

(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 9 月 13 日(13.09.2012)



(10) 国際公開番号

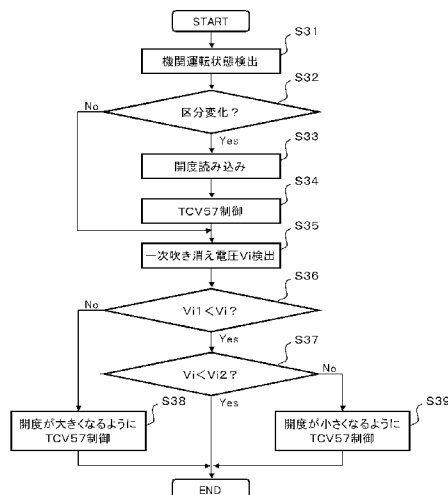
WO 2012/120668 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/02 (2006.01) *F02B 23/10* (2006.01)
F01P 7/16 (2006.01) *F02B 31/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/055541
- (22) 国際出願日: 2011 年 3 月 9 日(09.03.2011)
- (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): 大村哲生 (OMURA, Tetsuo) [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: 片山修平(KATAYAMA, Shuhei); 〒1040031 東京都中央区京橋 1-6-1 三井住友海上テックビル 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: ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: エンジンの制御装置

[図8]



- S31 Detect engine operating state
S32 Change in classification?
S33 Read aperture
S34 Control TCV (57)
S35 Detect primary blow-out voltage (Vi)
S38 Control TCV (57) to make aperture larger
S39 Control TCV (57) to make aperture smaller

(57) Abstract: In the present invention, an ECU (70) which is provided with a TCV (57) that makes it possible to vary tumble flow generated in a cylinder, is provided to an engine (50) configured such that the occurrence of cooling loss in a cylinder head (52) can be inhibited while the cooling of a cylinder block (51) is maintained. The ECU (70) is provided with a control unit that, on the basis of a primary blow-out voltage (V_i), provides the TCV (57) with feedback control so that if the flow rate of the airflow passing along the surface of either the cylinder head (52) or a piston (53) in the cylinder becomes greater than the flow rate of the airflow passing along the surface of the other the flow rate of the airflow passing along the surface of the cylinder head (52) is made to be greater than the flow rate of the airflow passing along the surface of the piston (53).

(57) 要約: ECU (70) は筒内に生成されるタンブル流を変に TCV (57) を備え、シリンダブロック (51) の冷却を確保しつつ、シリンダヘッド (52) における冷却損失の発生を抑制可能に構成されたエンジン (50) に対して設けられる。ECU (70) は一次吹き消え電圧 V_i に基づき、筒内において、シリンダヘッド (52) およびピストン (53) のうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合に、シリンダヘッド (52) 側で表面に沿って流通する気流の流速が、ピストン (53) 側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなるように TCV (57) をフィードバック制御する制御部を備える。

明 細 書

発明の名称 : エンジンの制御装置

技術分野

[0001] 本発明はエンジンの制御装置に関する。

背景技術

[0002] エンジンでは一般に冷却が行われている。また、エンジンでは筒内にタンブル流を生成することがある。この点、筒内に生成するタンブル流を可変にする技術が例えば特許文献 1 で開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 0 5 - 1 8 0 2 4 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] エンジンの冷却は、例えばノッキングの発生を抑制するために行われる。しかしながら、必要以上に冷却を行うと冷却損失が増大する。結果、熱効率の低下、すなわち燃費の悪化を招くことになる。このためエンジンを冷却するにあたっては、必要に応じた冷却を行うことで、冷却損失の発生を極力抑制しつつ、エンジンの冷却性を確保することが望ましい。

[0005] この点、発生する冷却損失の大きさは筒内からの放熱態様によって異なってくる。そして、筒内からの放熱態様にはタンブル流も影響する。このため、冷却損失の発生を抑制するには、エンジンの冷却態様だけでなく、タンブル流による筒内からの放熱態様についても合わせて考慮することが望ましい。

[0006] 本発明は上記課題に鑑み、タンブル流による筒内からの放熱態様を合わせて考慮することで、冷却損失の発生を好適に抑制しつつエンジンの冷却性を確保可能なエンジン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] 本発明は前記筒内を流通する気流の流速を指標可能なパラメータに基づき、前記筒内において、前記シリンダヘッドおよび前記ピストンのうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合に、前記シリンダヘッド側で表面に沿って流通する気流の流速が、前記ピストン側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなるように前記タンブル流可変部をフィードバック制御する制御部を備えるエンジンの制御装置である。

[0008] 本発明は前記筒内に臨むようにして前記シリンダヘッドに点火プラグが設けられており、前記制御部が、前記点火プラグの放電が前記筒内に生成されるタンブル流によって最初に吹き消されるときに放電電圧に基づき、前記タンブル流可変部をフィードバック制御する構成とすることができる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、タンブル流による筒内からの放熱態様を合わせて考慮することで、冷却損失の発生を好適に抑制しつつエンジンの冷却性を確保できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] エンジンの冷却装置の概略構成図である。

[図2] エンジンの概略構成図である。

[図3] 点火プラグの放電電圧の変化の一例を示す図である。

[図4] ECUの概略構成図である。

[図5] 機関運転状態の分類を模式的に示す図である。

[図6] タンブル流の流通態様を示す図である。

[図7] 冷却水の流通制御をフローチャートで示す図である。

[図8] TCVの制御をフローチャートで示す図である。

[図9] 燃焼室の熱伝達率および表面積割合を示す図である。

[図10] タンブル流の回転数のばらつき具合を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 図面を用いて本発明の実施例について説明する。

- [0012] 図 1 に示すエンジンの冷却装置（以下、冷却装置と称す） 1 は図示しない車両に搭載されており、ウォーターポンプ（以下、W/P と称す） 11 と、ラジエータ 12 と、サーモスタット 13 と、流量調節弁 14 と、エンジン 50 と、第 1 から第 4 の部分流量調節弁 61 から 64 までを備えている。W/P 11 は冷却媒体圧送部であり、冷却媒体である冷却水を圧送するとともに、圧送する冷却水の流量を可変にする可変 W/P となっている。W/P 11 が圧送する冷却水はエンジン 50 に供給される。
- [0013] エンジン 50 はシリンダブロック 51 およびシリンダヘッド 52 を備えている。シリンダブロック 51 には第 1 の冷却媒体通路であるブロック側ウォータージャケット（以下、ブロック側 W/J と称す） 511 が形成されている。ブロック側 W/J 511 はシリンダブロック 51 に 1 系統の冷却系統を形成している。一方、シリンダヘッド 52 には第 2 の冷却媒体通路であるヘッド側ウォータージャケット（以下、ヘッド側 W/J と称す） 521 が形成されている。ヘッド側 W/J 521 はシリンダヘッド 52 に複数（ここでは 4 つ）の異なる冷却系統を形成している。W/P 11 が圧送する冷却水は具体的にはブロック側 W/J 511 およびヘッド側 W/J 521 に供給される。
- [0014] 冷却装置 1 では複数の冷却水循環経路が形成されている。冷却水循環経路としては、例えばブロック側 W/J 511 が組み込まれた循環経路であるブロック側循環経路 C1 がある。このブロック側循環経路 C1 を流通する冷却水は、W/P 11 から吐出された後、ブロック側 W/J 511 を流通し、さらにサーモスタット 13 を介するか、或いはラジエータ 12 およびサーモスタット 13 を介して W/P 11 に戻るようになっている。
- [0015] また冷却水循環経路としては、例えばヘッド側 W/J 521 が組み込まれた循環経路であるヘッド側循環経路 C2 がある。このヘッド側循環経路 C2 を流通する冷却水は、W/P 11 から吐出された後、流量調節弁 14、第 1 から第 4 の部分流量調節弁 61 から 64 までのうち少なくともいずれか、およびヘッド側 W/J 521 が形成する 4 系統の冷却系統のうち少なくともいずれかを流通し、さらにサーモスタット 13 を介するか、或いはラジエータ

１２およびサーモスタット１３を介してＷ／Ｐ１１に戻るようになっている。

[0016] ラジエータ１２は熱交換器であり、流通する冷却水と空気との間で熱交換を行うことで冷却水を冷却する。サーモスタット１３はＷ／Ｐ１１に入口側から連通する流通経路を切り替える。具体的にはサーモスタット１３は、冷却水温が所定値未満の場合にラジエータ１２をバイパスする流通経路を連通状態にし、所定値以上の場合にラジエータ１２を流通する流通経路を連通状態にする。

