

(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
2012 年 12 月 27 日(27.12.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/176286 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 21/08 (2006.01) *F02M 25/07* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/064223
- (22) 国際出願日: 2011 年 6 月 22 日(22.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 是永 真吾 (KORENAGA, Shingo) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 宮下 茂樹 (MIYASHITA, Shigeki) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 高橋 英樹, 外 (TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町 2 〇 番地 インテック 8 8 ビル 5 階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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: CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置

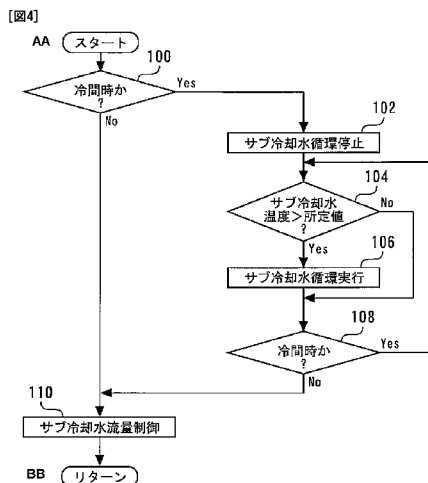


FIG. 4:
100, 108 Engine cold?
102 Stop circulation of sub cooling water
104 Sub cooling water temperature > prescribed value?
106 Circulate sub cooling water
110 Control flow volume of sub cooling water
AA Start
BB Return

(57) Abstract: Provided is a control device for an internal combustion engine with which external EGR gas can be introduced when the engine is cold while effectively suppressing the generation of condensed water from the EGR gas. This control device is equipped with: a twin-entry turbocharger (18); a first exhaust passage (14a) through which a first exhaust gas discharged from a first air cylinder group (#2 and #3) flows; a second exhaust passage (14b) through which a second exhaust gas discharged from a second air cylinder group (#1 and #4) flows; a sub cooling system that includes a sub cooling water passage (32) for cooling the first exhaust passage (14a); a main cooling system that includes a main cooling water passage (30) for cooling the second exhaust passage (14b); an EGR passage (24) that connects the first exhaust passage (14a) and an intake passage (12); and an EGR valve (26) that opens/closes the EGR passage (24). When EGR gas is introduced into the intake passage (12) when the internal combustion engine (10) is cold, the circulation of the sub cooling water within the sub cooling system is stopped.

(57) 要約: EGRガスからの凝縮水の発生を良好に抑制しつつ、冷間時に外部EGRガスを導入可能とした内燃機関の制御装置を提供する。ツインエントリー型ターボ過給機(18)を備える。第1気筒群(#2と#3)から排出された第1排気ガスが流れる第1排気通路(14a)と、第2気筒群(#1と#4)から排出された第2排気ガスが流れる第2排気通路(14b)とを備える。第1排気通路(14a)を冷却するためにサブ冷却水通路(32)を含むサブ冷却系を備える。第2排気通路(14b)を冷却するためにメイン冷却水通路(30)を含むメイン冷却系を備える。第1排気通路(14a)と吸気通路(12)とを接続するEGR通路(24)と、EGR通路(24)の開閉を担うEGR弁(26)とを備える。内燃機関(10)の冷間時にEGRガスを吸気通路(12)に導入する場合に、サブ冷却系

内のサブ冷却水の循環を停止する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] この発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、２系統の第１および第２排気通路をそれぞれ冷却するための２系統の第１および第２排気冷却手段を備える内燃機関を制御する装置として好適な内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献１には、過給機付き内燃機関の制御装置が開示されている。この従来の内燃機関は、過給機のタービンに通じる第１排気通路と、タービンを通らない第２排気通路と、第１排気通路におけるタービンの上流側部位と吸気通路とを接続するＥＧＲ通路と、ＥＧＲ通路の途中と第２排気通路とを接続する連絡通路と、ＥＧＲクーラーとを備えている。上記内燃機関では、冷間時には、第１排気通路を流れる排気ガスの一部が、ＥＧＲ通路および連絡通路を通して第２排気通路に導かれるようになっている。

尚、出願人は、本発明に関連するものとして、上記の文献を含めて、以下に記載する文献を認識している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：日本特開２００９－１９１６７８号公報

特許文献２：日本特開２０１０－１７４６４７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、排気通路と吸気通路とを接続するＥＧＲ通路を備える内燃機関において、冷間時には、燃焼悪化抑制などの観点より、ＥＧＲ通路を介して排気ガス（ＥＧＲガス）を吸気通路に還流させる制御（いわゆる、外部ＥＧＲ制御）を行わないことが一般的であると考えられる。しかしながら、ポンプ損失の低減による燃費向上を図る観点から、冷間時においても、外部ＥＧ

R制御を行うことが考えられる。

[0005] ところが、冷間時に外部EGR制御を行うようにすると、EGRガスが流れる通路（排気通路、EGR通路および吸気通路）の壁面温度が低いために、EGRガスから凝縮水が発生し易くなる。多量の凝縮水を含むEGRガスが筒内に吸入されると、内燃機関の耐久性悪化に繋がるおそれがある。

[0006] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、EGRガスからの凝縮水の発生を良好に抑制しつつ、冷間時に外部EGRガスを導入可能とした内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 第1の発明は、内燃機関の制御装置であって、

1または複数の第1気筒から排出される排気ガスが流れる第1排気通路と、

、

1または複数の第2気筒から排出される排気ガスが流れる第2排気通路と、

、

前記第1排気通路を冷却する第1排気冷却手段と、

前記第1排気冷却手段とは別に備えられ、前記第2排気通路を冷却する第2排気冷却手段と、

前記第1排気通路と吸気通路とを接続するEGR通路と、

前記EGR通路を介して前記吸気通路に導入するEGRガス量を制御するEGR制御手段と、

内燃機関の冷間時にEGRガスを前記吸気通路に導入する場合に、前記第1排気冷却手段による前記第1排気通路の冷却能力を、前記第2排気冷却手段による前記第2排気通路の冷却能力よりも小さくする排気冷却調整手段と、

、

を備えることを特徴とする。

[0008] また、第2の発明は、第1の発明において、

前記第1排気冷却手段は、第1冷却水の循環により前記第1排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記排気冷却調整手段は、前記第 1 排気冷却手段による前記第 1 冷却水の循環を停止させる手段であることを特徴とする。

