしくは、前記冷却水の温度を上昇させることにより、前記インタークーラ下流の吸気の温度を上昇させ

ることを特徴とする、請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項7] 前記凝縮水発生回避制御部は、前記内燃機関のノッキング発生までに余裕があると判定した場合に、前記インタークーラ下流の吸気の温度を上昇させることを特徴とする、請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項8] 前記凝縮水発生判定部は、前記吸気の湿度と前記過給機を構成するコンプレッサの下流の吸気の圧力とに基づいて前記水蒸気分圧を演算する、又は、前記インタークーラ下流の吸気の温度に基づいて前記飽和水蒸気分圧を演算することを特徴とする、請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項9] 前記内燃機関には、前記過給機のタービンの下流側の排気管と前記過給機のコンプレッサの上流側の吸気管とを連結する E G R 管と、前記 E G R 管を流れる E G R ガスの流量を制御するための E G R 弁とが備えられ、

前記凝縮水発生回避制御部は、前記凝縮水発生判定部により凝縮水が発生すると判定された場合に、前記 E G R 弁の開度を制御して前記 E G R ガスの流量を減少させることを特徴とする、請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項10] 前記凝縮水発生回避制御部は、前記凝縮水発生判定部により凝縮水が発生すると判定された場合に、前記 E G R 弁の開度を制御して前記 E G R ガスの流量を所定値まで減少させた後に、前記過給機の駆動状態を制御して前記吸気の圧力を調整することを特徴とする、請求項 9 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項11] 前記所定値は、ノッキング限界もしくは排気温度限界によって規定されることを特徴とする、請求項 10 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項12] 前記内燃機関には、前記過給機のタービンの下流側の排気管と前記過給機のコンプレッサの上流側の吸気管とを連結する E G R 管と、前記 E G R 管を流れる E G R ガスの流量を制御するための E G R 弁と、

前記EGRガスの流量を検出するEGR流量検出部と、前記EGRガスの温度を検出するEGR温度検出部と、が備えられ、

前記凝縮水発生判定部は、

前記湿度検出部が、前記EGR管と前記吸気管との接続点よりも上流側に配設されている場合には、前記吸気の湿度と前記過給機を構成するコンプレッサの下流の吸気の圧力と前記EGRガスの流量と前記EGRガスの温度とに基づいて前記水蒸気分圧を演算し、

前記湿度検出部が、前記EGR管と前記吸気管との接続点よりも下流側に配設されている場合には、前記吸気の湿度と前記過給機を構成するコンプレッサの下流の吸気の圧力とに基づいて前記水蒸気分圧を演算することを特徴とする、請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項13] 前記制御装置は、前記湿度検出部の異常もしくは故障を診断する診断部を更に備え、

前記凝縮水発生判定部は、前記診断部により前記湿度検出部が異常もしくは故障であると判定された場合、前記吸気の湿度が湿度上限値であるとして凝縮水発生の有無を判定することを特徴とする、請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項14] 前記制御装置は、前記内燃機関が搭載された車両の外界環境に関する情報、及び／又は、ドライバによる前記車両の操作に関する情報に基づいて前記湿度検出部により検出された前記吸気の湿度を補正することを特徴とする、請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項15] 前記車両の外界環境に関する情報は、車両の外界環境を認識するカメラ又はレインセンサから取得されることを特徴とする、請求項14に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項16] 前記車両の操作は、前記車両に装備されたワイパー又はフォグランプの操作を含むことを特徴とする、請求項14に記載の内燃機関の制御装置。