[0017] 流量調節弁１４はヘッド側循環経路Ｃ２のうち、循環経路Ｃ１、Ｃ２が分岐した後の部分、且つシリンダヘッド５２よりも上流側の部分に設けられており、さらに具体的には第１から第４の部分流量調節弁６１から６４までよりも上流側の部分に設けられている。

[0018] 流量調節弁１４は、シリンダヘッド５２の冷却能力を調整可能な冷却能力調整部となっている。この点、流量調節弁１４は具体的には、ヘッド側Ｗ／Ｊ５２１を流通する冷却水の流量を全体的に調節することで、シリンダヘッド５２の冷却能力を全体的に調整可能な冷却能力調整部となっている。

[0019] また、このように設けられた流量調節弁１４は、シリンダブロック５１の冷却を確保しつつ、シリンダヘッド５２の冷却能力を抑制可能な冷却能力調整部となっている。具体的には流量調節弁１４は、シリンダブロック５１の冷却能力を抑制することなく、シリンダヘッド５２の冷却能力を抑制可能な冷却能力調整部となっている。

[0020] この点、流量調節弁１４は例えばシリンダブロック５１およびシリンダヘッド５２とともに冷却水を流通させる高回転高負荷時のシリンダブロック５１の冷却能力およびシリンダヘッド５２の冷却能力がある場合に、これらの冷却能力に対してシリンダブロック５１の冷却能力を抑制することなく、シリンダヘッド５２の冷却能力を抑制可能な冷却能力調整部となっている。

[0021] さらにこのように設けられた流量調節弁１４は、シリンダヘッド５２の冷却能力を抑制するようにヘッド側Ｗ／Ｊ５２１を流通する冷却水の流量を調

節した場合に、シリンダブロック 5 1 の冷却能力を高めるようにブロック側 W/J 5 1 1 を流通する冷却水の流量を調節可能な冷却能力調整部となっている。

[0022] 第 1 から第 4 の部分流量調節弁 6 1 から 6 4 までは、ヘッド側循環経路 C 2 のうち、流量調節弁 1 4 およびシリンダヘッド 5 2 の間の部分に、ヘッド側 W/J 5 2 1 が形成する 4 系統の冷却系統に対応させて設けられている。これら部分流量調節弁 6 1 から 6 4 までは、シリンダヘッド 5 2 の冷却能力を調整可能な冷却能力調整部となっており、さらに具体的にはヘッド側 W/J 5 2 1 を流通する冷却水の流量を部分的に調節することで、シリンダヘッド 5 2 の冷却能力を部分的に調整可能な冷却能力調整部となっている。

[0023] 冷却装置 1 では、ブロック側循環経路 C 1 を流通する冷却水が、W/P 1 1 によって圧送された後、一巡するまでの間にヘッド側 W/J 5 2 1 を流通することがないようにになっている。また、冷却装置 1 ではヘッド側循環経路 C 2 を流通する冷却水が、W/P 1 1 によって圧送された後、一巡するまでの間にブロック側 W/J 5 1 1 を流通することがないようにになっている。すなわち冷却装置 1 では、ブロック側 W/J 5 1 1 とヘッド側 W/J 5 2 1 とが互いに異なる冷却媒体循環経路に組み込まれている。

[0024] 次にエンジン 5 0 についてさらに具体的に説明する。図 2 に示すように、シリンダブロック 5 1 にはシリンダ 5 1 a が形成されている。シリンダ 5 1 a にはピストン 5 3 が設けられている。シリンダブロック 5 1 には断熱性の高いガスケット 5 4 を介してシリンダヘッド 5 2 が固定されている。ガスケット 5 4 はその高い断熱性でシリンダブロック 5 1 からシリンダヘッド 5 2 への熱伝達を抑制する。シリンダ 5 1 a、シリンダヘッド 5 2 およびピストン 5 3 は、燃焼室 5 5 を形成している。シリンダヘッド 5 2 には燃焼室 5 5 に吸気を導く吸気ポート 5 2 a と、燃焼室 5 5 から燃焼ガスを排出する排気ポート 5 2 b が形成されている。シリンダヘッド 5 2 には、燃焼室 5 5 の上部略中央に臨むようにして点火プラグ 5 6 が設けられている。

[0025] ブロック側 W/J 5 1 1 は、具体的には第 1 の部分冷却媒体通路である部

分W/J 5 1 1を備えている。部分W/J 5 1 1は具体的にはシリンダ5 1 aの周辺部に設けられている。そして部分W/J 5 1 1の上流部Pはシリンダ5 1 aの壁面のうち、筒内（燃焼室5 5）に流入した吸気が当たる部分に対応させて設けられている。この点、エンジン5 0は筒内にタンブル流を生成するエンジンとなっており、筒内に流入した吸気が当たる部分は、さらに具体的にはシリンダ5 1 aの壁面上部、且つ排気側の部分となっている。

[0026] ヘッド側W/J 5 2 1は、具体的には第2の部分冷却媒体通路である複数の部分W/J 5 2 1 a、部分W/J 5 2 1 b、部分W/J 5 2 1 cおよび部分W/J 5 2 1 dを備えている。部分W/J 5 2 1 aは吸気ポート5 2 aの周辺部に、部分W/J 5 2 1 bは排気ポート5 2 bの周辺部に、部分W/J 5 2 1 cは点火プラグ5 6の周辺部にそれぞれ設けられている。また、部分W/J 5 2 1 dは吸排気弁5 2 a、5 2 b間や、その他の部分を冷却するために設けられている。

[0027] 部分W/J 5 2 1 aから部分W/J 5 2 4 dまではヘッド側W/J 5 2 1が形成する4系統の冷却系統に別個に組み込まれている。そして、第1の部分流量調節弁6 1が部分W/J 5 2 1 aに、第2の部分流量調節弁6 2が部分W/J 5 2 1 bに、第3の部分流量調節弁6 3が部分W/J 5 2 1 cに、第4の部分流量調節弁6 4が、部分W/J 5 2 1 dにそれぞれ対応させて設けられている。

[0028] エンジン5 0はさらにTCV（タンブルコントロールバルブ）5 7を備えている。TCV 5 7は吸気ポート5 2 aに設けられている。TCV 5 7は筒内に流入する吸気の流れを可変にする。そしてこれにより、筒内に生成されるタンブル流を可変にする。具体的には、TCV 5 7は吸気ポート5 2 aを閉じる方向に動作することで、吸気の流れを高める。そしてこれにより、タンブル流を強める。逆にTCV 5 7は吸気ポート5 2 aを開く方向に動作することで、吸気の流れを低下させる。そしてこれにより、タンブル流を弱める。TCV 5 7はタンブル流可変部に相当する。

[0029] エンジン5 0はさらに放電電圧検出部5 8を備えている。放電電圧検出部

５８は例えば電子回路であり、点火プラグ５６の放電電圧を検出する。図３は点火プラグ５６の放電電圧の変化の一例を示す図である。縦軸は放電電圧、横軸は時間を示す。

[0030] 放電は点火プラグ５６の電極間に絶縁破壊が生じる一定の高い電圧が印加された場合に発生する。このときに発生する放電は容量放電であり、容量放電による放電過程では、電極間に電流が流れることで放電電圧が急激に低下する。また、電極間が絶縁状態になることで放電電圧が再び上昇する。結果、誘導放電による放電過程に入る。

[0031] 筒内にタンブル流を生成するエンジン５０では、誘導放電による放電過程でタンブル流が放電を吹き消すことがある。そしてこれにより、電極間が絶縁状態になるとともに、放電電圧が再び上昇することが繰り返される。放電電圧検出部５８はこのように変化する放電電圧を検出するとともに、誘導放電による放電過程において矢印で示すように進行する放電がタンブル流によって最初に吹き消されるときの放電電圧である一次吹き消え電圧 V_i を検出する。

[0032] さらに冷却装置１は図４に示すＥＣＵ７０を備えている。ＥＣＵ７０はエンジンの制御装置に相当する電子制御装置であり、ＣＰＵ７１、ＲＯＭ７２、ＲＡＭ７３等からなるマイクロコンピュータと入出力回路７５、７６とを備えている。これらの構成は互いにバス７４を介して接続されている。