[0009] また、第 3 の発明は、第 1 の発明において、

前記第 1 排気冷却手段は、第 1 冷却水の循環により前記第 1 排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記第 2 排気冷却手段は、第 2 冷却水の循環により前記第 2 排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記排気冷却調整手段は、前記第 2 冷却水の循環流量よりも前記第 1 冷却水の循環流量を少なくする手段であることを特徴とする。

[0010] また、第 4 の発明は、第 2 または第 3 の発明において、

前記内燃機関の冷間時に EGR ガスを前記吸気通路に導入する場合に、前記第 1 冷却水の温度が過上昇しないように、前記第 1 冷却水の循環流量を調整する水温過上昇抑制手段を更に備えることを特徴とする。

[0011] また、第 5 の発明は、第 1 乃至第 4 の発明の何れかにおいて、

前記第 1 排気通路の表面積は、前記第 2 排気通路の表面積よりも小さく設定されていることを特徴とする。

[0012] また、第 6 の発明は、第 1 乃至第 5 の発明の何れかにおいて、

前記内燃機関の排気エネルギーにより作動するタービンを有し、前記第 1 気筒からの排気ガスと前記第 2 気筒からの排気ガスとが前記第 1 排気通路と前記第 2 排気通路とを用いて隔離された状態で前記タービンに導かれるように構成されたツインエントリー式ターボ過給機を更に備えることを特徴とする。

[0013] また、第 7 の発明は、第 1 乃至第 6 の発明の何れかにおいて、

前記第 1 排気冷却手段は、第 1 冷却水の循環により前記第 1 排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記第 1 冷却水は、水冷式のインタークーラーを冷却するためのものであることを特徴とする。

発明の効果

- [0014] 第1の発明によれば、2系統の第1および第2排気通路のために2系統の第1および第2排気冷却手段を備えた内燃機関において、冷間時にEGRガスを吸気通路に導入する場合に、第1排気冷却手段による第1排気通路の冷却能力が、第2排気冷却手段による第2排気通路の冷却能力よりも小さくされる。これにより、特別な配慮もなしに冷間時に第1排気通路の冷却が行われる場合と比べ、第1排気通路の壁面温度を早期に上昇させられるようになる。その結果、第1排気通路からEGR通路に流入するEGRガスの温度を高くすることができる。これにより、EGRガスからの凝縮水の発生抑制によって筒内に流入する凝縮水の量を低減することができる。このように、本発明によれば、EGRガスからの凝縮水の発生を良好に抑制しつつ、冷間時に外部EGRガスを導入可能とすることができる。
- [0015] 第2の発明によれば、排気冷却調整手段が第1排気冷却手段による第1冷却水の循環を停止させることにより、冷間時に、第1排気冷却手段による第1排気通路の冷却能力を、第2排気冷却手段による第2排気通路の冷却能力よりも小さくすることができる。
- [0016] 第3の発明によれば、排気冷却調整手段が第2冷却水の循環流量よりも第1冷却水の循環流量を少なくすることにより、冷間時に、第1排気冷却手段による第1排気通路の冷却能力を、第2排気冷却手段による第2排気通路の冷却能力よりも小さくすることができる。
- [0017] 第4の発明によれば、冷間時に第1冷却水の循環を停止したり、或いは、冷間時に第1冷却水の循環流量を少なくしたりした場合に、第1冷却水の適切な温度管理を行えるようになる。
- [0018] 第5の発明によれば、第1排気通路の壁面温度の方が第2排気温度の壁面温度よりも温まり易くすることができるので、冷間時の第1冷却水温度の温度上昇を促進させることができる。これにより、第1排気通路側からEGR通路に流入するEGRガスからの凝縮水の発生を好適に抑制可能なハードウェア構成を得ることができる。
- [0019] 第6の発明によれば、2系統の第1および第2排気通路を有するツインエ

ントリー式ターボ過給機において、上記第 1 および第 5 の発明の効果を奏することができる。

- [0020] 第 7 の発明によれば、水冷式のインタークーラーのために通常のエンジン冷却水とは別系統の冷却系を備える内燃機関において、上記第 1 および第 6 の発明の効果を奏することができる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明の実施の形態 1 における内燃機関のシステム構成を説明するための図である。
- [図2]凝縮水量と壁面温度との関係を表した図である。
- [図3]筒内圧力（圧縮端圧力）と筒内流入水量との関係を表した図である。
- [図4]本発明の実施の形態 1 において実行される制御ルーチンのフローチャートである。
- [図5]図 4 に示すルーチンの制御実行時の流量制御弁の開度とサブ冷却水の温度の変化を表したタイムチャートである。
- [図6]冷却水の目標温度到達時間と排気通路の表面積との関係を表した図である。

発明を実施するための形態

- [0022] 実施の形態 1 .

[実施の形態 1 のシステム構成]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における内燃機関 10 のシステム構成を説明するための図である。ここでは、内燃機関 10 は、一例として直列 4 気筒型エンジンであり、その爆発順序は、# 1 → # 3 → # 4 → # 2 であるものとする。図 1 に示すように、内燃機関 10 は、筒内に空気を取り込むための吸気通路 12 と、筒内から排出される排気ガスが流れる排気通路 14 とを備えている。

- [0023] 排気通路 14 は、内燃機関 10 の第 1 気筒（本実施形態では、# 2 と # 3 の 2 つの気筒を対象としているので、以下、「第 1 気筒群」と称する）から排出された排気ガス（以下、「第 1 排気ガス」と称する）が流れる第 1 排気

通路 1 4 a と、内燃機関 1 0 の残りの第 2 気筒（本実施形態では、# 1 と # 4 の 2 つの気筒を対象としているので、以下、「第 2 気筒群」と称する）から排出された排気ガス（以下、「第 2 排気ガス」と称する）が流れる第 2 排気通路 1 4 b と、第 1 排気通路 1 4 a と第 2 排気通路 1 4 b と合流した後の一本の合流後排気通路 1 4 c とを備えている。また、本実施形態では、第 1 排気通路 1 4 a の表面積は、第 2 排気通路 1 4 b の表面積よりも小さく設定されている。