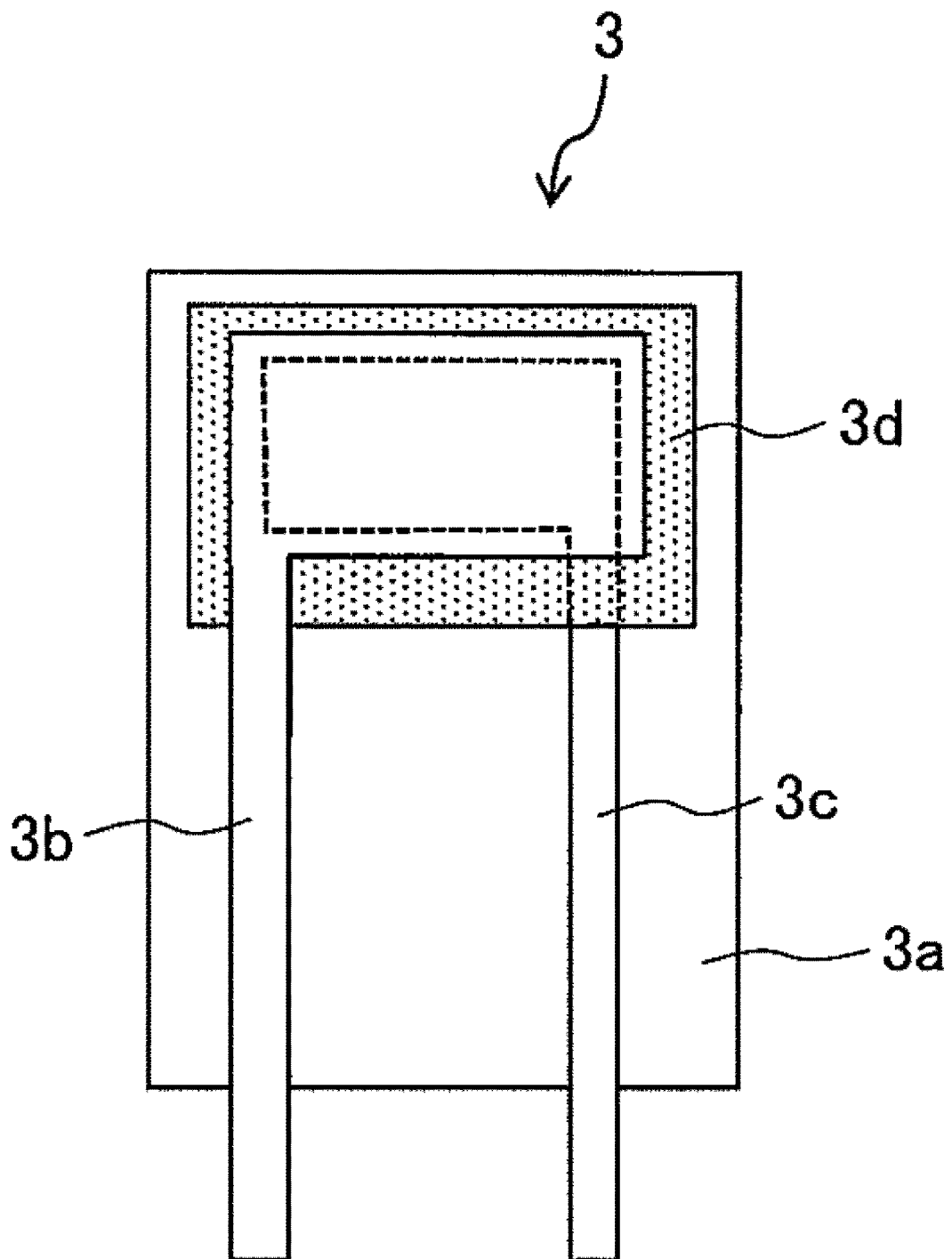
[請求項17] 前記制御装置は、前記内燃機関の燃焼室に導入される吸気の流量及

び燃料の流量と排気の空燃比とに基づいて前記湿度検出部により検出された前記吸気の湿度を補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

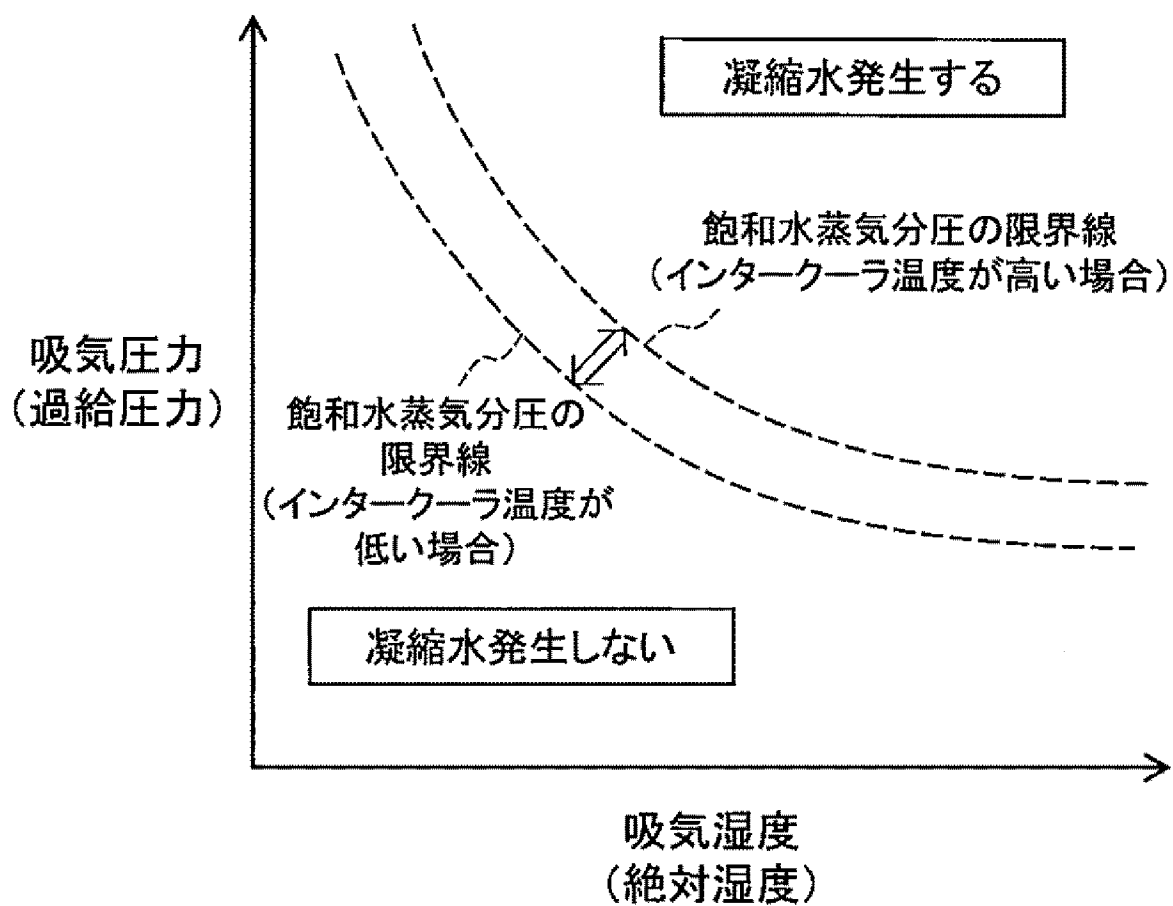
[請求項18] 前記内燃機関には、前記過給機のタービンの下流側の排気管と前記過給機のコンプレッサの上流側の吸気管とを連結する E G R 管と、前記 E G R 管を流れる E G R ガスの流量を制御するための E G R 弁と、が備えられ、

前記制御装置は、前記 E G R 管に流れる E G R ガスの流量が所定値以下である場合に、前記湿度検出部により検出された前記吸気の湿度を補正することを特徴とする、請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