[0033] ＥＣＵ７０には、エンジン５０の回転数を検出するためのクランク角センサ８１や、吸入空気量を計測するためのエアフロメータ８２や、アクセル開度を検出するためのアクセル開度センサ８３や、冷却水の温度を検知する水温センサ８４や、放電電圧検出部５８などの各種のセンサ・スイッチ類が電氣的に接続されている。この点、エンジン５０の負荷はエアフロメータ８２やアクセル開度センサ８３の出力に基づきＥＣＵ７０で検出される。またＥＣＵ７０には W/P １１や流量調節弁１４や第１から第４の部分流量調節弁６１から６４やＴＣＶ５７などの各種の制御対象が電氣的に接続されている。

[0034] ROM 72はCPU 71が実行する種々の処理が記述されたプログラムやマップデータなどを格納するための構成である。CPU 71がROM 72に格納されたプログラムに基づき、必要に応じてRAM 73の一時記憶領域を利用しつつ処理を実行することで、ECU 70では各種の機能部が実現される。この点、ECU 70では例えば以下に示す第1から第3の制御部が機能的に実現される。なお、第1から第3の制御部は例えば互いに異なる電子制御装置でそれぞれ実現されてもよい。

[0035] 第1の制御部は、シリンダヘッド52の冷却能力を抑制するための制御を行う。具体的には第1の制御部は機関運転状態が高負荷である場合に、シリンダヘッド52の冷却能力を抑制するための制御を行う。さらに具体的には、第1の制御部は機関運転状態が低回転高負荷である場合に、流量調節弁14を制御することで、ヘッド側W/J 521に基づき発揮される冷却能力を抑制するための制御を行う。

[0036] 第1の制御部は、機関運転状態に応じてエンジン50の運転を成立させるための制御を行う。機関運転状態は具体的にはエンジン50の回転数および負荷のほか、冷間運転時であるか否か、または機関始動時であるか否かに応じて図5に示す6つの区分D1からD6までに分類されている。

[0037] この点、冷却装置1では全体的な制御の整合性や簡素化などを考慮し、第1の制御部がW/P 11については、基本的にエンジン50の回転数に応じて、回転数が高くなるほど吐出量が多くなるようにW/P 11を駆動するための制御を行うとともに、各部分流量調節弁61から64までについては、基本的に全開にするための制御を行う。

[0038] 一方、流量調節弁14についてはさらに具体的には以下に示す制御を行う。すなわち第1の制御部は、機関運転状態が区分D1に対応するアイドル状態である場合と、区分D2に対応する軽負荷である場合と、区分D5に対応する機関冷間時と、区分D6に対応する機関冷間時には、流量調節弁14を閉弁するための制御を行う。

[0039] また、機関運転状態が区分D3に対応する低回転高負荷である場合には、

流量調節弁 14 を閉弁、或いはシリンダヘッド 52 への冷却水の流通を抑制しつつ、シリンダヘッド 52 における冷却水の沸騰を抑制可能な態様（以下、沸騰抑制態様と称す）で開弁するための制御を行う。また、機関運転状態が区分 D4 に対応する高回転高負荷である場合には、流量調節弁 14 を全開にするための制御を行う。

[0040] 流量調節弁 14 を沸騰抑制態様で開弁するための制御を行うにあたっては、第 1 の制御部は具体的には例えばあらゆる条件において冷却水の沸騰を抑制できる必要最小限の開度で流量調節弁 14 を開弁することや、シリンダヘッド 52 を流通する冷却水の温度を検出或いは推定するとともに、当該冷却水の温度に基づいて流量調節弁 14 を間欠的に開弁することや、所定の回転数以上で流量調節弁 14 を開弁することなどができる。これによりシリンダヘッド 52 の冷却能力を抑制するにあたり、冷却水の沸騰を抑制しつつ、流量調節弁 14 が必要以上に開弁されることを抑制できる。

[0041] 冷却装置 1 では、機関運転状態が低回転高負荷である場合に流量調節弁 14 が上述のようにシリンダヘッド 52 を流通する冷却水の流量を低下させることで、エンジン 50 を流通する冷却水の流量を局部的に低下させる。そして冷却装置 1 では、流量調節弁 14 が全開でない場合にシリンダヘッド 52 への冷却水の流通を抑制することで、シリンダヘッド 52 の冷却能力を抑制していることになる。この点、冷却装置 1 ではさらに具体的には、流量調節弁 14 を閉弁するか、或いは沸騰抑制態様で流量調節弁 14 を開弁している場合にシリンダヘッド 52 の冷却能力を抑制していることになる。

[0042] 第 2 の制御部は機関運転状態に応じて TCV 57 を制御する。具体的には、第 2 の制御部はエンジン 50 の回転数および負荷に応じて TCV 57 を制御する。この点、ECU 70 はエンジン 50 の回転数および負荷に応じて TCV 57 の開度を予め設定した開度マップデータを ROM 72 に格納している。開度マップデータにおいて、TCV 57 の開度は機関運転状態に応じて設けられた複数の区分毎に設定されている。

[0043] 開度マップデータにおいて、TCV 57 の開度は例えば区分 D1 から D4

毎に設定することができる。TCV57の開度は例えば区分D5、D6に対応させて設定することもできる。この場合、第2の制御部は機関運転状態が区分D5に対応する機関冷間時であるか否かと、機関運転状態が区分D6に対応する機関始動時であるか否かに応じて、TCV57を制御することもできる。なお、機関運転状態に応じて制御を行うにあたり、機関運転状態の区分は第1の制御部と第2の制御部との間で互いに異なってもよい。

[0044] 第3の制御部は筒内を流通する気流の流速を指標可能なパラメータに基づき、筒内においてシリンダヘッド52およびピストン53のうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合に、シリンダヘッド52側で表面に沿って流通する気流の流速が、ピストン53側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなるようにTCV57をフィードバック制御する。

[0045] 図6はタンブル流の流通態様の説明図である。図6エンジン50の圧縮工程上死点付近におけるタンブル流の流通態様を示す。図6(a)、(b)は第1の流通態様を示す。図6(c)、(d)は第2の流通態様を示す。図6(a)、(c)はシリンダヘッド52側を流通するタンブル流の流通態様を上面視で示す。図6(b)、(d)はピストン53側を流通するタンブル流の流通態様を上面視で示す。

[0046] 圧縮工程上死点付近におけるタンブル流の流通態様には、例えば図6(a)に示すように表面に沿って流通する気流がシリンダヘッド52側に存在し、主流をなすとともに、図6(b)に示すように周縁に沿って流通する気流がピストン53側に存在し、主流をなす場合がある。また、図6(c)に示すように周縁に沿って流通する気流がシリンダヘッド52側に存在し、主流をなすとともに、図6(d)に示すように表面に沿って流通する気流がピストン53側に存在し、主流をなす場合がある。

[0047] この点、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合は、具体的にはシリンダヘッド52およびピストン5

3のうち、一方の側で表面に沿って流通する主流が発生するとともに、他方の側で周縁に沿って流通する主流が発生する場合となっている。この点、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、一方の側で表面に沿って流通する主流が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる。

[0048] 圧縮工程上死点付近におけるタンブル流の流通態様は、機関運転状態に応じてこれらの場合の間で大きく変化することがある。機関運転状態に応じて例えば吸入空気量が増加するなど、筒内に流入する吸気の状態が変化する結果、タンブル流の回転数が変化するためである。

[0049] この点、表面に沿って流通する主流がピストン53側に存在する場合には、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、ピストン53の表面に沿って相対的に高流速の気流が流通する。このため、点火プラグ56の放電が吹き消され難くなる。結果、一次吹き消え電圧 V_i は相対的に小さくなる。一方、表面に沿って流通する主流がシリンダヘッド52側に存在する場合には、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、シリンダヘッド52の表面に沿って相対的に高流速の気流が流通する。このため、点火プラグ56の放電が吹き消され易くなる。結果、一次吹き消え電圧 V_i は相対的に大きくなる。

[0050] したがって、一次吹き消え電圧 V_i の大きさと、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、シリンダヘッド52側に表面に沿って流通する相対的に高流速の気流が存在するか否かとの間には相関関係がある。一方、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、シリンダヘッド52側に表面に沿って流通する相対的に高流速の気流が存在するか否かに対してはタンブル流の回転数が影響する。これに対し、タンブル流の回転数はTCV57によって変化させることができる。