[0024] 吸気通路 1 2 の入口近傍には、吸気通路 1 2 に吸入される空気の流量に応じた信号を出力するエアフローメータ 1 6 が設けられている。エアフローメータ 1 6 の下流には、ターボ過給機 1 8 のコンプレッサ 1 8 a が配置されている。ターボ過給機 1 8 は、コンプレッサ 1 8 a と一体的に連結され、排気ガスの排気エネルギーによって作動するタービン 1 8 b を備えている。コンプレッサ 1 8 a は、タービン 1 8 b に入力される排気ガスの排気エネルギーによって回転駆動されるようになっている。

[0025] コンプレッサ 1 8 a の下流側の吸気通路 1 2 には、コンプレッサ 1 8 a により圧縮された空気を冷却するための水冷式のインタークーラー 2 0 が配置されている。更に、インタークーラー 2 0 の下流には、吸気通路 1 2 を流れる空気量を調整するための電子制御式のスロットルバルブ 2 2 が配置されている。

[0026] ターボ過給機 1 8 のタービン 1 8 b は、図 1 に示すように、第 1 排気通路 1 4 a と第 2 排気通路 1 4 b との合流部に設置されている。このように、ターボ過給機 1 8 は、第 1 排気通路 1 4 a および第 2 排気通路 1 4 b を介して、互いに独立した状態で上記第 1 気筒群（# 2 と # 3）および上記第 2 気筒群（# 1 と # 4）から第 1 排気ガスおよび第 2 排気ガスの供給を受けるターボ過給機、すなわち、いわゆるツインエントリー型（ツインスクロール型）ターボ過給機である。

[0027] また、第 1 排気通路 1 4 a には、EGR 通路 2 4 の一端が接続されている。この EGR 通路 2 4 の他端は、スロットルバルブ 2 2 の下流側において吸

気通路 1 2 (のサージタンク 1 2 a) に接続されている。E G R 通路 2 4 における吸気通路 1 2 側の端部付近には、E G R 通路 2 4 の開閉を担う E G R 弁 2 6 が設けられている。このような構成によれば、この E G R 通路 2 4 を介して、第 1 排気通路 1 4 a を流れる第 1 排気ガスの一部を吸気通路 1 2 に還流させる制御、いわゆる外部 E G R (Exhaust Gas Recirculation) 制御を行うことができる。

[0028] また、本実施形態のシステムは、第 1 気筒群 (# 2 と # 3) と第 2 気筒群 (# 1 と # 4) とで異なるように構成された 2 系統の排気冷却系を備えている。具体的には、図 1 に示すように、シリンダヘッド 2 8 の内部には、通常のエンジン冷却水 (以下、「メイン冷却水」と称する) が流通するメイン冷却水通路 3 0 が形成されている。

[0029] メイン冷却水は、図示省略するメインウォーターポンプによって、メイン冷却水通路 3 0 を含む内燃機関 1 0 の所定の冷却部位 (シリンダヘッドの他にはシリンダブロックなど) のための冷却水路と、メイン冷却水を冷却するためのメインラジエーター (図示省略) との間を循環するように構成されている。第 2 気筒群 (# 1 と # 4) 側の第 2 排気通路 1 4 b の第 2 排気ポート 1 4 b 1 の周辺のシリンダヘッド 2 8 には、図 1 に示すように、メイン冷却水通路 3 0 が通っている。このため、第 2 排気ポート 1 4 b 1 は、メイン冷却水によって冷却されるようになっている。

[0030] 一方、第 1 気筒群 (# 2 と # 3) 側の第 1 排気通路 1 4 a の第 1 排気ポート 1 4 a 1 の周辺のシリンダヘッド 2 8 には、上記メイン冷却水とは別系統であり、インタークーラー 2 0 を冷却するための冷却水 (以下、「サブ冷却水」と称する) が流通するサブ冷却水通路 3 2 が通っている。サブ冷却水通路 3 2 は、図 1 に示すように、インタークーラー 2 0 にサブ冷却水を循環させるための通路である。サブ冷却水通路 3 2 の途中には、サブ冷却水を循環させるためのサブウォーターポンプ 3 4 と、サブ冷却水を冷却するためのサブラジエーター 3 6 と、サブ冷却水通路 3 2 内を流れるサブ冷却水の流量を調整するための流量制御弁 3 8 とがそれぞれ設けられている。このような構

成によって、第1排気ポート14a1は、サブ冷却水によって冷却されるようになっている。また、サブ冷却水の循環流量は、基本的に、内燃機関10の主たる冷却を担うことで熱負荷の大きいメイン冷却系を流れるメイン冷却水の循環流量よりも少なくなるように、上記2系統の冷却系が構成されている。

[0031] また、図1に示すシステムは、ECU(Electronic Control Unit)40を備えている。ECU40の入力部には、上述したエアフローメータ16に加え、メイン冷却水の温度を検知するためのメイン冷却水温度センサ42、および、第1排気ポート14a1付近のサブ冷却水の温度を検知するためのサブ冷却水温度センサ44等の内燃機関10の運転状態を検出するための各種センサが接続されている。また、ECU40の出力部には、上述したスロットルバルブ22、EGR弁26、サブウォーターポンプ34および流量制御弁38に加え、内燃機関10に燃料を供給するための燃料噴射弁46、および、混合気に点火するための点火プラグ48等の内燃機関10の運転状態を制御するための各種アクチュエータが接続されている。ECU40は、上述した各種センサの出力に基づき、所定のプログラムに従って各種アクチュエータを作動させることにより、内燃機関10の運転状態を制御するものである。

[0032] [実施の形態1における特徴的な制御]

ところで、内燃機関10から排出される排気ガス中には所定割合の水が多量に含まれている。このため、上述した本実施形態の内燃機関10のように排気通路と吸気通路とを接続するEGR通路を備える内燃機関において、冷間時に外部EGR制御を行うようにすると、EGRガスが流れる通路（排気通路、EGR通路および吸気通路）の壁面温度が低いために、EGRガスから凝縮水が発生し易くなる。

[0033] 図2は、凝縮水量と壁面温度との関係を表した図である。図2に示すような傾向で、EGRガスが流れる通路（排気通路、EGR通路および吸気通路）の壁面温度が低いほど、EGRガスからの凝縮水の発生量が多くなる。図