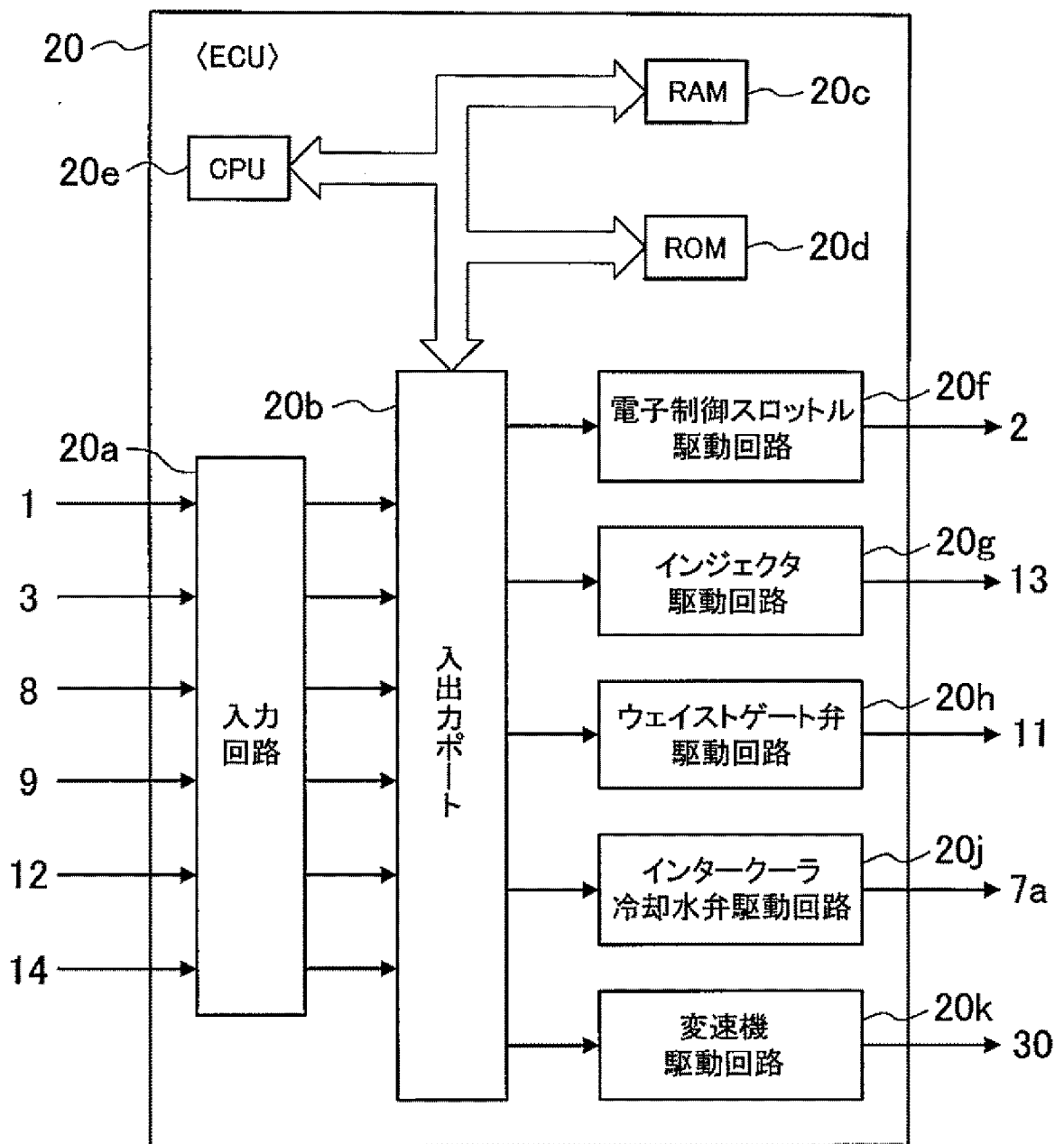
[図2]



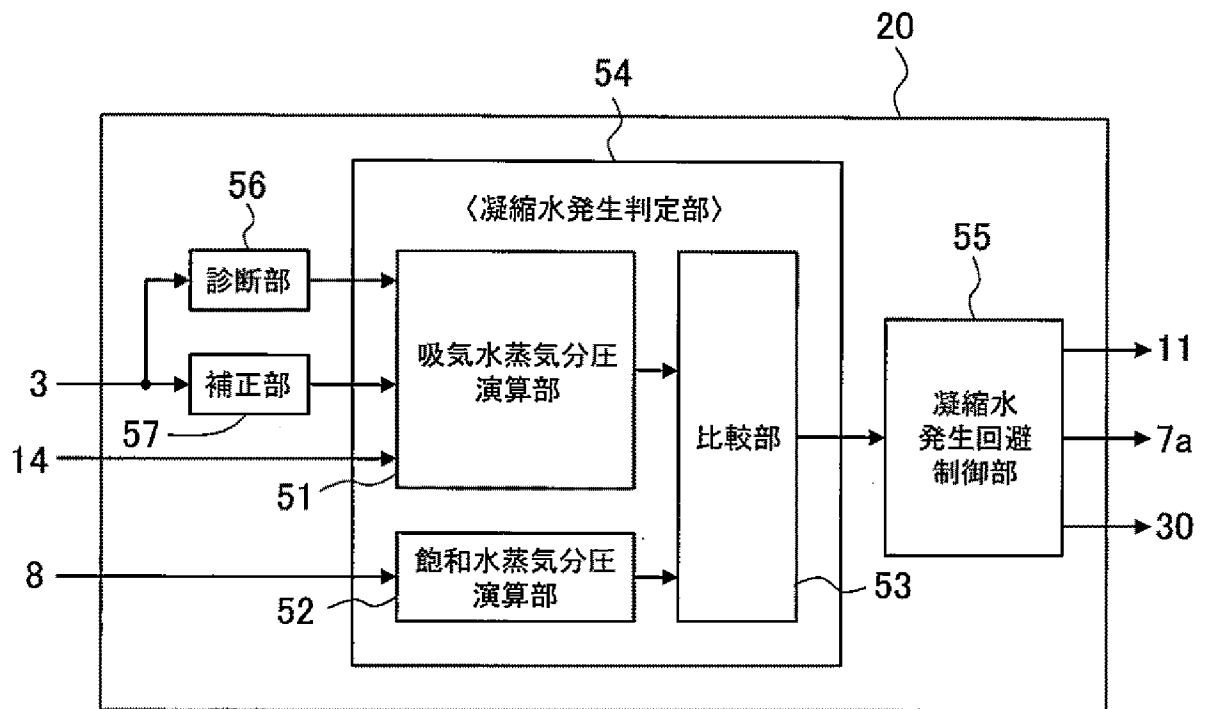
[図3]