[0051] このため、第3の制御部は筒内を流通する気流の流速を指標可能なパラメータとして具体的には一次吹き消え電圧 V_i に基づき、TCV57をフィードバック制御する。また、TCV57をフィードバック制御するにあたり、第3の制御部は一次吹き消え電圧 V_i が第1の所定値 V_{i1} よりも大きく、

且つ第2の所定値 V_i2 よりも小さくなるようにTCV57をフィードバック制御する。

[0052] この点、第3の制御部は一次吹き消え電圧 V_i が第1の所定値 V_i1 以下である場合には、TCV57の開度が大きくなるように（吸気ポート52aを閉じる方向に）TCV57を制御する。そしてこれにより、筒内に流入する吸気の流速が大きくなるようにTCV57を制御する。この場合には、タンブル流の回転数を高めることで、高流速の気流をシリンダヘッド52側に存在させるようにすることができる。

[0053] また、第3の制御部は一次吹き消え電圧 V_i が第2の所定値 V_i2 以上である場合には、TCV57の開度が小さくなるように（吸気ポート52aを開く方向に）TCV57を制御する。そしてこれにより、筒内に流入する吸気の流速が小さくなるようにTCV57を制御する。この場合には、タンブル流の回転数を低下させることで、高流速の気流をシリンダヘッド52側に存在させることができるとともに、タンブル流のばらつきを小さくすることができる。

[0054] 次にECU70の動作を図7、図8に示すフローチャートを用いて説明する。図7は冷却水の流通制御をフローチャートで示す図であり、図8はTCV57の制御をフローチャートで示す図である。図7に示すように、ECU70は機関始動時であるか否かを判定する（ステップS1）。肯定判定であれば、ECU70はW/P11の駆動を開始するとともに（ステップS3）、流量調節弁14を閉弁する（ステップS21）。

[0055] 一方、ステップS1で否定判定であれば、ECU70は機関冷間時であるか否かを判定する（ステップS5）。機関冷間時であるか否かは、例えば冷却水温が所定値（例えば75℃）以下であるか否かで判定できる。ステップS5で肯定判定であれば、ステップS21に進む。一方、ステップS5で否定判定であれば、ECU70はエンジン50の回転数および負荷を検出する（ステップS11）。

[0056] 続いてECU70は検出した回転数および負荷に対応する区分を判定する

(ステップS 1 2からS 1 4まで)。具体的には対応する区分が区分D 1であれば、ステップS 1 2の肯定判定からステップS 2 1に進み、対応する区分が区分D 2であれば、ステップS 1 3の肯定判定からステップS 2 1に進む。一方、対応する区分が区分D 3であれば、ステップS 1 4の肯定判定からステップS 2 2に進む。このときECU 7 0は流量調節弁1 4を閉弁、或いは沸騰抑制態様で開弁する。また対応する区分が区分D 4であれば、ステップS 1 4の否定判定からステップS 2 3に進む。このときECU 7 0は流量調節弁1 4を全開にする。

[0057] 図8に示すように、ECU 7 0は機関運転状態を検出する(ステップS 3 1)。ステップS 3 1で、ECU 7 0は具体的にはエンジン5 0の回転数および負荷を検出する。続いて、ECU 7 0は検出した機関運転状態に基づき開度マップデータを参照し、検出した機関運転状態が含まれる区分が変化したか否かを判定する(ステップS 3 2)。

[0058] 肯定判定であれば、ECU 7 0は検出した機関運転状態に基づき、開度マップデータから対応する開度を読み込む(ステップS 3 3)。また、読み込んだ開度になるようにTCV 5 7を制御する(ステップS 3 4)。なお、検出した機関運転状態に基づき開度マップデータを参照した結果、検出した機関運転状態が含まれる区分がECU 7 0起動後、初めて判明した場合も、区分が変化したことに含まれる。

[0059] ステップS 3 2の否定判定、またはステップS 3 4に続いてECU 7 0は一次吹き消え電圧 V_i を検出する(ステップS 3 5)また、検出した一次吹き消え電圧 V_i が第1の所定値 V_{i1} よりも大きいか否かを判定する(ステップS 3 6)。否定判定であれば、ECU 7 0は開度が大きくなるようにTCV 5 7を制御する(ステップS 3 8)。ステップS 3 8で、ECU 7 0はTCV 5 7の開度が所定の度合いだけ大きくなるようにTCV 5 7を制御することができる。

[0060] ステップS 3 6で肯定判定であれば、ECU 7 0は一次吹き消え電圧 V_i が第2の所定値 V_{i2} よりも小さいか否かを判定する(ステップS 3 7)。

否定判定であれば、ECU70は開度が小さくなるようにTCV57を制御する（ステップS39）。ステップS39でECU70はTCV57の開度が所定の度合いだけ小さくなるようにTCV57を制御することができる。ステップS37の肯定判定、ステップS38またはステップS39の後には本フローチャートを一旦終了する。

[0061] 今回のルーチン以降では、ステップS32で肯定判定されるまでの間、一次吹き消え電圧 V_i が第1の所定値 V_{i1} よりも大きく、且つ第2の所定値 V_{i2} よりも小さくなるようにTCV57がフィードバック制御されることになる。また、ステップS32で肯定判定された場合には、そのときの区分に対応する開度に制御された後に、TCV57がフィードバック制御されることになる。

[0062] なお、ECU70は検出した機関運転状態が含まれる区分が所定の区分（例えば高負荷）である場合に、TCV57をフィードバック制御するようにしてもよい。この場合には、ステップS32の否定判定、またはステップS34に続いて、検出した機関運転状態が含まれる区分が所定の区分であるかを判定するとともに、肯定判定である場合にはステップS35に進み、否定判定である場合には本フローチャートを一旦終了するようにすることができる。

[0063] 次にECU70の作用効果について説明する。ここで、エンジン50のクランク角度に応じた燃焼室55の熱伝達率および表面積割合は、図9に示すようになっている。図9に示すように熱伝達率は、圧縮行程上死点付近で高まることがわかる。そして表面積割合については、圧縮行程上死点付近でシリンダヘッド52とピストン53の表面積割合が大きくなることがわかる。

[0064] したがって冷却損失については、シリンダヘッド52の温度の影響力が大きいことがわかる。一方、ノッキングについては圧縮端温度に依存するところ、圧縮端温度に影響する吸気圧縮行程ではシリンダ51aの表面積割合が大きいことがわかる。したがってノッキングについてはシリンダ51aの温度の影響力が大きいことがわかる。

- [0065] これに対して、冷却装置 1 ではかかる知見に基づき、機関運転状態が低回転高負荷である場合に、流量調節弁 14 を閉弁、或いは沸騰抑制態様で開弁する。そしてこれにより、ヘッド側 W/J 521 を流通する冷却水の流量を制限することで、シリンダヘッド 52 の冷却能力を抑制でき、以って冷却損失を低減できる。
- [0066] 一方、この場合にはノッキングの発生が懸念される。これに対して冷却装置 1 では、シリンダブロック 51 の冷却を確保しつつ、さらにはシリンダブロック 51 の冷却能力を抑制することなく、シリンダヘッド 52 の冷却能力を抑制可能な流量調節弁 14 を制御することで、ヘッド側 W/J 521 を流通する冷却水の流量を制限する。このため冷却装置 1 ではこれによりシリンダ 51 a の冷却を維持でき、以ってノッキングの発生も抑制できる。
- [0067] すなわち冷却装置 1 では、上述した知見に基づく合理的な態様で熱伝達の状態を局部的に可変することでシリンダヘッド 52 の断熱（冷却損失の低減）を図ることができ、同時にシリンダブロック 51 の冷却を図ることで、ノッキングの発生も抑制できる。そして、このようにして冷却損失の低減とノック性能とを両立させることで、冷却損失の発生を抑制しつつエンジン 50 の冷却性を確保できる。結果、熱効率を向上させることができる。
- [0068] かかる冷却装置 1 に組み込まれているエンジン 50 は、シリンダブロック 51 の冷却を確保しつつ、シリンダヘッド 52 における冷却損失の発生を抑制可能に構成されている。これに対し、ECU 70 はタンブル流による筒内からの放熱態様を考慮することで、さらに次に示すようにして冷却損失の発生を好適に抑制できる。
- [0069] 図 10 はタンブル流の回転数のばらつき具合を示す図である。図 10 では TC V 57 をフィードバック制御しない場合についても ECU 70 X として同時に示している。ECU 70 X の場合、TC V 57 をフィードバック制御しないため、タンブル流の回転数が機関運転状態に応じて大きくばらつくことになる。
- [0070] このため、ECU 70 X の場合、シリンダヘッド 52 およびピストン 53