3は、筒内圧力（圧縮端圧力）と筒内流入水量との関係を表した図である。図3に示すような傾向で、EGRガスとともに筒内に流入する凝縮水量が多いほど、圧縮端圧力が高くなる。この理由は、液体である水は筒内で圧縮されにくいため、その分だけ筒内の空気の体積が小さくなり、その結果として筒内圧力が高くなるからである。このため、多量の凝縮水を含むEGRガスが筒内に吸入されることによって内燃機関の耐久性悪化を招くのを回避するためには、図3に示すように、圧縮端圧力が過大とならないように、設計限界を超えない範囲内に筒内流入水量を少なく抑制することが必要となる。

[0034] そこで、本実施形態では、内燃機関10の冷間時に外部EGR制御を行う場合には、EGR通路24へのEGRガスの導入を担う第1排気通路14aの冷却能力を、他方の第2排気通路14bの冷却能力よりも小さくするようにした。具体的には、冷間時に、第1排気通路14a（第1排気ポート14a1）へのサブ冷却水の循環を停止するようにした。

[0035] また、本実施形態では、冷間時に第1排気通路14aへのサブ冷却水の循環を停止させている場合には、第1排気ポート14a1付近のサブ冷却水温度が過上昇しないように、サブ冷却水の循環流量を調整するようにした。具体的には、サブ冷却水の循環停止中において、第1排気ポート14a1付近のサブ冷却水温度が所定値よりも高い場合には、サブ冷却水の循環を実行（循環停止を解除）するようにした。

[0036] 図4は、本発明の実施の形態1における冷間時の制御を実現するために、ECU40が実行する制御ルーチンを示すフローチャートである。尚、本ルーチンの制御の前提として、冷間時に外部EGR制御が実行されるものとする。

[0037] 図4に示すルーチンでは、まず、内燃機関10が冷間状態であるか否かが判定される（ステップ100）。具体的には、本ステップ100では、メイン冷却水温度センサ42によって検知されるメイン冷却水の温度が所定値よりも低い場合に、内燃機関10が冷間状態にある（すなわち、暖機中である）と判定される。

- [0038] 上記ステップ１００において内燃機関１０が冷間状態にあると判定された場合には、サブ冷却水の循環が停止される（ステップ１０２）。具体的には、サブウォーターポンプ３４の駆動が停止した状態とされ、かつ、流量制御弁３８が閉弁状態とされる。
- [0039] 次に、サブ冷却水温度センサ４４により検知されるサブ冷却水の温度が所定値よりも高いか否かが判定される（ステップ１０４）。本ステップ１０４における所定値は、第１排気ポート１４a１付近のサブ冷却水の温度の過上昇の有無を判断できる閾値として予め設定された値である。
- [0040] 上記ステップ１０４においてサブ冷却水の温度が上記所定値よりも高いと判定された場合には、サブ冷却水の循環が実行（循環停止が解除）される（ステップ１０６）。具体的には、サブウォーターポンプ３４の駆動が実行され、かつ、流量制御弁３８が所定の開度を開かれる。尚、サブ冷却水の温度に応じて、流量制御弁３８の開度を変化させるようにしてもよい。例えば、サブ冷却水の温度が上記所定値以下となるように、サブ冷却水の温度が高いほど、流量制御弁３８の開度を大きくするようにしてもよい。
- [0041] 上記ステップ１０６の処理が実行された場合、或いは、上記ステップ１０４の判定が不成立であった場合には、内燃機関１０が未だ冷間状態にあるか否かが判定される（ステップ１０８）。その結果、内燃機関１０が未だ冷間状態にあると判定された場合には、上記ステップ１０４以降の処理が繰り返し実行される。
- [0042] 一方、上記ステップ１００もしくは１０８において内燃機関１０が冷間状態ではないと判定された場合、つまり、内燃機関１０の暖機が完了している（もしくは完了した）と判断できる場合には、通常運転時のサブ冷却水の流量制御が実行される（ステップ１１０）。具体的には、サブウォーターポンプ３４の駆動が実行され、かつ、流量制御弁３８の開度が内燃機関１０の運転状態に応じた所定の開度に制御される。
- [0043] 以上説明した図４に示すルーチンによれば、内燃機関１０が冷間状態にある場合（冷間時）には、サブ冷却水の循環が停止される。これにより、冷間

時に外部EGR制御を行う場合に、EGR通路24へのEGRガスの導入を担う第1排気通路14a（の第1排気ポート14a1）の冷却能力が、他方の第2排気通路14b（の第2排気ポート14b1）の冷却能力よりも小さくされることになる。その結果、冷間時に、第1排気ポート14a1の壁面温度を早期に上昇させられるようになるので、第1排気通路14aからEGR通路24に流入するEGRガスの温度を高くすることができる。これにより、EGRガスからの凝縮水の発生抑制によって筒内に流入する凝縮水の量を低減することができるので、筒内への凝縮水の流入による内燃機関10の耐久性悪化を防止することができる。このように、本実施形態のシステムによれば、EGRガスからの凝縮水の発生を良好に抑制しつつ、冷間時に外部EGRガスを導入可能とすることができる。また、本実施形態の構成によれば、以上説明した冷間時の制御を実行しつつ、メイン冷却水を利用したもう一方の冷却系を用いて、内燃機関10を流通する冷却水（メイン冷却水）の暖機を継続させることができる。

[0044] 図5は、上記図4に示すルーチンの制御実行時の流量制御弁38の開度とサブ冷却水の温度の変化を表したタイムチャートである。また、図6は、冷却水の目標温度到達時間と排気通路の表面積との関係を表した図である。尚、図5中に実線で示す波形は、図1に示す構成、すなわち、第1気筒群（#2と#3）側の第1排気ポート14a1をサブ冷却水が冷却する構成が用いられた場合のものであり、一方、図5中に破線で示す波形は、対比のための構成、より具体的には、第2気筒群（#1と#4）側の第2排気ポート14b1をサブ冷却水が冷却する構成が用いられた場合のものである。

[0045] 上記図4に示すルーチンの制御が実行されることにより、図5に示すように、冷間始動時には、流量制御弁38が閉じられた状態で、サブ冷却水温度センサ44により検知されるサブ冷却水の温度が時間経過とともに上昇していく。上記図4に示すルーチンによれば、図5（B）に示すようにサブ冷却水の循環停止後にサブ冷却水の温度が上記所定値に達した場合には、図5（A）に示すように流量制御弁38が開かれる（これに加えてサブウォーター

