

(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
2018年2月15日(15.02.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/030222 A1

(51) 国際特許分類:

F02D 45/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2017/027926

(22) 国際出願日:

2017年8月1日(01.08.2017)

(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 2016-155530 2016年8月8日(08.08.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社ケーヒン (KEIHIN CORPORATION) [JP/JP]; 〒1630539 東京都新宿区西新宿1丁目2番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 市橋 哲志 (ICHIHASHI, Satoshi); 〒3291233 栃木県塩谷郡高根沢町宝積寺2021番地8 株式会社ケーヒン 栃木開発センター内 Tochigi (JP). 米丸 智巳 (YONEMARU,

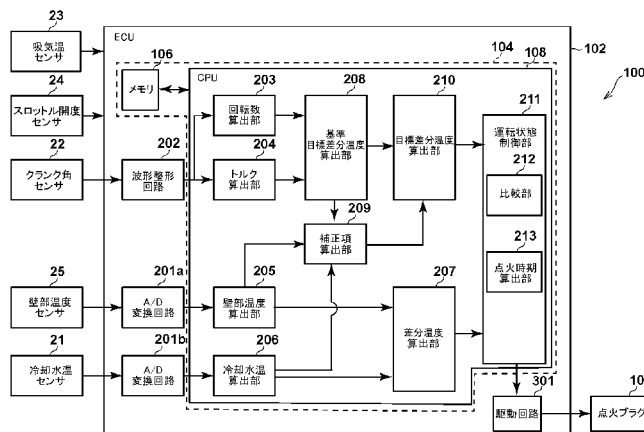
Tomomi); 〒3291233 栃木県塩谷郡高根沢町宝積寺2021番地8 株式会社ケーヒン 栃木開発センター内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 川本 学, 外 (KAWAMOTO, Manabu et al.); 〒1010054 東京都千代田区神田錦町3丁目6番地 共同ビル801号室 欧和特許事務所 東京事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 内燃機関制御装置



- 10 Ignition plug
- 21 Cooling water temperature sensor
- 22 Crank angle sensor
- 23 Intake air temperature sensor
- 24 Throttle angle sensor
- 25 Wall temperature sensor
- 106 Memory
- 201a, 201b A/D conversion circuit
- 202 Waveform shaping circuit
- 203 Rotational speed calculation unit
- 204 Torque calculation unit
- 205 Wall temperature calculation unit
- 206 Cooling water temperature calculation unit
- 207 Differential temperature calculation unit
- 208 Reference target differential temperature calculation unit
- 209 Correction item calculation unit
- 210 Target differential temperature calculation unit
- 211 Operating state control unit
- 212 Comparison unit
- 213 Ignition timing calculation unit
- 301 Drive circuit

(57) Abstract: In an internal combustion engine control device (100), a control unit (102) calculates a differential temperature that is the differential between a first temperature, which is the temperature of the combustion chamber (9)-side of a wall that defines a combustion chamber (9) in an internal combustion engine (1) and is in contact with a coolant, and a representative temperature for the internal combustion engine (1); calculates a reference target differential temperature on the basis of parameters related to the operating state; calculates a second temperature, which is the temperature of the coolant-side of the wall; calculates a target differential temperature by correcting the reference target differential temperature in accordance with the second temperature; and controls the operating state in accordance with the deviation between the target differential temperature and the differential temperature.