のうち、シリンダヘッド52側に表面に沿って流通する相対的に高流速の気流が存在することになる領域R1と、シリンダヘッド52およびピストン53のうち、ピストン53側に表面に沿って流通する相対的に高流速の気流が存在することになる領域R2とに亘って、タンブル流の回転数がばらついていることがわかる。

[0071] これに対し、ECU70はシリンダヘッド52およびピストン53のうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合に、シリンダヘッド52側で表面に沿って流通する気流の流速が、ピストン53側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなるようにTCV57をフィードバック制御する。結果、領域R1の範囲内にタンブル流の回転数のばらつきを抑えることができる。結果、シリンダヘッド52、ピストン53のうち、冷却損失の低減が図られるシリンダヘッド52側に相対的に高流速の気流を存在させることで、筒内からピストン53への放熱を抑制できる。

[0072] すなわち、ECU70はシリンダヘッド52およびピストン53のうち、冷却損失の低減が図られる結果、筒内からの放熱が発生し難くなっているシリンダヘッド52側に相対的に熱伝達係数が高い高流速の気流を存在させることで、ピストン53への放熱による冷却損失の発生を抑制することができる。そしてこれにより、冷却損失の発生を極力抑制することで、冷却損失の発生を好適に抑制できる。

[0073] ECU70はシリンダヘッド52、ピストン53のうち、シリンダヘッド52側に表面に沿って流通する相対的に高流速の気流が存在するか否かと相関関係を有する一次吹き消え電圧 V_i に基づき、TCV57をフィードバック制御することで、TCV57を好適にフィードバック制御できる。すなわち、ECU70は具体的にはこれにより冷却損失の発生を好適に抑制できる。

[0074] この点、ECU70はさらに具体的には一次吹き消え電圧 V_i が第1の所定値 V_{i1} よりも大きく、且つ第2の所定値 V_{i2} よりも小さくなるように

TCV57をフィードバック制御することで、TCV57を好適にフィードバック制御できる。すなわち、ECU70はさらに具体的にはこれにより冷却損失の発生を好適に抑制できる。

[0075] 以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

[0076] 例えば上述した実施例では、シリンダブロック51の冷却を確保しつつ、シリンダヘッド52の冷却能力を抑制可能な流量調節弁14と、流量調節弁14を制御することで、シリンダヘッド52の冷却能力を抑制するための制御を行うECU70（第1の制御部に相当）とを備える冷却装置1に組み込まれているエンジン50が、本発明におけるシリンダブロックの冷却を確保しつつ、シリンダヘッドにおける冷却損失の発生を抑制可能に構成されたエンジンである場合について説明した。

[0077] しかしながら、本発明においては必ずしもこれに限られず、シリンダブロックの冷却を確保しつつ、シリンダヘッドにおける冷却損失の発生を抑制可能に構成されたエンジンは、例えば筒内からの放熱を抑制可能な断熱部材（例えばセラミック）がシリンダブロックおよびシリンダヘッドのうち、シリンダヘッドに設けられるとともに、シリンダヘッドのうち、筒内に露出している部分に設けられているエンジンであってもよい。また、かかるエンジンは例えばシリンダブロック、シリンダヘッド間に断熱性が高いガスケット（例えば表面にゴムがコーティングされたガスケット）をさらに備えることが好ましい。

[0078] 上述した実施例では、エンジン50を組み込む冷却装置1が、シリンダブロック51にブロック側W/J511（第1の冷却媒体通路に相当）を形成するとともに、シリンダヘッド52にブロック側W/J511が組み込まれる冷却媒体循環経路とは異なる冷却媒体循環経路に組み込まれるヘッド側W/J521（第2の冷却媒体通路に相当）を形成し、流量調節弁14（冷却能力調節部に相当）がヘッド側W/J521を流通する冷却媒体の流量を調

節することで、シリンダヘッド52の冷却能力を調整し、ECU70（第1の制御部に相当）がエンジン50の運転状態が低回転高負荷である場合に流量調節弁14を制御することで、シリンダヘッド52の冷却能力を抑制するための制御を行う場合について説明した。

[0079] しかしながら、本発明においては必ずしもこれに限られず、冷却装置は例えば以下に示すような構成とすることもできる。すなわち、冷却装置は例えばシリンダブロックおよびシリンダヘッドの排気側の部分にシリンダブロック、シリンダヘッドの順に冷却媒体を流通させる第1の冷却媒体通路を形成し、シリンダブロックおよびシリンダヘッドの吸気側の部分にシリンダブロック、シリンダヘッドの順に冷却媒体を流通させるとともに、第1の冷却媒体通路が組み込まれる冷却媒体循環経路とは異なる冷却媒体循環経路に組み込まれる第2の冷却媒体通路を形成し、冷却能力調節部が第2の冷却媒体通路を流通する冷却媒体の流量を調節することで、シリンダヘッドの冷却能力を調整し、第1の制御部がエンジンの運転状態が低回転高負荷である場合に冷却能力調整部を制御することで、シリンダヘッドの冷却能力を抑制するための制御を行う構成とすることができる。

[0080] この場合でも、エンジンをシリンダブロックの冷却を確保しつつ、シリンダヘッドにおける冷却損失の発生を抑制可能に構成することができる。またこの場合、第1の冷却媒体通路および第2の冷却媒体通路のうち、第1の冷却媒体通路をシリンダヘッドのうち、点火プラグ周辺部に形成することで、エンジンの信頼性向上を図ることもできる。

符号の説明

[0081]	冷却装置	1
	流量調節弁	14
	エンジン	50
	シリンダブロック	51
	シリンダヘッド	52
	点火プラグ	56

T C V

5 7

E C U

7 0、7 0 X

請求の範囲

[請求項1] シリンダブロック、シリンダヘッドおよびピストンを備えるとともに、筒内に生成されるタンブル流を可変にするタンブル流可変部を備え、前記シリンダブロックの冷却を確保しつつ、前記シリンダヘッドにおける冷却損失の発生を抑制可能に構成されたエンジンに対して設けられ、

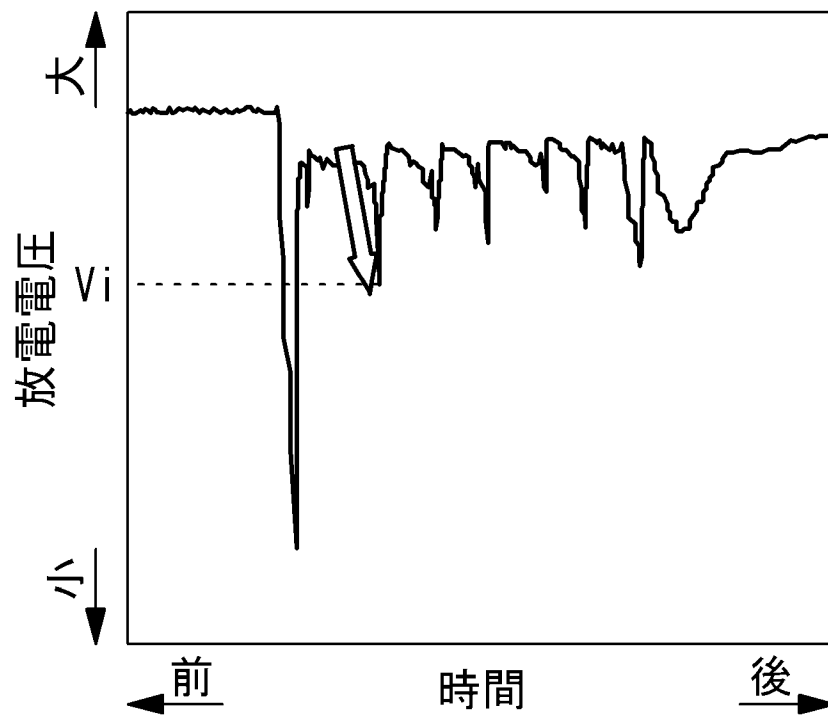
前記筒内を流通する気流の流速を指標可能なパラメータに基づき、前記筒内において、前記シリンダヘッドおよび前記ピストンのうち、一方の側で表面に沿って流通する気流の流速が、他方の側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなる場合に、前記シリンダヘッド側で表面に沿って流通する気流の流速が、前記ピストン側で表面に沿って流通する気流の流速よりも速くなるように前記タンブル流可変部をフィードバック制御する制御部を備えるエンジンの制御装置。