ポンプ 3 4 の駆動が行われる) ことにより、サブ冷却水の循環が実行される。これにより、図 5 (B) に示すように、サブ冷却水の温度が上記所定値を超えて過上昇するのを防止することができる。尚、図 5 は、時間経過とともに内燃機関 1 0 が暖機されていく冷間時を対象としているので、サブ冷却水の温度は、基本的に、内燃機関 1 0 の暖機の進行に伴って上昇する傾向となっている。

[0046] また、本実施形態の内燃機関 1 0 では、既述したように、E G R 通路 2 4 に接続される第 1 排気通路 1 4 a の表面積は、第 2 排気通路 1 4 b の表面積よりも小さく設定されている。このような設定を有することにより、本実施形態のように第 1 排気通路 1 4 a をサブ冷却水が冷却する構成 (実線) を用いた場合に、表面積が相対的に大きな第 2 排気通路 1 4 b をサブ冷却水が冷却する構成 (破線) と比べ、図 5 (B) に示すように、サブ冷却水の温度上昇を促進させることができる。つまり、図 6 に示すように、排気通路の表面積が小さいほど、当該排気通路を冷却する冷却水の温度が所定の目標温度に到達する時間が短くなる。本設定を有することにより、第 1 排気通路 1 4 a 側から E G R 通路 2 4 に流入する E G R ガスからの凝縮水の発生を好適に抑制可能なハードウェア構成を得ることができる。より詳細に説明すると、本実施形態では、冷間時にサブ冷却水の循環を停止する手法を用いているので、表面積に関する上記設定の採用によって第 1 排気ポート 1 4 a 1 の周囲に滞留しているサブ冷却水の温度上昇を促進させることができる。表面積に関する本設定は、このような手法とは異なり、冷間時にメイン冷却水の循環水量よりもサブ冷却水の循環水量を少なくする手法 (後述する代替手法) を採用している場合において、サブ冷却水の温度上昇の促進に対して有効である。

[0047] ところで、上述した実施の形態 1 においては、冷間時には、サブ冷却水の循環を基本的に (サブ冷却水温度が過上昇しない限り) 停止することにより、第 1 排気通路 1 4 a の冷却能力が他方の第 2 排気通路 1 4 b の冷却能力よりも小さくなるようにしている。しかしながら、本発明の排気冷却調整手段

が第 1 排気通路の冷却能力を他方の第 2 排気通路の冷却能力よりも小さくするための具体的な手法は、サブ冷却水の循環を停止するものに限らない。すなわち、例えば、冷間時に、第 2 排気通路 14 b を冷却するメイン冷却水の循環流量よりも第 1 排気通路 14 a を冷却するサブ冷却水の循環流量を少なくするという手法（実施の形態 1 の手法との区別のために、以下、「代替手法」と称する）を用いたものであってもよい。また、この代替手法は、上記のように、冷間時にサブ冷却水とメイン冷却水の循環流量に差が生ずるように流量を制御するものに限らない。すなわち、本代替手法は、上述した内燃機関 10 のハードウェア構成がそうであるように、サブ冷却水の循環流量がメイン冷却水の循環流量よりも少ない構成の 2 系統の冷却系を備えるものにおいて、冷間時にサブ冷却水側の第 1 排気通路 14 a から EGR 通路 24 に EGR ガスを導入するようになっていることで実現されるものであってもよい。更に、上記代替手法を用いる場合においても、上述した実施の形態 1 と同様に、第 1 排気通路 14 a を冷却するサブ冷却水の温度が過上昇しないように、サブ冷却水の水量を調整するようにしてもよい。

[0048] また、上述した実施の形態 1 における次の設定、すなわち、EGR 通路 24 に接続される第 1 排気通路 14 a の表面積を第 2 排気通路 14 b の表面積よりも小さくするという設定は、第 1 排気通路 14 a を冷却するサブ冷却水の循環を停止してしまわない上記代替手法が用いられている場合において、冷間時にサブ冷却水の温度上昇を促進させるうえで好適なものである。そして、本設定を有することにより、EGR ガスからの凝縮水の発生を良好に抑制することができる。

[0049] また、上述した実施の形態 1 においては、第 1 気筒として #2 と #3 の 2 気筒からなる第 1 気筒群を有し、第 2 気筒として #1 と #4 の 2 気筒からなる第 2 気筒群を有する内燃機関 10 を例に挙げて説明を行った。しかしながら、本発明における第 1 気筒および第 2 気筒は、上記の例に限定されるものではない。すなわち、第 1 気筒は 1 気筒、もしくは 3 気筒以上の複数気筒であってもよく、同様に、第 2 気筒は 1 気筒、もしくは 3 気筒以上の複数気筒

であってもよい。

[0050] 尚、上述した実施の形態 1 においては、サブ冷却水通路 32、サブウォーターポンプ 34、サブラジエーター 36 および流量制御弁 38 を備えるサブ冷却系が前記第 1 の発明における「第 1 排気冷却手段」に、メイン冷却水通路 30 並びに図示省略するメインウォーターポンプおよびメインラジエーターを備えるメイン冷却系が前記第 1 の発明における「第 2 排気冷却手段」に、それぞれ相当している。また、ECU 40 が、EGR 弁 26 の開度を制御して EGR ガス量を制御することにより前記第 1 の発明における「EGR 制御手段」が、上記ステップ 100 の判定が成立する場合に上記ステップ 102 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「排気冷却調整手段」が、それぞれ実現されている。

また、上述した実施の形態 1 においては、サブ冷却水が前記第 2、第 3 または第 7 の発明における「第 1 冷却水」に、メイン冷却水が前記第 3 の発明における「第 2 冷却水」に、それぞれ相当している。

また、上述した実施の形態 1 においては、ECU 40 が上記ステップ 104 の判定が成立した場合に上記ステップ 106 の処理を実行することにより前記第 4 の発明における「水温過上昇抑制手段」が実現されている。

符号の説明

- [0051] 10 内燃機関
12 吸気通路
12a サージタンク
14 排気通路
14a 第 1 排気通路
14a1 第 1 排気ポート
14b 第 2 排気通路
14b1 第 2 排気ポート
14c 合流後排気通路
16 エアフローメータ