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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 内燃機関制御装置(100)では、制御部(102)が、内燃機関(1)の燃焼室(9)を画成すると共にクーラントに接する壁部の燃焼室(9)側の温度である第1の温度と内燃機関(1)の代表温度との差分値である差分温度を算出し、運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、壁部のクーラント側の温度である第2の温度を算出し、基準目標差分温度を第2の温度に応じて補正することにより目標差分温度を算出し、目標差分温度と差分温度との偏差に応じて、運転状態を制御する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関制御装置に関し、特に二輪自動車等の車両の内燃機関に適用される内燃機関制御装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、二輪自動車等の車両の内燃機関に対しては、コントローラを用いて、内燃機関に対する燃料の供給、空気の供給並びに燃料及び空気から成る混合気への点火を協働させながら内燃機関の運転状態を電子制御する電子制御式の内燃機関制御装置が採用されている。

[0003] 具体的には、かかる内燃機関制御装置は、エアフローセンサ、スロットル開度センサ及び吸気マニホールド負圧センサ等のセンサからの各々の検出信号を用いて得られる内燃機関に対する吸入空気量やクランク角センサからの検出信号を用いて得られる内燃機関回転数等に基づき、内燃機関での適切な空燃比を実現するための燃料噴射量を算出して、この燃料噴射量で内燃機関に対して燃料噴射を実行すると共に、所定の点火時期で吸入空気及び噴射燃料の混合気に対して点火を実行する構成を有する。また、この際、内燃機関制御装置においては、内燃機関におけるMBT (Minimum advance for the Best Torque) 及びノック等に関する特性を考慮して、燃料噴射量及び点火時期における限界値が各々設定されている場合もある。また、このような内燃機関制御装置の中には、筒内圧センサ、ノックセンサ及びイオン電流センサ等のセンサからの各々の検出信号を用いて、燃焼室内の燃焼状態に応じた混合気への燃料噴射量及び点火時期の調整を各々実行する構成を有するものもある。

[0004] かかる状況下で、特許文献1は、火花点火式内燃機関の点火時期制御装置に関し、内燃機関の燃焼室壁部の実際の温度と、予め記憶された内燃機関の運転状態に対応する燃焼室壁部の定常状態における温度データと、を比較し

、その偏差に応じて内燃機関の点火時期を補正するための補正量を求める構成を開示する。

[0005] また、特許文献2は、内燃機関制御装置に関し、内燃機関の燃焼室を画成する壁部における第1の部位の温度に対応した第1の温度と壁部における第1の部位よりも外壁面側である第2の部位の温度に対応した第2の温度との差分に基づいて、内燃機関の運転状態を制御する構成を開示する。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開平2-223677号公報

特許文献2：国際公開WO2016/104186号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、本発明者の検討によれば、特許文献1の構成では、内燃機関の点火時期が必要以上に遅角されることを防止し、内燃機関の出力及び効率の向上を図ると共に、その内燃機関を搭載した車両の加速性能の改善を図るものではあるが、内燃機関の燃焼室壁部の温度が内燃機関の筒内圧力に相関を持つことに着目して、燃焼室壁部の温度のみを制御パラメータにするものであるため、内燃機関の運転状態の制御の精度の向上に一定の限界が存在してこの点で改良の余地がある。

[0008] また、本発明者の一部が共通する特許文献2の構成では、内燃機関の燃焼室壁部の温度の他に内燃機関の冷却系の冷却能力が内燃機関の筒内圧力に相関を持つことに着目して冷却系の冷却能力をも考慮し、内燃機関の燃焼室を画成する壁部における第1の部位の温度に対応した第1の温度と壁部における第1の部位よりも外壁面側である第2の部位の温度に対応した第2の温度との差分温度を用い、それと所定の閾値と比較することにより、ノックが生じることのない限界的な進角時期に点火時期を設定すること等を可能として、内燃機関の運転状態の制御の精度の向上を図るものであるが、例えばクー

ラントが冷却液である場合、それが流通するクーラント通路が形成されるウォータジャケットは内燃機関のシリンダブロック等の一部に設けられるため、燃焼室で生じた熱が伝熱することによるクーラント通路の壁面の温度の変化によって、クーラントの熱伝導率が変化して冷却系の冷却能力も変化してしまうことになる。このように冷却系の冷却能力の変化は、所定の閾値の的確性へも影響を及ぼすことがあるため、内燃機関をベストな効率で運転することができなくなる場合があってこの点で改良の余地がある。