[請求項2] 請求項 1 記載のエンジンの制御装置であって、

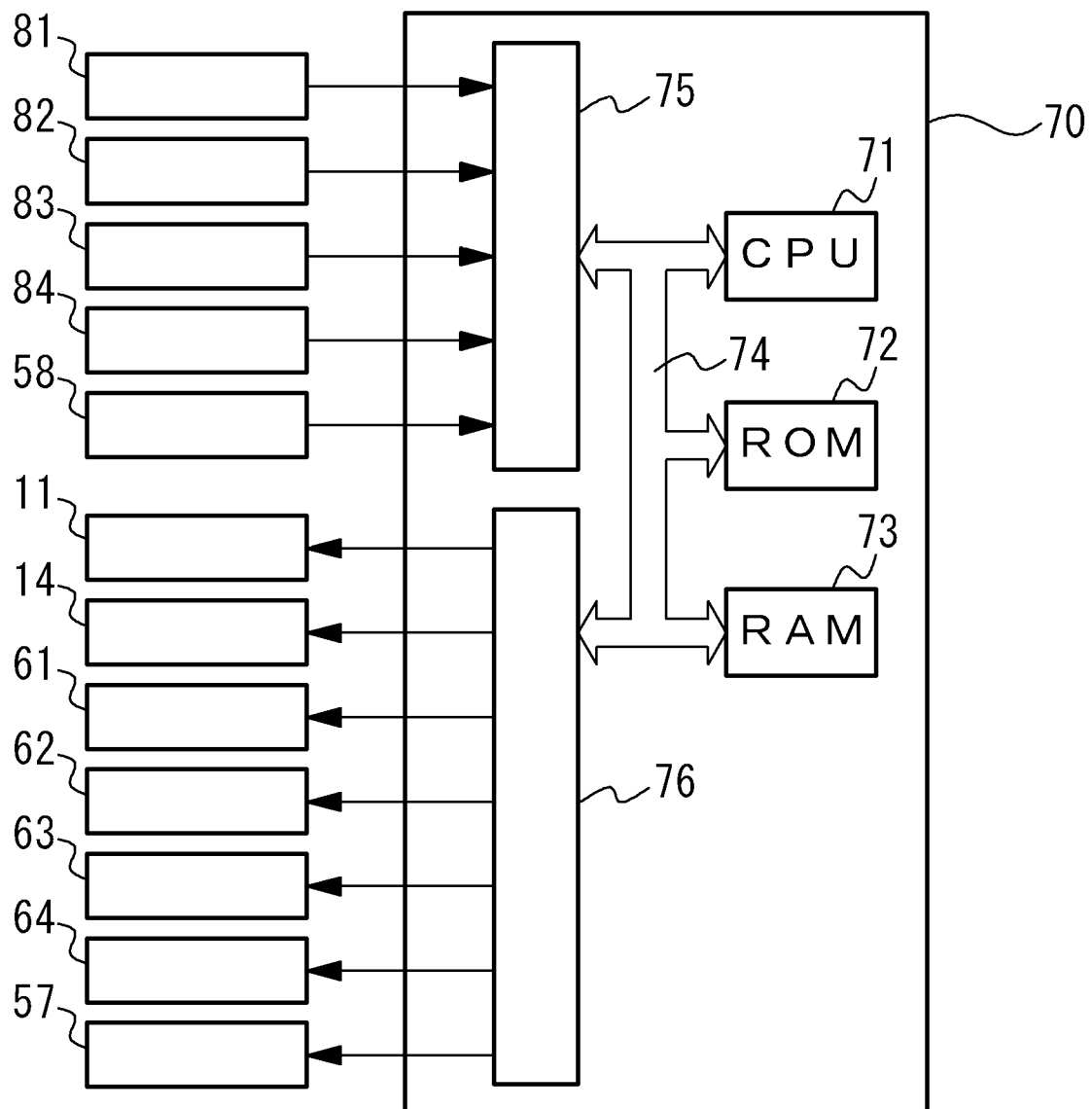
前記筒内に臨むようにして前記シリンダヘッドに点火プラグが設けられており、

前記制御部が、前記点火プラグの放電が前記筒内に生成されるタンブル流によって最初に吹き消されるときの放電電圧に基づき、前記タンブル流可変部をフィードバック制御するエンジンの制御装置。

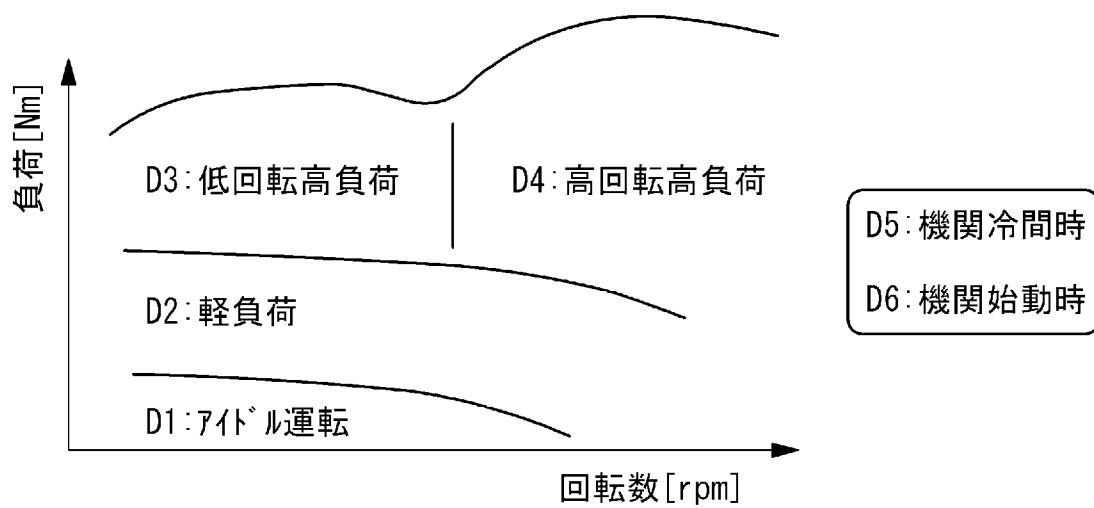
[図3]