- 1 8 ツインエントリー型ターボ過給機
- 1 8 a コンプレッサ
- 1 8 b タービン
- 2 0 水冷式インタークーラー
- 2 2 スロットルバルブ
- 2 4 E G R (Exhaust Gas Recirculation) 通路
- 2 6 E G R 弁
- 2 8 シリンダヘッド
- 3 0 メイン冷却水通路
- 3 2 サブ冷却水通路
- 3 4 サブウォーターポンプ
- 3 6 サブラジエーター
- 3 8 流量制御弁
- 4 0 E C U (Electronic Control Unit)
- 4 2 メイン冷却水温度センサ
- 4 4 サブ冷却水温度センサ
- 4 6 燃料噴射弁
- 4 8 点火プラグ

請求の範囲

[請求項1]

1 または複数の第1気筒から排出される排気ガスが流れる第1排気通路と、

1 または複数の第2気筒から排出される排気ガスが流れる第2排気通路と、

前記第1排気通路を冷却する第1排気冷却手段と、

前記第1排気冷却手段とは別に備えられ、前記第2排気通路を冷却する第2排気冷却手段と、

前記第1排気通路と吸気通路とを接続するEGR通路と、

前記EGR通路を介して前記吸気通路に導入するEGRガスを制御するEGR制御手段と、

内燃機関の冷間時にEGRガスを前記吸気通路に導入する場合に、前記第1排気冷却手段による前記第1排気通路の冷却能力を、前記第2排気冷却手段による前記第2排気通路の冷却能力よりも小さくする排気冷却調整手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

[請求項2]

前記第1排気冷却手段は、第1冷却水の循環により前記第1排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記排気冷却調整手段は、前記第1排気冷却手段による前記第1冷却水の循環を停止させる手段であることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の制御装置。

[請求項3]

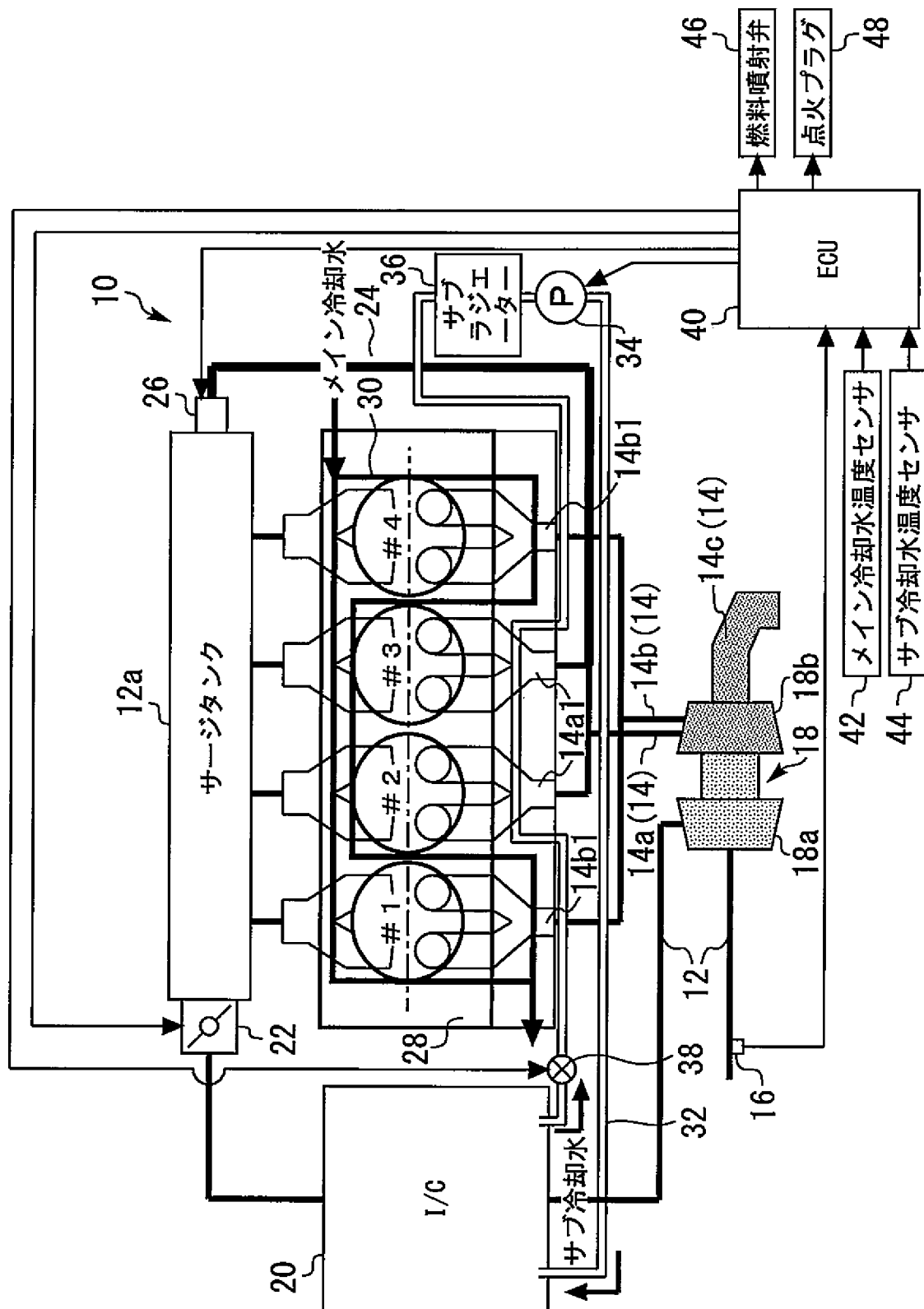
前記第1排気冷却手段は、第1冷却水の循環により前記第1排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

前記第2排気冷却手段は、第2冷却水の循環により前記第2排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、

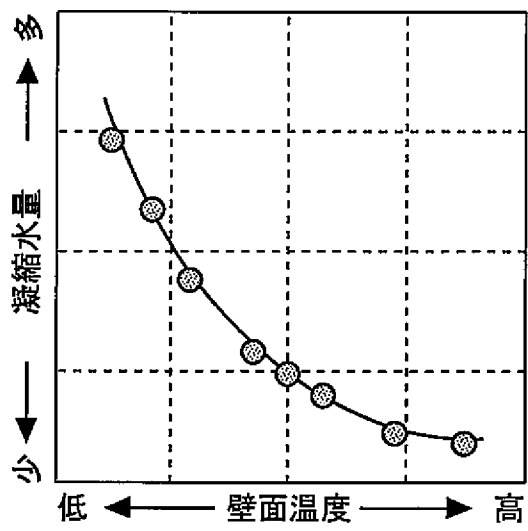
前記排気冷却調整手段は、前記第2冷却水の循環流量よりも前記第1冷却水の循環流量を少なくする手段であることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の制御装置。