[0009] つまり、現状では、特に軽量、且つ、小型であることが要求される二輪車用等の車両に好適に適用され得るような、簡便な構成で、内燃機関の冷却能力の変動をも考慮して所定の閾値を含めた制御目標値の精度を向上し、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御可能な内燃機関制御装置の実現が待望された状況にあるといえる。

[0010] 本発明は、以上の検討を経てなされたものであり、簡便な構成で、内燃機関の冷却能力の変動をも考慮して制御目標値の精度を向上し、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御可能な内燃機関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

[0011] 以上の目的を達成するべく、本発明は、内燃機関の燃焼室を画成すると共にクーラントに接する壁部の前記燃焼室側の温度である第1の温度と前記内燃機関の代表温度との差分値である差分温度を算出し、前記差分温度に基づいて内燃機関の運転状態を制御する制御部を備えた内燃機関制御装置において、前記制御部は、前記運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、前記壁部のクーラント側の温度である第2の温度を算出し、前記基準目標差分温度を前記第2の温度に応じて補正することにより目標差分温度を算出し、前記目標差分温度と前記差分温度との偏差に応じて、前記運転状態を制御することを第1の局面とする。

[0012] 本発明は、第1の局面に加えて、前記パラメータとして、前記内燃機関の回転数及び前記内燃機関が出力するトルクが含まれることを第2の局面とす

る。

[0013] 本発明は、第1又は第2の局面に加えて、前記制御部は、前記壁部の伝熱特性を反映した伝熱時間遅れを加味して、更に前記基準目標差分温度を補正することにより前記目標差分温度を算出することを第3の局面とする。

発明の効果

[0014] 以上の本発明の第1の局面にかかる内燃機関制御装置によれば、制御部が、内燃機関の燃焼室を画成すると共にクーラントに接する壁部の燃焼室側の温度である第1の温度と内燃機関の代表温度との差分値である差分温度を算出し、運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、壁部のクーラント側の温度である第2の温度を算出し、基準目標差分温度を第2の温度に応じて補正することにより目標差分温度を算出し、目標差分温度と差分温度との偏差に応じて、運転状態を制御するものであるため、簡便な構成で、内燃機関の冷却能力の変動をも考慮して制御目標値の精度を向上し、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御することができる。

[0015] また、本発明の第2の局面にかかる内燃機関制御装置によれば、制御部が用いる運転状態に関するパラメータとして、内燃機関の回転数及び内燃機関が出力するトルクが含まれるものであるため、より精度のよい基準目標差分温度を算出して、これに基づき目標差分温度を算出することができ、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御することができる。

[0016] また、本発明の第3の局面にかかる内燃機関制御装置によれば、制御部が、壁部の伝熱特性を反映した伝熱時間遅れを加味して、更に基準目標差分温度を補正することにより目標差分温度を算出するものであるため、より精度のよい目標差分温度を算出することができ、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1A]図1Aは、本発明の実施形態における水冷式の内燃機関及びそれに適用される内燃機関制御装置の構成を模式的に示すと共に、内燃機関で発生した熱量が冷却系や排気系に伝熱しながら出力系で消費される様子を模式的に示す。

す部分断面図である。

[図1B]図1 Bは、図1 Aに示す燃焼室の模式的な平面図であって、本実施形態における実験時での燃焼室内の温度測定位置を併せて示すものである。

[図2]図2は、本実施形態における実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を5000rpm及びスロットルバルブの開度を48度として進角方向の点火時期を変化したときの燃焼室の内表面の各位置における温度を、内燃機関の出力トルク及びノックレベルと共に示すグラフである。