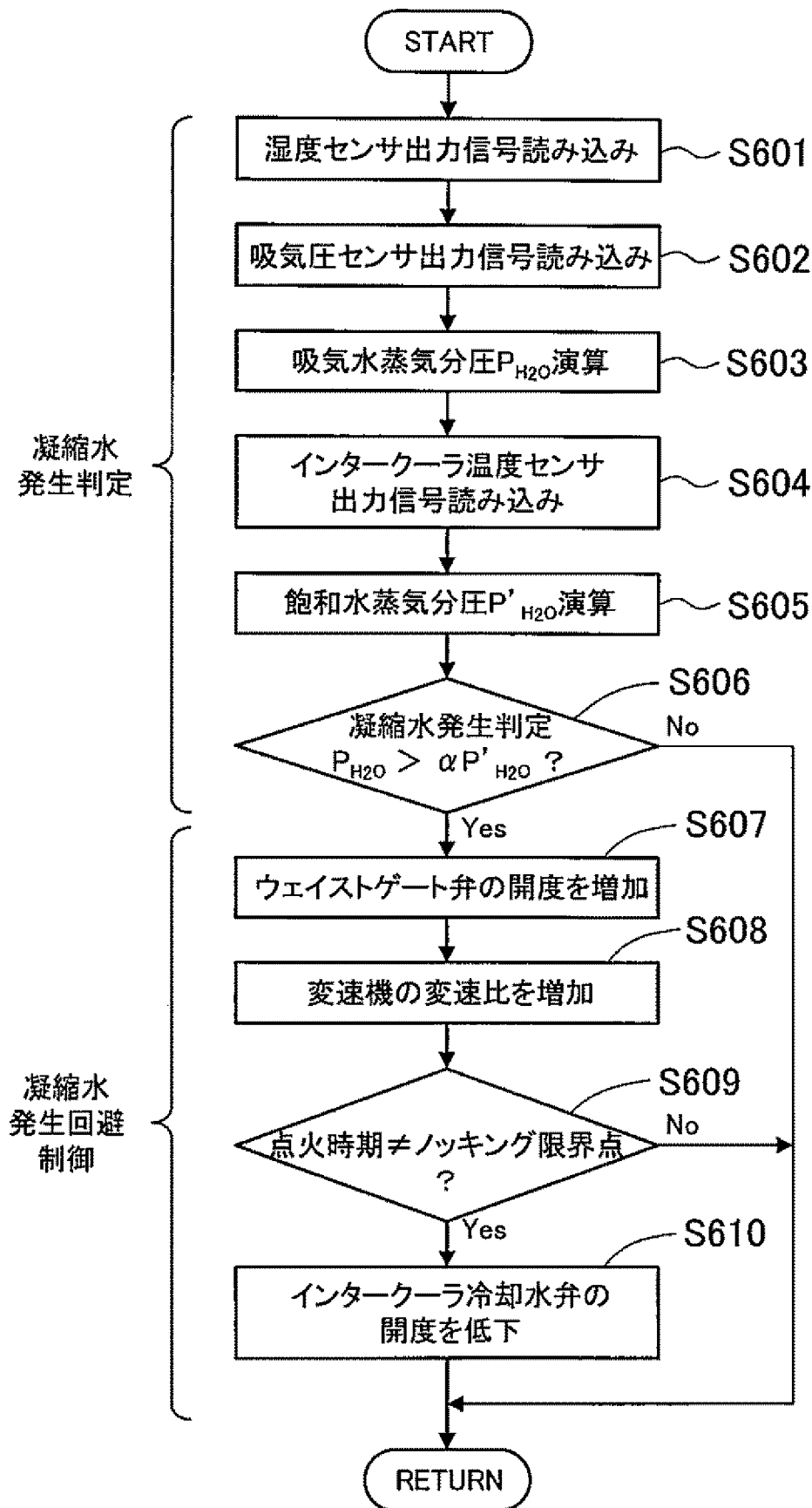
[図4]



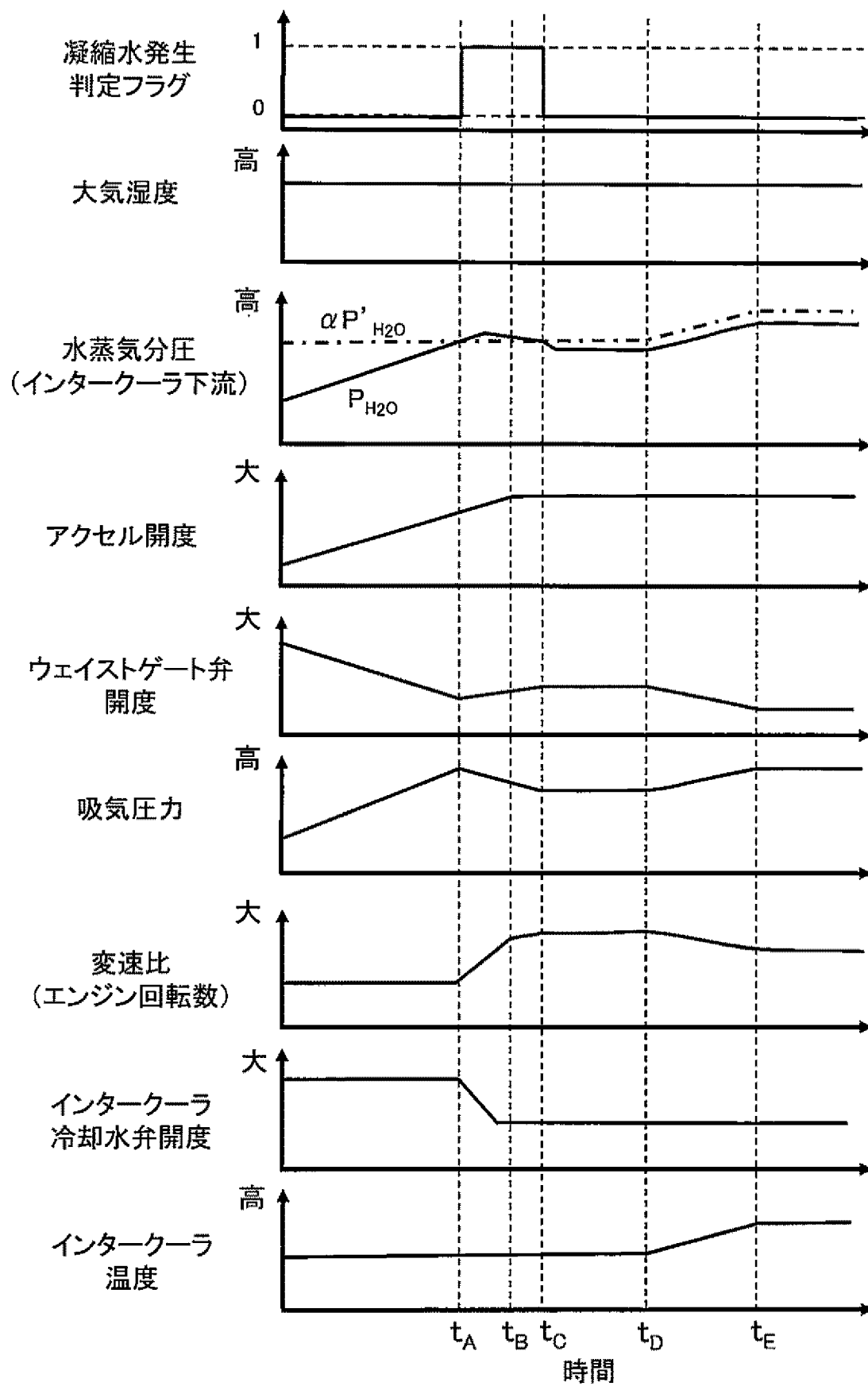
[図5]