- [請求項4] 前記内燃機関の冷間時にEGRガスを前記吸気通路に導入する場合に、前記第1冷却水の温度が過上昇しないように、前記第1冷却水の循環流量を調整する水温過上昇抑制手段を更に備えることを特徴とする請求項2または3記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項5] 前記第1排気通路の表面積は、前記第2排気通路の表面積よりも小さく設定されていることを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項6] 前記内燃機関の排気エネルギーにより作動するタービンを有し、前記第1気筒からの排気ガスと前記第2気筒からの排気ガスとが前記第1排気通路と前記第2排気通路とを用いて隔離された状態で前記タービンに導かれるように構成されたツインエントリー式ターボ過給機を更に備えることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項7] 前記第1排気冷却手段は、第1冷却水の循環により前記第1排気通路を冷却する水冷式の冷却手段であり、
前記第1冷却水は、水冷式のインタークーラーを冷却するためのものであることを特徴とする請求項1乃至6の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

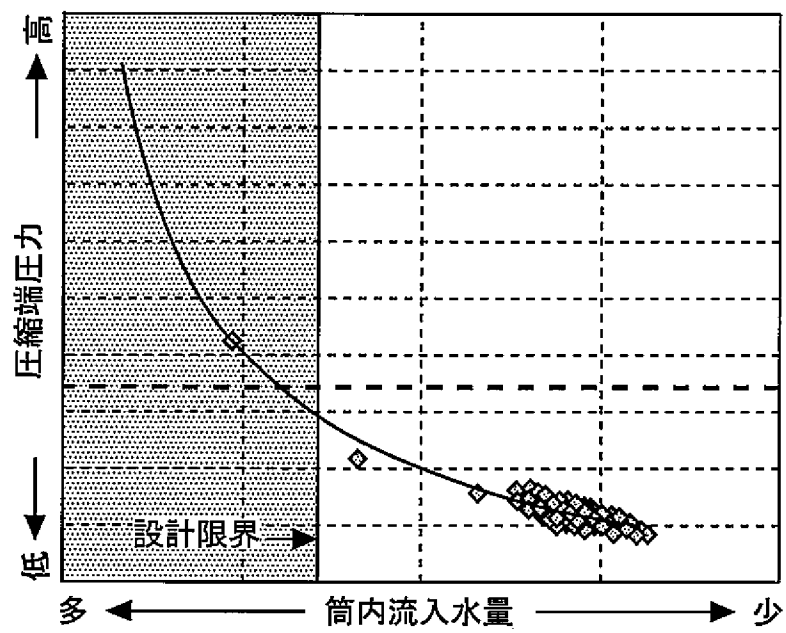
[図1]



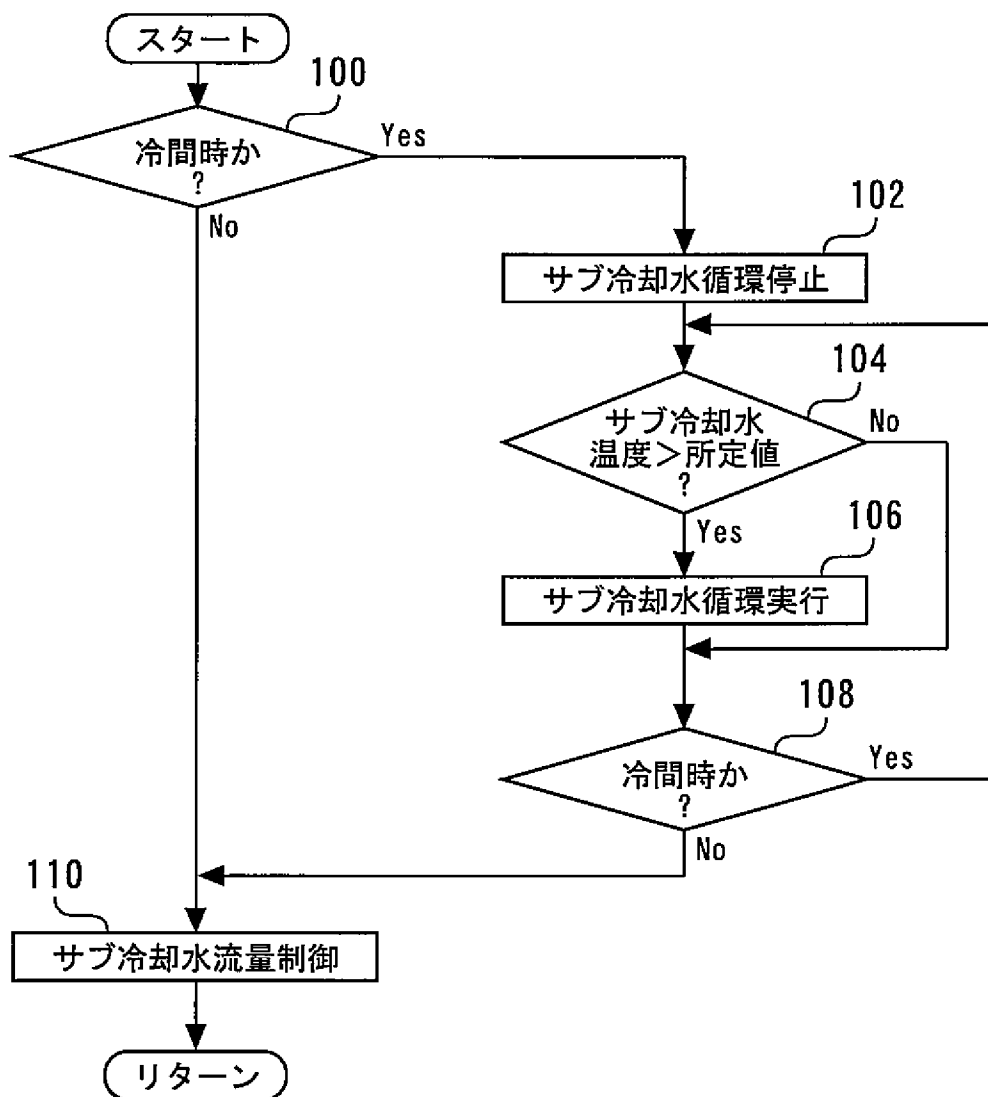
[図2]