[図3]図3は、本実施形態における実験結果で、内燃機関が空冷式で吸気バルブ及び排気バルブが各1個設けられている場合の混合気の燃焼時の内燃機関の燃焼室内の温度分布を示し、詳しくは、図3中の(a)及び(b)は、内燃機関の回転数を2000rpmに固定し、かつ、排気ガス中の一酸化炭素濃度が0.5%及び0.7%であるときの燃焼室の内表面の温度分布を順に対応して示し、また図3中の(c)から(g)は、内燃機関の排気ガス中の一酸化炭素濃度を0.5%に固定し、かつ、回転数が1400rpm、1800rpm、2000rpm、2200rpm及び2400rpmであるときの燃焼室の内表面の温度分布を順に対応して示す。

[図4]図4は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置の構成を示すブロック図である。

[図5]図5は、本実施形態における実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を5000rpm及びスロットルバルブの開度を40度として進角方向の点火時期を変化したときの差分温度を、内燃機関の出力トルク及びノックレベルと共に示すグラフである。

[図6]図6は、本実施形態における実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を5000rpm及びスロットルバルブの開度を40度としたときに、差分温度とピーク筒内圧とを対比させて示すグラフである。

[図7]図7は、本実施形態における水冷式の内燃機関の模式的な断面図であり、それに適用される内燃機関制御装置での基準目標差分温度の補正の内容を概念的に示す模式図である。

[図8]図 8 は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置での基準目標差分温度の補正に用いられる差分温度補正值のテーブルデータを示す模式図である。

[図9]図 9 は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置でのフィルタ処理前の目標差分温度及びフィルタ処理後の目標差分温度を比較して示す模式図である。

[図10]図 10 は、本実施形態における水冷式の内燃機関の圧縮比が量産想定時にばらついた場合の実験結果で、内燃機関の回転数を所定回転数及びスロットルバルブの開度を所定開度として内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフであり、詳しくは、図 10 中の (a) は、比較例の内燃機関運転状態制御処理による内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフであり、図 10 中の (b) は、本実施形態の内燃機関運転状態制御処理による内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフである。

[図11]図 11 は、本実施形態における種々の燃料種を用いた場合の実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を所定回転数及びスロットルバルブの開度を所定開度として内燃機関の進角方向の点火時期を変化したときの目標差分温度、内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフである。

[図12]図 12 は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置が実行する目標差分温度算出処理の流れを例示するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を適宜参照して、本発明の実施形態における内燃機関制御装置につき、詳細に説明する。

[0019] [内燃機関の構成]

まず、図 1 A から図 3 を参照して、本実施形態における内燃機関制御装置が適用される内燃機関の構成について説明する。

[0020] 図 1 A は、本実施形態における水冷式の内燃機関及びそれに適用される内燃機関制御装置の構成を模式的に示すと共に、内燃機関で発生した熱量が冷

却系や排気系に伝熱しながら出力系で消費される様子を模式的示す部分断面図であり、また図 1 B は、図 1 A に示す燃焼室の模式的な平面図であって、本実施形態における実験時での燃焼室内の温度測定位置を併せて示す。図 2 は、本実施形態における実験結果で、内燃機関の回転数を 5 0 0 0 r p m 及びスロットルバルブの開度を 4 8 度として進角方向の点火時期を変化したときの燃焼室の内表面の各位置における温度を、内燃機関の出力トルク及びノックレベルと共に示すグラフである。図 3 は、本実施形態における実験結果で、内燃機関が空冷式で吸気バルブ及び排気バルブが各 1 個設けられている場合の混合気の燃焼時の内燃機関の燃焼室内の温度分布を示し、詳しくは、図 3 中の (a) 及び図 3 中の (b) は、内燃機関の回転数を 2 0 0 0 r p m に固定し、かつ、排気ガス中の一酸化炭素濃度が 0 . 5 % 及び 0 . 7 % であるときの燃焼室の内表面の温度分布を順に対応して示し、また図 3 中の (c) から図 3 中の (g) は、内燃機関の排気ガス中の一酸化炭素濃度を 0 . 5 % に固定し、かつ、回転数が 1 4 0 0 r p m 、 1 8 0 0 r p m 、 2 0 0 0 r p m 、 2 2 0 0 r p m 及び 2 4 0 0 r p m であるときの燃焼室の内表面の温度分布を順に対応して示す。なお、図 2 では、便宜上、トルク及びノックレベルを同一の縦軸に表記している。