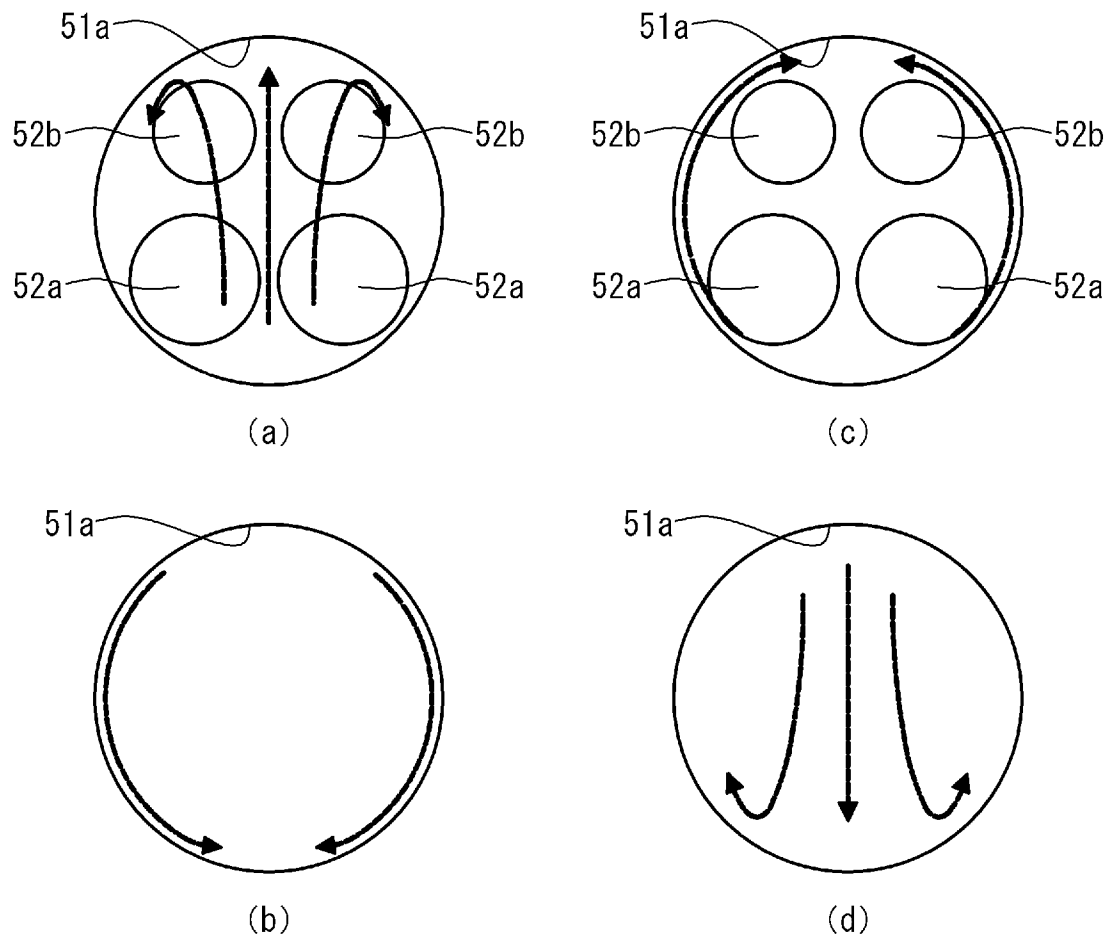
[図4]



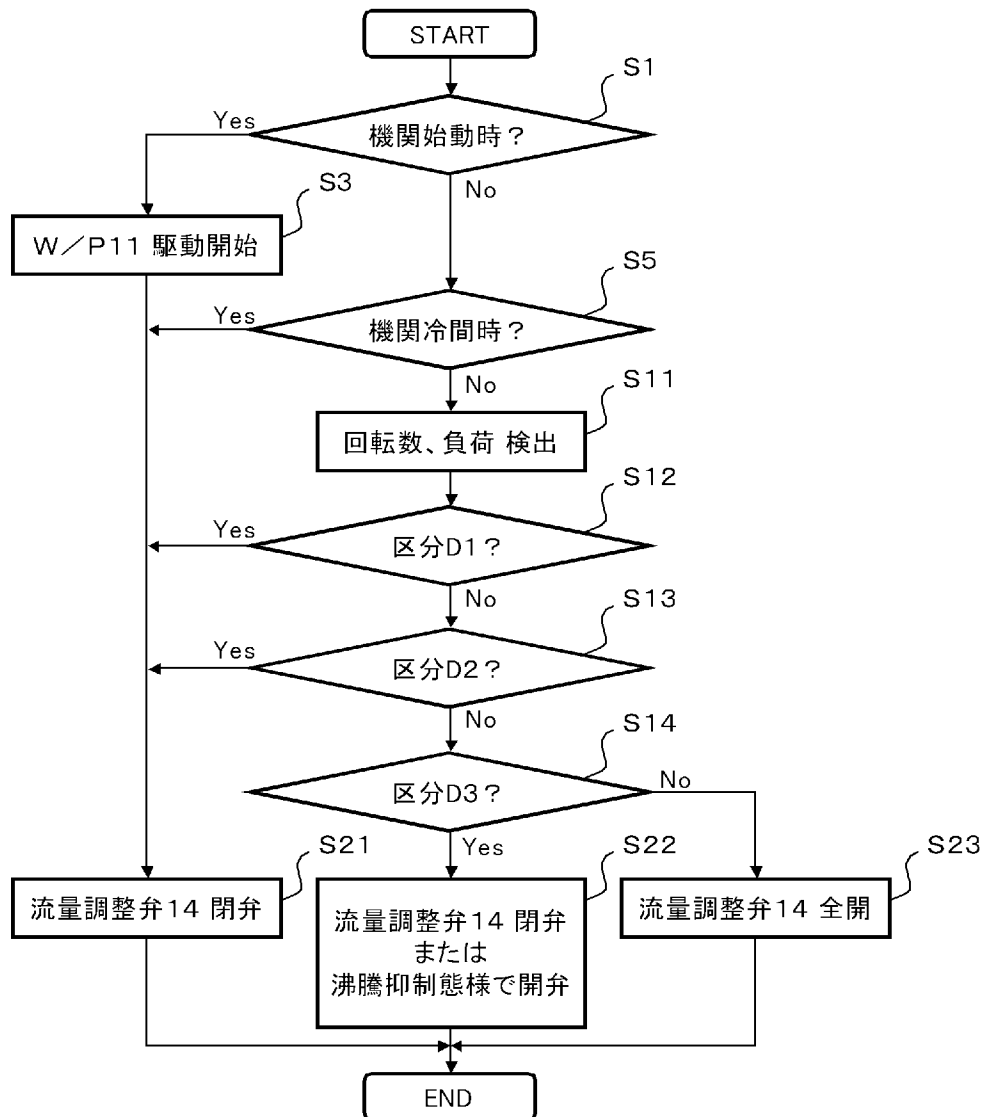
[図5]



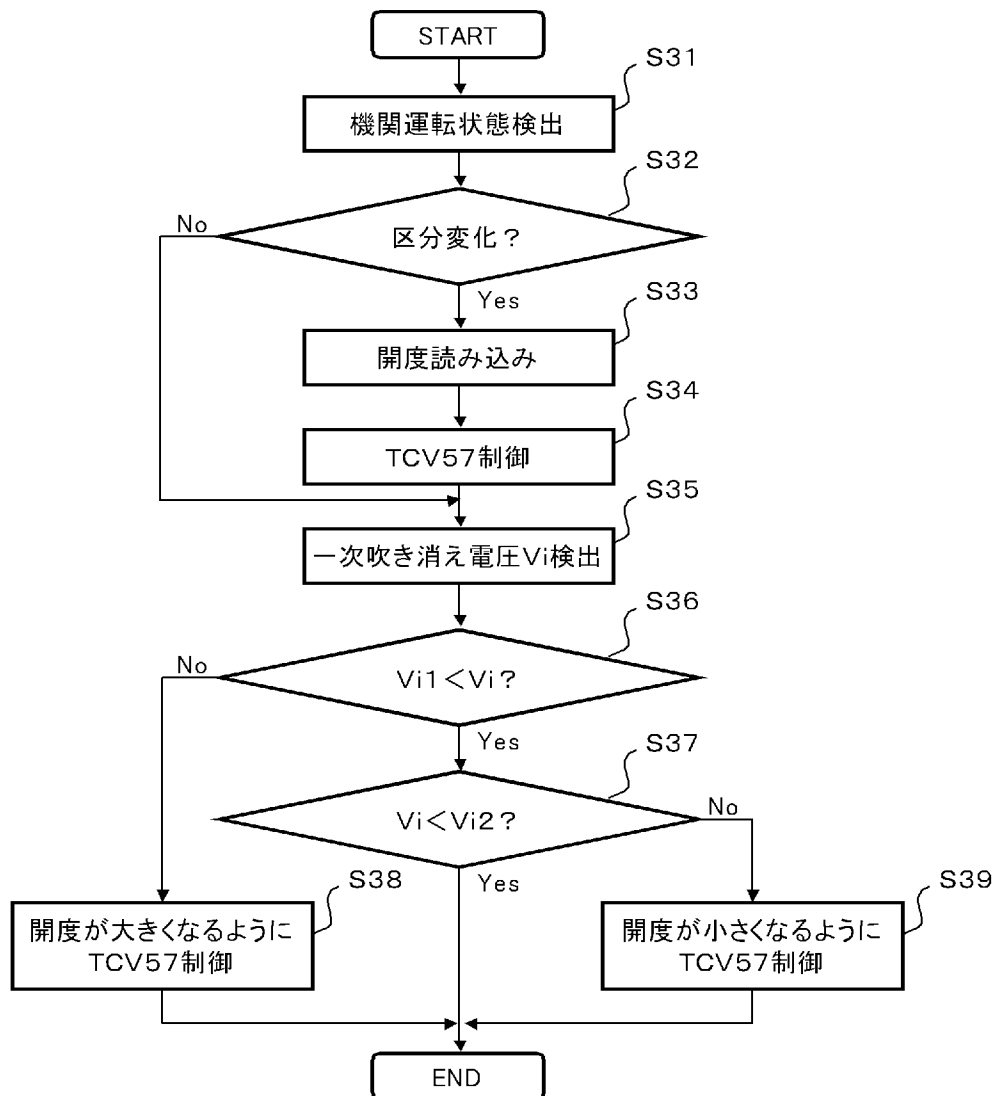
[図6]