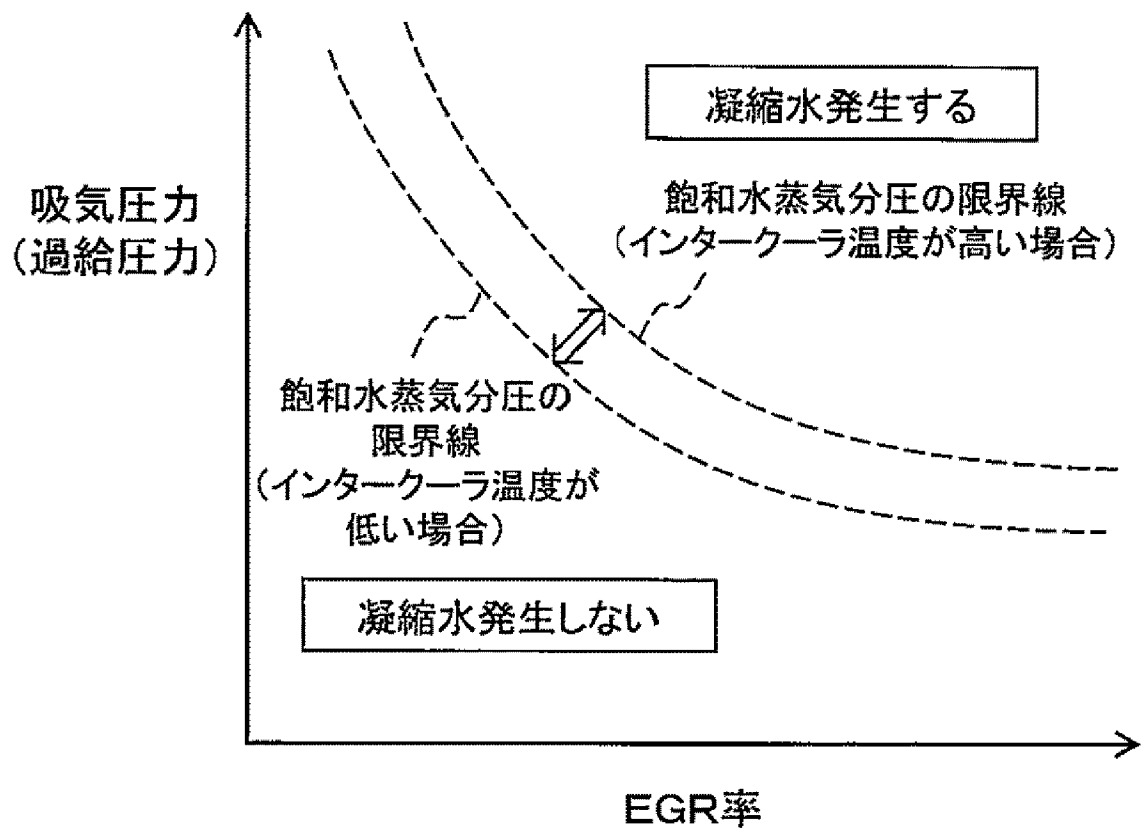
[図6]



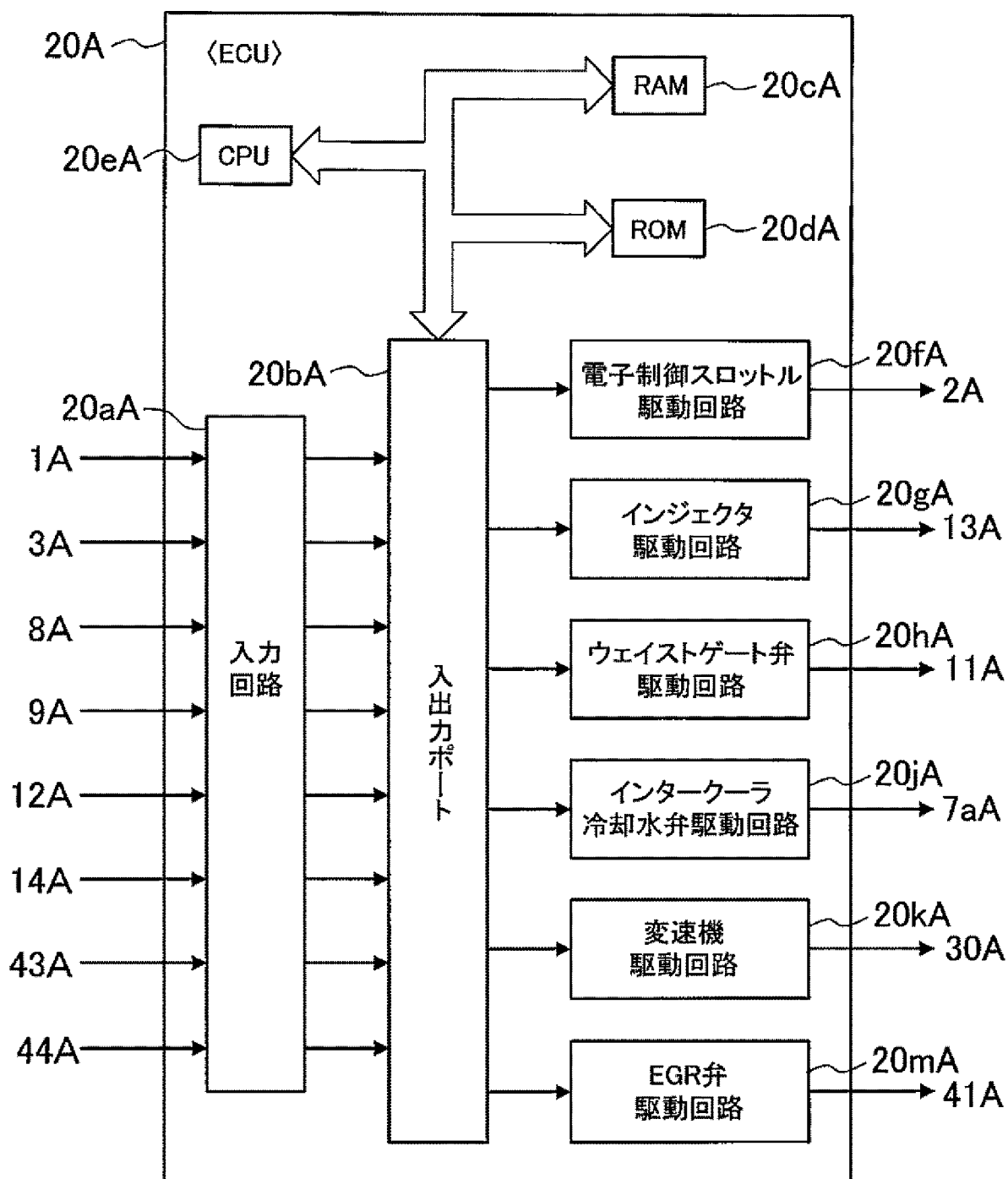
[図7]