[0021] 図 1 A に示すように、内燃機関 1 は、図示を省略する二輪自動車等の車両に搭載され、1 又は複数の気筒 2 a を有するシリンダブロック 2 を備えている。シリンダブロック 2 の気筒 2 a に対応する部分の側壁内には、シリンダブロック 2 を冷却するための冷却液であるクーラントが流通するクーラント通路 3 が形成されている。なお、図 1 A 中では、便宜上、気筒 2 a の個数を 1 個のみとした例を示している。また、内燃機関 1 は、このような水冷式に限定されるものではなく、クーラント通路 3 を有せずに、シリンダブロック 2 を冷却するためのクーラントとしてその周囲の空気を用いる空冷式であってもよい。

[0022] 気筒 2 a の内部には、ピストン 4 が配置されている。ピストン 4 は、コンロッド 5 を介してクランクシャフト 6 に連結されている。クランクシャフト

6には、それと共に同軸に回転するロータ7が設けられている。ロータ7の外周面には、その周方向に所定のパターンで並置された複数の歯部（リラクタ）7aが立設されている。

[0023] シリンダブロック2の上部には、シリンダヘッド8が組み付けられている。シリンダブロック2の内壁面、ピストン4の上面、及びシリンダヘッド8の内壁面は、協働して気筒2aの燃焼室9を画成している。なお、クーラント通路3は、シリンダブロック2に加えシリンダヘッド8に形成されているもよい。

[0024] シリンダヘッド8には、燃焼室9内の燃料及び空気から成る混合気に点火する点火プラグ10が設けられている。各燃焼室9に対する点火プラグ10の個数は、複数であってもよい。

[0025] シリンダヘッド8には、燃焼室9と対応して連通する吸気管11が組み付けられている。シリンダヘッド8内には、燃焼室9と吸気管11とを対応して連通する吸気通路11aが形成されている。燃焼室9と吸気通路11aとの対応する接続部位には、吸気バルブ12が設けられている。なお、吸気管11は、気筒2aの個数に応じた多岐管であってもよく、吸気通路11aの個数は、気筒2aの個数に等しくなる。各燃焼室9に対する吸気バルブ12の個数は、水冷式の内燃機関1の場合には2個を想定し、空冷式の内燃機関1の場合には1個を想定しているが、これらはその他の個数であってもよい。

[0026] 吸気管11には、その内部に燃料を噴射するインジェクタ13が設けられている。吸気管11には、インジェクタ13の上流側にスロットルバルブ14が設けられている。スロットルバルブ14は、図示を省略するスロットル装置の構成部品であり、スロットル装置の本体部が吸気管11に組み付けられている。なお、インジェクタ13は、対応する燃焼室9に燃料を直接噴射するものであってもよい。また、インジェクタ13及びスロットルバルブ14の個数は、各々複数であってもよい。

[0027] また、シリンダヘッド8には、燃焼室9と対応して連通する排気管15が

組み付けられている。シリンダヘッド 8 内には、燃焼室 9 と排気通路 15 a とを対応して連通する排気通路 15 a が形成されている。燃焼室 9 と排気管 15 との対応する接続部位には、排気バルブ 16 が設けられている。なお、排気管 15 は、気筒 2 a の個数に応じた多岐管であってもよく、排気通路 15 a の個数は、気筒 2 a 及び排気管 15 の個数に等しくなる。なお、各燃焼室 9 に対する排気バルブ 16 の個数は、水冷式の内燃機関 1 の場合には 2 個を想定し、空冷式の内燃機関 1 の場合には 1 個を想定しているが、これらはその他の個数であってもよい。