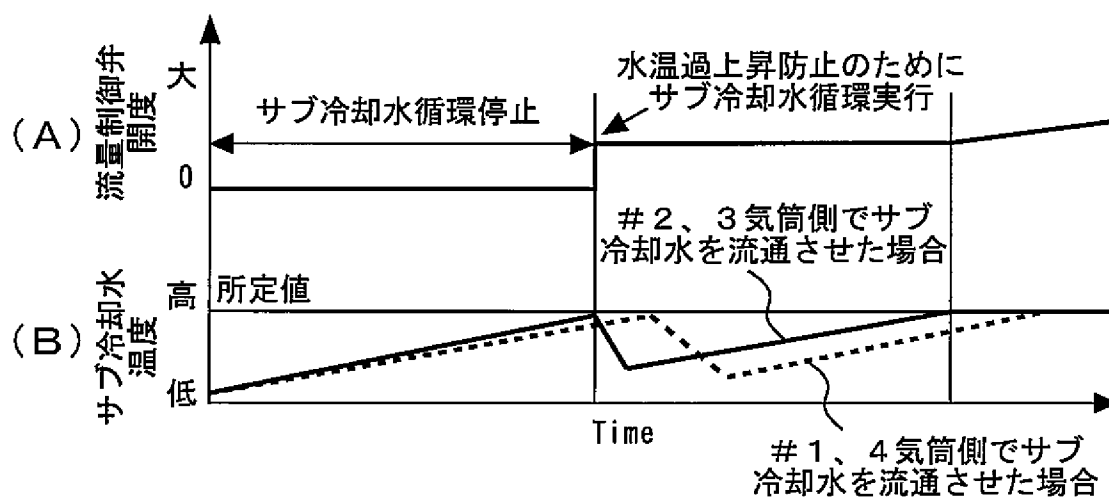
[図3]



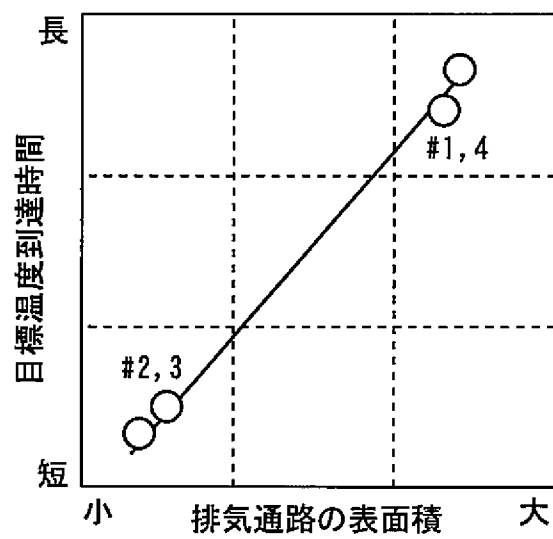
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064223

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D21/08 (2006.01) i, F02M25/07 (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)

F02D21/08, F02M25/07

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
A	JP 2009-287435 A (Toyota Motor Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), paragraphs [0061] to [0066]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2011-099335 A (Honda Motor Co., Ltd.), 19 May 2011 (19.05.2011), claim 1; paragraphs [0010] to [0014]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2003-503626 A (Saab Automobile AB.), 28 January 2003 (28.01.2003), fig. 1 & US 6742506 B1 & WO 2001/000981 A1	1-7

☒ 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
15 July, 2011 (15.07.11)

Date of mailing of the international search report
26 July, 2011 (26.07.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064223

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-068545 A (Nippon Soken, Inc., Toyota Motor Corp.), 18 April 1984 (18.04.1984), fig. 1 to 5 (Family: none)	1-7
A	JP 2004-308613 A (Denso Corp.), 04 November 2004 (04.11.2004), claims 1 to 2; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2011-007139 A (Toyota Motor Corp.), 13 January 2011 (13.01.2011), paragraphs [0014] to [0016]; fig. 7 (Family: none)	1-7
A	JP 2002-147292 A (Hino Motors, Ltd.), 22 May 2002 (22.05.2002), abstract; paragraphs [0004] to [0008], [0021] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2009-121393 A (Toyota Motor Corp.), 04 June 2009 (04.06.2009), abstract; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-7
A	JP 2007-040141 A (Toyota Motor Corp., Daihatsu Motor Co., Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), abstract; paragraphs [0016] to [0020]; fig. 1 & US 2007/0028902 A1 & EP 1772612 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02D21/08 (2006.01)i, F02M25/07 (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. F02D21/08, F02M25/07

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
A	JP 2009-287435 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 12. 10, 段落【0061】 - 【0066】, 図 3-4 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-099335 A (本田技研工業株式会社) 2011. 05. 19, 請求項 1, 段落【0010】 - 【0014】, 図 1 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2003-503626 A (サーブ オートモービル アクティエポラーク) 2003. 01. 28, 図 1 & US 6742506 B1 & WO 2001/000981 A1	1-7

☒ 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

1 5 . 0 7 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 7 . 2 0 1 1

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

米澤 篤

3 Z

4 1 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 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
A	JP 59-068545 A (株式会社日本自動車部品総合研究所、トヨタ自動車株式会社) 1984. 04. 18, 第 1 図-第 5 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2004-308613 A (株式会社デンソー) 2004. 11. 04, 請求項 1-2, 図 1 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-007139 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 01. 13, 段落【0014】 - 【0016】, 図 7 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2002-147292 A (日野自動車株式会社) 2002. 05. 22, 要約, 段落【0004】 - 【0008】, 【0021】 - 【0025】, 図 1 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2009-121393 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 06. 04, 要約, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2007-040141 A (トヨタ自動車株式会社、ダイハツ工業株式会社) 2007. 02. 15, 要約, 段落【0016】 - 【0020】, 図 1 & US 2007/0028902 A1 & EP 1772612 A1	1-7