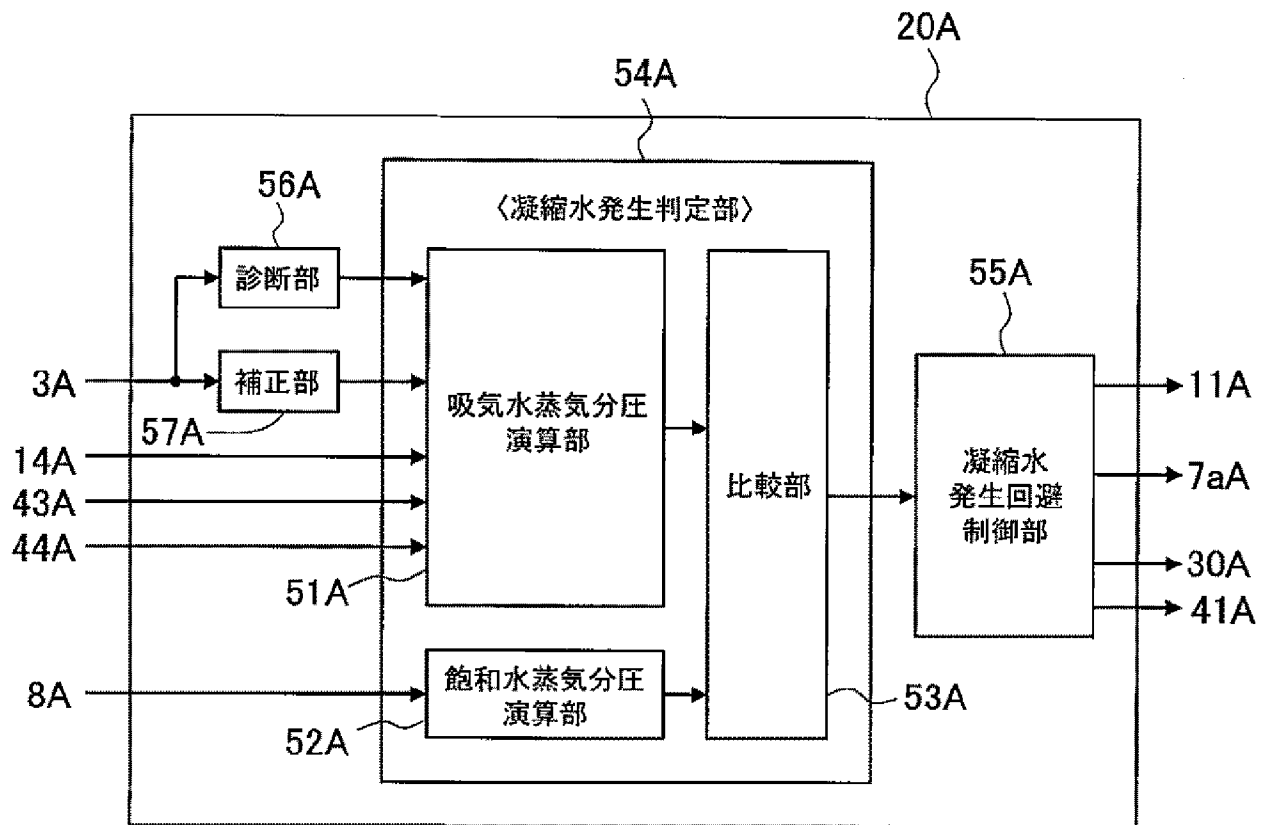


[図9]