[0028] ここで、内燃機関 1 が水冷式の場合について検討すると、内燃機関 1 の冷却系の冷却機能が破綻しない前提で、以下の数式（数 1）で示すように、内燃機関 1 で発生した総熱量 Q_T は、内燃機関 1 が出力するトルクに変換された熱量 Q_{tq} と、内燃機関 1 の冷却熱量 Q_w と、内燃機関 1 の排気によって排出される熱量 Q_{ex} と、の総和に等しく、この際に、内燃機関 1 が出力するトルクに変換された熱量 Q_{tq} と、内燃機関 1 の冷却熱量 Q_w と、は、比例関係にあるものである。また、冷却熱量 Q_w は、燃焼室 9 からクーラントに至る熱の通過部分の熱伝達率を h 、燃焼室 9 の冷却表面積を A 、及び時間を t で表記すれば、内燃機関 1 の燃焼室 9 を画成するシリンダブロック 2 又はシリンダヘッド 8 の壁部の燃焼室 9 側の壁表面の温度と、内燃機関 1 のクーラント通路 3 内を流通するクーラントの温度と、の差分温度 T_{CCD} に対して、以下の数式（数 2）で示すような関係がある。この数式（数 2）中の熱伝達率 h は、E i c h e l b e r g の式である以下の数式（数 3）で示され、ピストン 4 の速度（ピストン速度） C_m の 3 乗根、気筒 2 a の内部圧力（筒内圧） p の二乗根、及び内燃機関 1 の燃焼ガスの温度（燃焼ガス温度） T_g の二乗根に比例して増加する。よって、内燃機関 1 の任意の運転状態で、差分温度 T_{CCD} とトルクの間に正相関が成り立つことになる。なお、かかる議論は、原理的には、内燃機関 1 が空冷式の場合についても成立するものである。

[0029]

[数1]

$$Q_T = Q_{tq} + Q_w + Q_{ex} \quad \dots (\text{数 } 1)$$

[0030] [数2]

$$Q_w = h \cdot A \cdot T_{CCD} \cdot t \quad \dots (\text{数 } 2)$$

[0031] [数3]

$$h = 7.6 \cdot C_m^{1/3} \cdot p^{1/2} \cdot T_g^{1/2} \quad \dots (\text{数 } 3)$$

[0032] また、図1Bに示す温度測定位置に関する図2に示す実験結果から、点火時期を進角させていくと、水冷式の内燃機関1の出力するトルクは上昇していき、点火時期がMBTに達した後、内燃機関1のノックの始まりと共に燃焼室9の内表面の各位置において温度上昇が現れていることが分かる。ここで、燃焼室9の内表面の位置は、図2中で、スキッシュ領域1からスキッシュ領域5で示され、スキッシュ領域1は、燃焼室9中央から離間した吸気側スキッシュ領域、スキッシュ領域2は、燃焼室9中央へ接近した吸気側スキッシュ領域、スキッシュ領域3は、排気側スキッシュ領域、スキッシュ領域4は、燃焼室9中央及び点火プラグから離間したスキッシュ領域、及びスキッシュ領域5は、燃焼室9中央から離間し点火プラグ10に接近したスキッシュ領域を各々示している。図2中で、スキッシュ領域1からスキッシュ領域5の中で、温度上昇が最も顕著に現れる領域は、燃焼室9中央へ接近した吸気側スキッシュ領域であるスキッシュ領域2であるが、全般に、吸気側のスキッシュ領域の温度上昇は、排気側のスキッシュ領域の温度上昇よりも鋭敏に現れていることが分かる。これは、一般的に、内燃機関1の燃焼室9において、ノックが吸入側領域から始まることに起因するものと考えられる。また、MBTに至る前の内燃機関1のトルクの増加に関しても排気側の反応より吸気側領域の反応が鋭敏に現れているため、燃焼室9の温度分布を内燃機関1のノックを含む燃焼状態の指標とすることを考慮すると、燃焼室9の吸気側に燃焼室温度センサを設置することが好ましいことが分かる。更に、