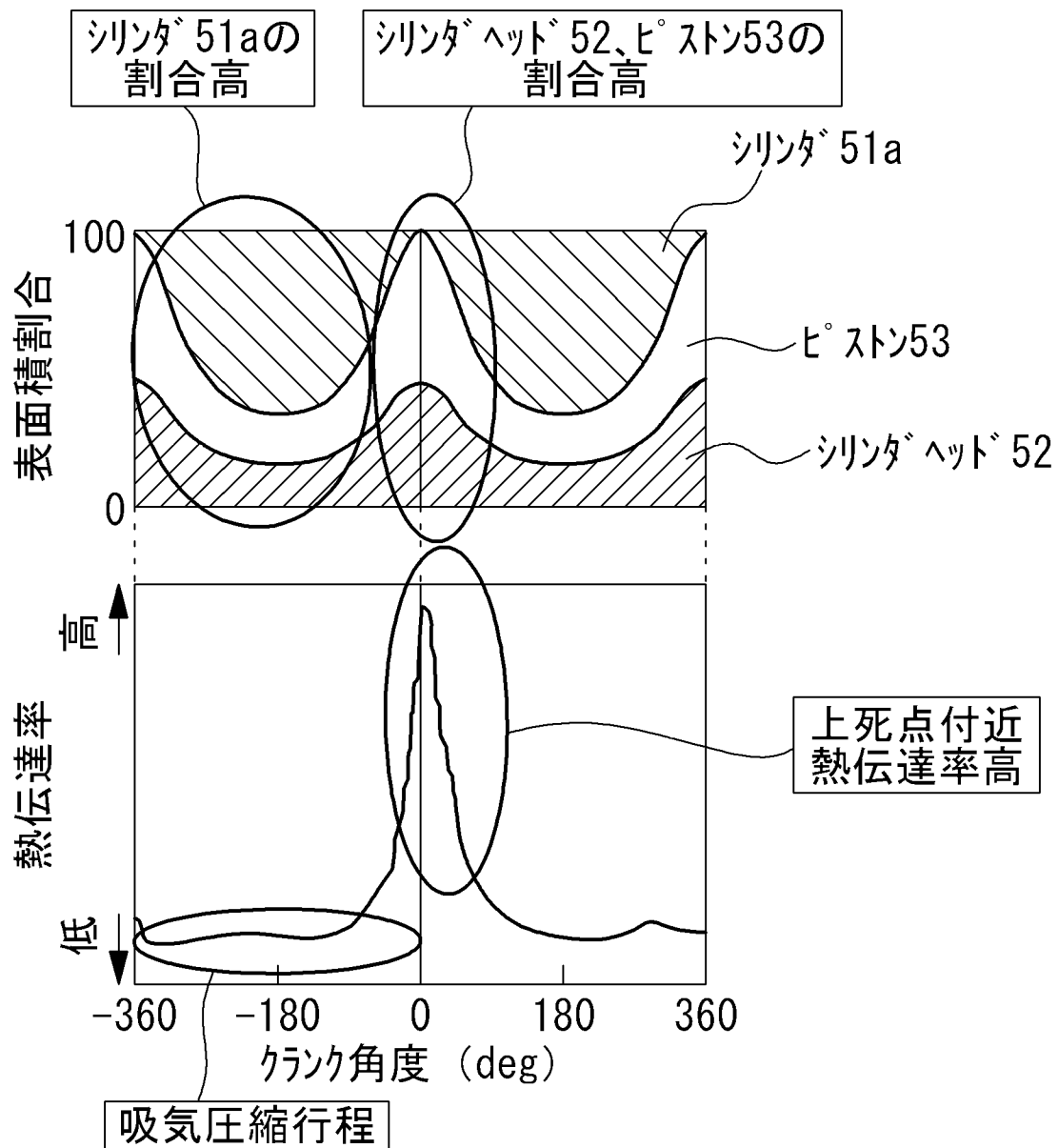
[図7]



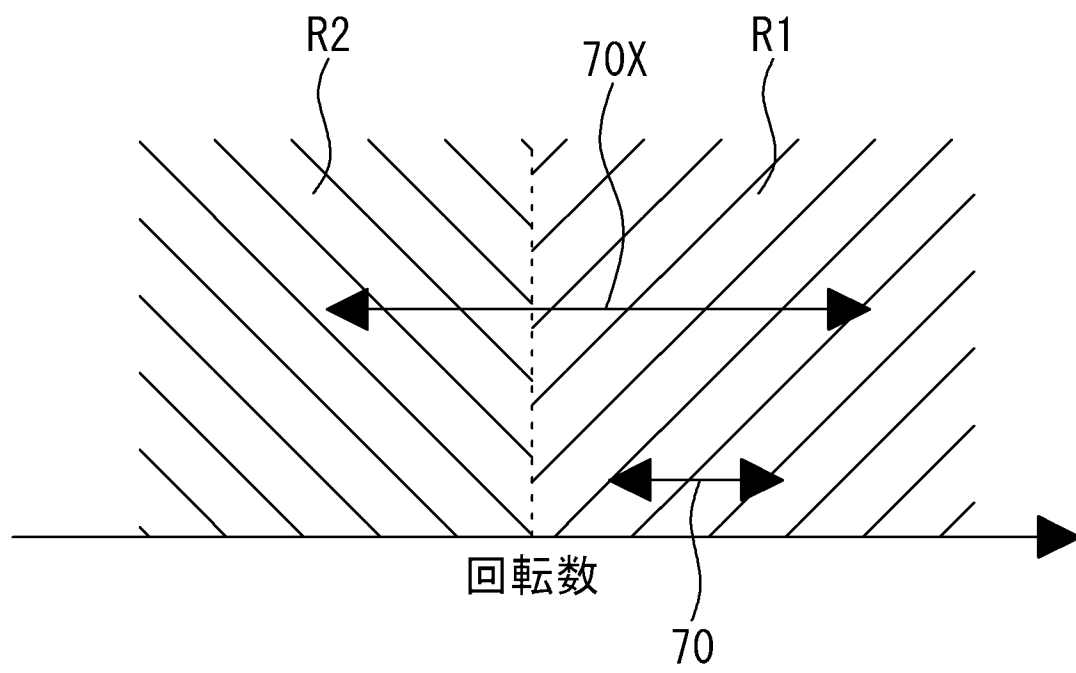
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/055541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/02(2006.01)i, F01P7/16(2006.01)i, F02B23/10(2006.01)i, F02B31/00(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)

F02D41/02, F01P7/16, F02B23/10, F02B31/00

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 2003-172140 A (HYUNDAI MOTOR Co.), 20 June 2003 (20.06.2003), abstract & US 2003/0111025 A1 & KR 10-2003-0044149 A	1-2
A	JP 2008-303798 A (Toyota Motor Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), paragraphs [0039] to [0042] (Family: none)	1-2
A	JP 2009-150275 A (Toyota Motor Corp.), 09 July 2009 (09.07.2009), paragraph [0034] (Family: none)	1-2



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
30 March, 2011 (30.03.11)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F02D41/02(2006.01)i, F01P7/16(2006.01)i, F02B23/10(2006.01)i, F02B31/00(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. F02D41/02, F01P7/16, F02B23/10, F02B31/00

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 2003-172140 A（現代自動車株式会社）2003.06.20, 【要約】 & US 2003/0111025 A1 & KR 10-2003-0044149 A	1-2
A	JP 2008-303798 A（トヨタ自動車株式会社）2008.12.18, 【0039】 - 【0042】（ファミリーなし）	1-2
A	JP 2009-150275 A（トヨタ自動車株式会社）2009.07.09, 【0034】（ファミリーなし）	1-2

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

3 0 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 4 . 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）

寺川 ゆりか

3 Z

3 2 1 9

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