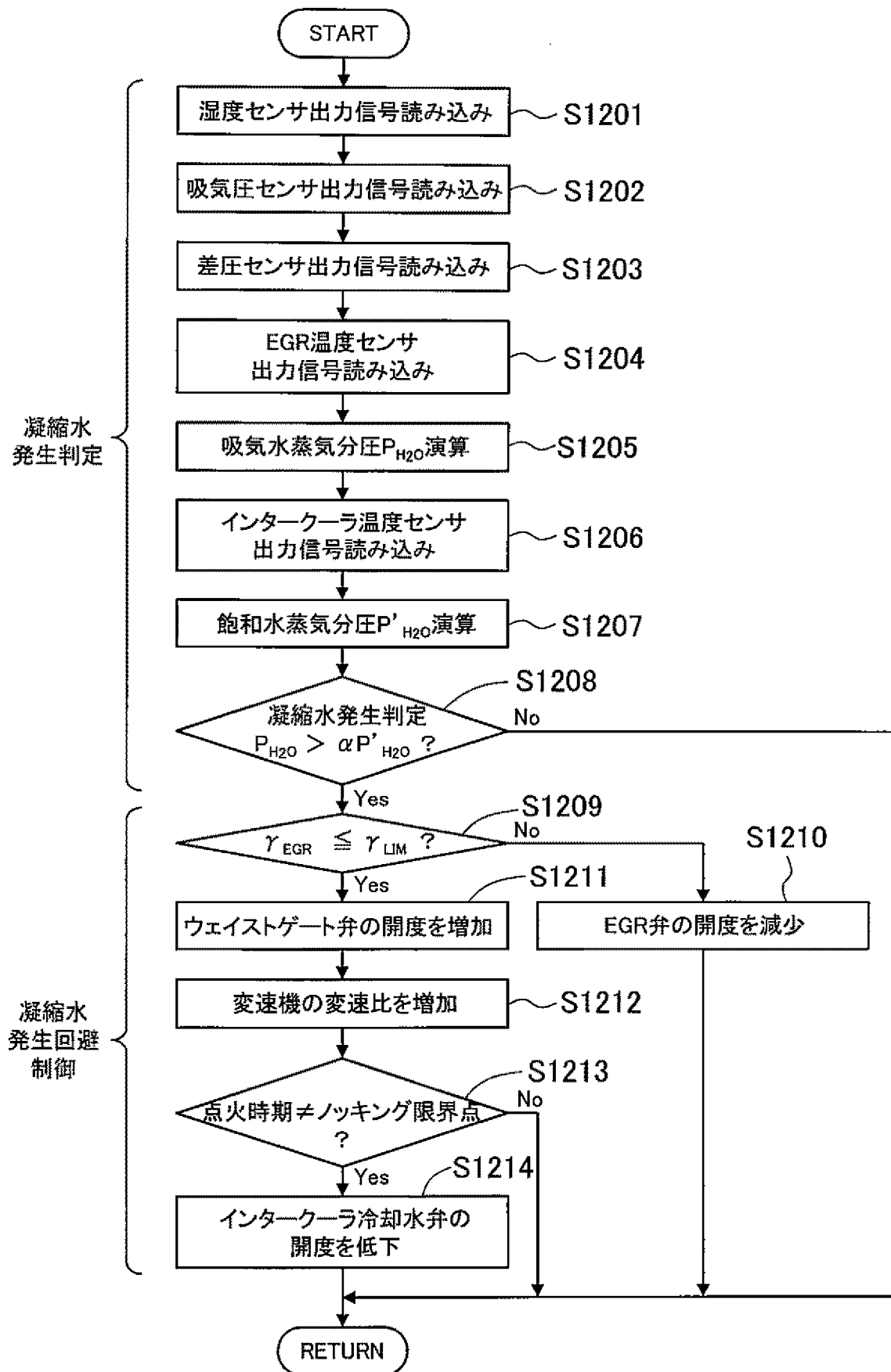


[図10]