内燃機関 1 の量産条件を考慮して、一般的なサーミスタ型温度センサをスキッシュ領域 1 の近傍位置に設置したところ、この温度センサで図 2 に示す温度検出値を得ることができた。

[0033] また、燃焼室 9 における温度分布の特性を確認するために、冷却系の構成がシンプルな空冷式の内燃機関 1 を用いて、燃焼室 9 における温度分布を示す図 3 に示す実験結果を得た中の図 3 中の (a) 及び図 3 中の (b) の実験結果においては、内燃機関 1 の発熱量の少ない無負荷運転状態でも、燃調（一酸化炭素濃度）の違いによる燃焼室 9 内の温度分布の違いが得られることが分かり、かかる温度分布は、それが吸気側（吸気バルブ 12 側）と排気側（排気バルブ 16 側）とで約 40℃ の温度差を呈していた。更に、その他の図 3 中の (c) から図 3 中の (g) の実験結果においては、内燃機関 1 の回転数が変化しても温度分布の高低の傾向は変わらず、その回転数が上がるにつれて温度が上昇する結果を呈していた。このため、吸排気バルブが 1 つずつの空冷式内燃機関でも燃焼状態を判断するためのパラメータを抽出して用いることができることが分かる。なお、図 3 中の符号 A から符号 K は、各々の領域内の温度範囲を示すもので、具体的には、符号 A は、165℃ 以上 170℃ 未満の温度範囲、符号 B は、160℃ 以上 165℃ 未満の温度範囲、符号 C は、155℃ 以上 160℃ 未満の温度範囲、符号 D は、150℃ 以上 155℃ 未満の温度範囲、符号 E は、145℃ 以上 150℃ 未満の温度範囲、符号 F は、140℃ 以上 145℃ 未満の温度範囲、符号 G は、135℃ 以上 140℃ 未満の温度範囲、符号 H は、130℃ 以上 135℃ 未満の温度範囲、符号 I は、125℃ 以上 130℃ 未満の温度範囲、符号 J は、120℃ 以上 125℃ 未満の温度範囲、及び符号 K は、115℃ 以上 120℃ 未満の温度範囲を各々示している。

[0034] [内燃機関制御装置の構成]

次に、図 1 A 及び図 1 B に加え、図 4 から図 11 をも参照して、本実施形態における内燃機関制御装置の構成について説明する。

[0035] 図 4 は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御

装置の構成を示すブロック図である。図5は、本実施形態における実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を5000rpm及びスロットルバルブの開度を40度として進角方向の点火時期を変化したときの差分温度を、内燃機関の出力トルク及びノックレベルと共に示すグラフである。図6は、本実施形態における実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を5000rpm及びスロットルバルブの開度を40度としたときに、差分温度とピーク筒内圧とを対比させて示すグラフである。図7は、本実施形態における水冷式の内燃機関の模式的な断面図であり、それに適用される内燃機関制御装置での基準目標差分温度の補正の内容を概念的に示す模式図である。図8は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置での基準目標差分温度の補正に用いられる差分温度補正值のテーブルデータを示す模式図である。図9は、本実施形態における水冷式の内燃機関に適用される内燃機関制御装置でのフィルタ処理前の目標差分温度及びフィルタ処理後の目標差分温度を比較して示す模式図である。図10は、本実施形態における水冷式の内燃機関の圧縮比が量産想定時にばらついた場合の実験結果で、内燃機関の回転数を所定回転数及びスロットルバルブの開度を所定開度として内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフであり、詳しくは、図10中の（a）は、比較例の内燃機関運転状態制御処理による内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフであり、図10中の（b）は、本実施形態の内燃機関運転状態制御処理による内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフである。また、図11は、本実施形態における種々の燃料種を用いた場合の実験結果で、水冷式の内燃機関の回転数を所定回転数及びスロットルバルブの開度を所定開度として内燃機関の進角方向の点火時期を変化したときの目標差分温度、内燃機関の出力トルク及びノックレベルを示すグラフである。なお、図5では、便宜上、差分温度及びノックレベルを同一の縦軸に表記し、図11では、便宜上、目標差分温度及びトルクを同一の縦軸に表記している。