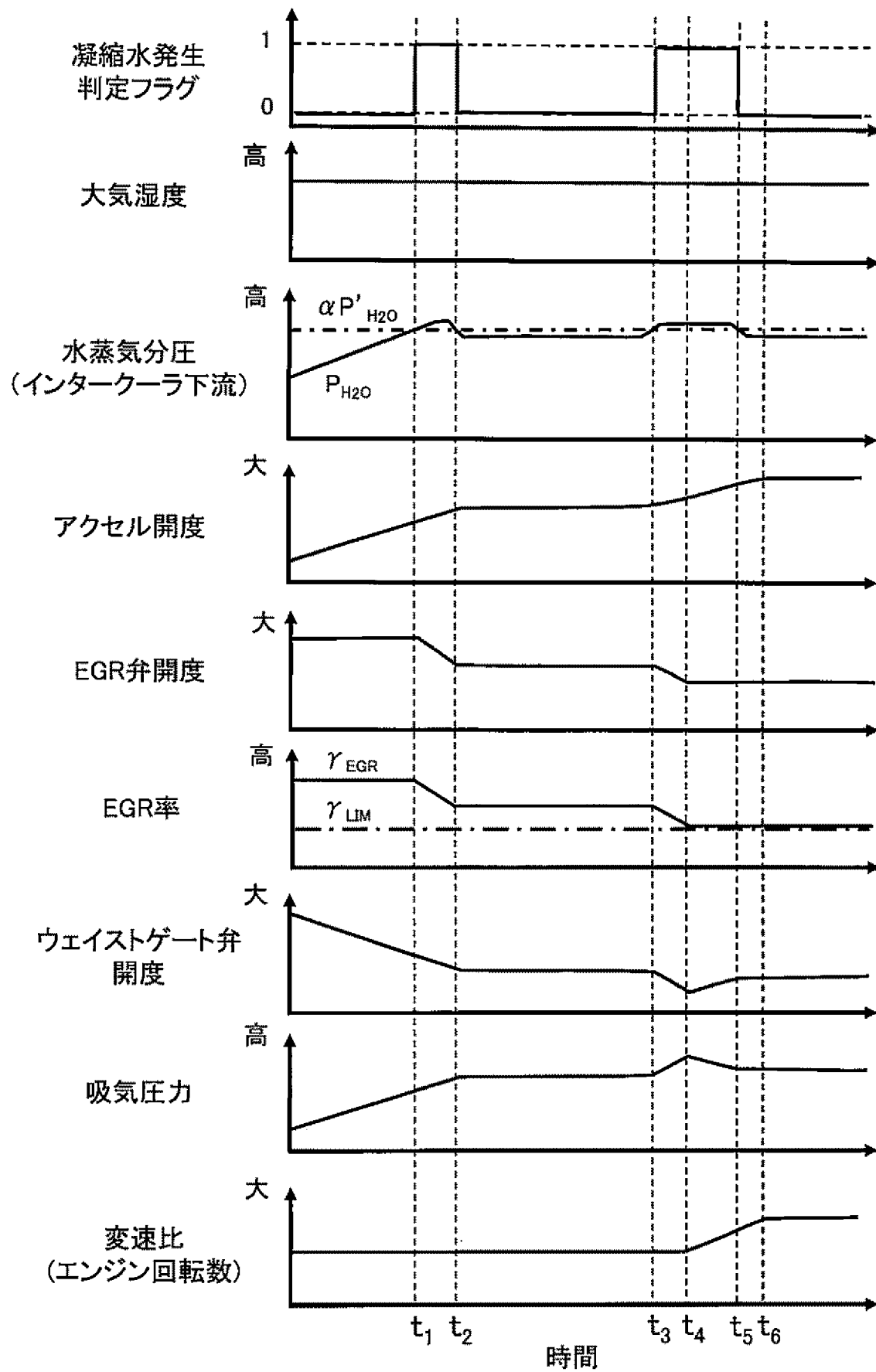




[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/076488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01)i, F02B29/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/16(2006.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02D29/00(2006.01)i, F02M25/07(2006.01)i, F02M35/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D45/00, F02B29/04, F02B37/00, F02B37/16, F02D21/08, F02D23/00, F02D29/00, F02M25/07, F02M35/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 58-023243 A (Toyo Kogyo Co., Ltd.), 10 February 1983 (10.02.1983), page 1, lower right column, line 4 to page 2, lower right column, line 6; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17
X Y A	JP 58-074846 A (Mitsubishi Motors Corp.), 06 May 1983 (06.05.1983), page 4, lower left column, line 5 to page 4, lower right column, line 11; fig. 11 (Family: none)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17
X Y A	JP 2006-144671 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), paragraphs [0008], [0012] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 December 2014 (05.12.14)

Date of mailing of the international search report
22 December 2014 (22.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/076488

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 61-152925 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 11 July 1986 (11.07.1986), claims; page 2, upper right column, line 1 to page 3, lower right column, line 18; page 4, upper right column, lines 3 to 6; fig. 1, 2, 4, 5 (Family: none)	1, 2 4-9, 13-16, 18 3, 10-12, 17
Y	JP 2013-036452 A (Mitsubishi Motors Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0007] to [0009], [0013], [0014], [0018], [0035]; fig. 1, 2 (Family: none)	4-9, 13, 18
Y	JP 2013-194691 A (Toyota Motor Corp.), 30 September 2013 (30.09.2013), abstract; paragraphs [0028], [0029], [0032] (Family: none)	9
Y	JP 10-239261 A (Yamatake-Honeywell Co., Ltd.), 11 September 1998 (11.09.1998), abstract; paragraphs [0019] to [0021] (Family: none)	13
Y	JP 2012-219694 A (Honda Motor Co., Ltd.), 12 November 2012 (12.11.2012), claim 2; paragraphs [0012], [0013], [0035], [0051] & US 2012/0259534 A1 & EP 2508370 A1 & CN 102733963 A	14-16
Y	JP 02-074857 A (Ford Motor Co.), 14 March 1990 (14.03.1990), page 3, upper right column, lines 3 to 7; page 4, lower left column, lines 2 to 5; page 5, lower right column, lines 6 to 8 & US 4909072 A & EP 351960 A2	18
A	JP 2010-223179 A (Toyota Industries Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0006] to [0010], [0020], [0021], [0026], [0027], [0061]; fig. 1 (Family: none)	1-18
A	JP 2013-204447 A (Toyota Motor Corp.), 07 October 2013 (07.10.2013), paragraphs [0018], [0032] to [0034] (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02B29/04(2006.01)i, F02B37/00(2006.01)i, F02B37/16(2006.01)i,
F02D21/08(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02D29/00(2006.01)i, F02M25/07(2006.01)i,
F02M35/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D45/00, F02B29/04, F02B37/00, F02B37/16, F02D21/08, F02D23/00, F02D29/00, F02M25/07, F02M35/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 58-023243 A（東洋工業株式会社）1983.02.10, 第1ページ右下欄第4行-第2ページ右下欄第6行, 第1図, 第2図 (ファミリーなし)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17
X Y A	JP 58-074846 A（三菱自動車工業株式会社）1983.05.06, 第4ページ左下欄第5行-第4ページ右下欄第11行, 第11図 (ファミリーなし)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 2 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

有賀 信

3 Z

3 9 2 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2006-144671 A (三菱重工業株式会社) 2006. 06. 08, 段落【0008】、【0012】 - 【0016】、【図 1】 (ファミリーなし)	1, 3 4-9, 13-16, 18 2, 10-12, 17
X Y A	JP 61-152925 A (ダイハツ工業株式会社) 1986. 07. 11, 特許請求の範囲, 第 2 ページ右上欄第 1 行-第 3 ページ右下欄 第 18 行, 第 4 ページ右上欄第 3-6 行, 第 1 図, 第 2 図, 第 4 図, 第 5 図 (ファミリーなし)	1, 2 4-9, 13-16, 18 3, 10-12, 17
Y	JP 2013-036452 A (三菱自動車工業株式会社) 2013. 02. 21, 段落【0007】 - 【0009】、【0013】、【0014】、【0018】、【0035】、【図 1】、 【図 2】 (ファミリーなし)	4-9, 13, 18
Y	JP 2013-194691 A (トヨタ自動車株式会社) 2013. 09. 30, 【要約】、段落【0028】、【0029】、【0032】 (ファミリーなし)	9
Y	JP 10-239261 A (山武ハネウエル株式会社) 1998. 09. 11, 【要約】、段落【0019】 - 【0021】 (ファミリーなし)	13
Y	JP 2012-219694 A (本田技研工業株式会社) 2012. 11. 12, 【請求項 2】、段落【0012】、【0013】、【0035】、【0051】 & US 2012/0259534 A1 & EP 2508370 A1 & CN 102733963 A	14-16
Y	JP 02-074857 A (フォード モーター カンパニー) 1990. 03. 14, 第 3 ページ右上欄第 3-7 行, 第 4 ページ左下欄第 2-5 行, 第 5 ページ右下欄第 6-8 行 & US 4909072 A & EP 351960 A2	18
A	JP 2010-223179 A (株式会社豊田自動織機) 2010. 10. 07, 段落【0006】 - 【0010】、【0020】、【0021】、【0026】、【0027】、【0061】、 【図 1】 (ファミリーなし)	1-18
A	JP 2013-204447 A (トヨタ自動車株式会社) 2013. 10. 07, 段落【0018】、【0032】 - 【0034】 (ファミリーなし)	1-18