[0036] 図4に示すように、本実施形態における内燃機関制御装置100は、冷却

水温センサ 21、クランク角センサ 22、吸気温センサ 23、スロットル開度センサ 24、及び壁部温度センサ 25 に電氣的に接続された ECU (Electronic Control Unit) 102 を備えている。

[0037] 冷却水温センサ 21 は、クーラント通路 3 に侵入した態様でシリンダブロック 2 に装着され、クーラント通路 3 内を流通するクーラントの温度（クーラント温度）を検出し、このように検出したクーラント温度を示す電気信号を ECU 102 に入力する。なお、かかるクーラント温度は、内燃機関 1 の代表温度（内燃機関代表温度）として用いられるものであるが、内燃機関代表温度としては、必要に応じて、内燃機関 1 の潤滑油の油温等を油温センサ等で検出してその油温等を用いることが可能である。また、内燃機関 1 が空冷式である場合には、内燃機関代表温度としては、内燃機関 1 の潤滑油の油温等を油温センサ等で検出してその油温等を用いればよい。

[0038] クランク角センサ 22 は、ロータ 7 の外周面に形成されている歯部 7a に対向した態様でシリンダブロック 2 の下部に組み付けられた図示を省略するロアケース等に装着され、クランクシャフト 6 の回転に伴って回転する歯部 7a を検出することによって、クランクシャフト 6 の角速度を検出する。クランク角センサ 22 は、このように検出した角速度を示す電気信号を ECU 102 に入力する。

[0039] 吸気温センサ 23 は、吸気管 11 内に侵入した態様で吸気管 11 に装着され、吸気管 11 内に流入する空気の温度を検出し、このように検出した空気の温度を示す電気信号を ECU 102 に入力する。

[0040] スロットル開度センサ 24 は、スロットル装置の本体部に装着され、スロットルバルブ 14 の開度を検出し、このように検出した開度を示す電気信号を ECU 102 に入力する。

[0041] 壁部温度センサ 25 は、燃焼室 9 を画成する部材、つまりシリンダブロック 2 又はシリンダヘッド 8 の壁部において燃焼室 9 側に受熱部が装着されてその壁部の燃焼室 9 側の壁表面の温度を検出し、このように検出した壁部の燃焼室 9 側の温度を示す電気信号を ECU 102 に入力する。詳しくは、壁

部温度センサ 25 は、燃焼室 9 内の混合気に点火プラグ 10 により点火されてそれが着火されることにより生成された火炎が伝播しにくい部位である吸気バルブ 12 側の壁表面温度（シリンダブロック 2 又はシリンダヘッド 8 における吸気バルブ 12 側であって燃焼室 9 側の内壁表面温度）を検出するように、かかる壁部の燃焼室 9 側のシリンダブロック 2 又はシリンダヘッド 8 に装着される。ここで、かかる吸気バルブ 12 側の壁表面温度に相当する壁部の温度は、燃焼室 9 内の混合気が着火されることにより生成された火炎が伝播しにくい部位の温度であるため、燃焼室 9 内の混合気の燃焼状態に敏感に反応する温度である。なお、図 1 A 中では、壁部温度センサ 25 は、燃焼室 9 を画成する部材としてのシリンダヘッド 8 の壁部において燃焼室 9 側に受熱部が装着された例を示し、これは、受熱部が図 3 中での燃焼室 9 中央から離間した吸気側のスキッシュ領域 1 の近傍位置に配置された構成に相当する。また、燃焼室 9 内の混合気の燃焼状態に敏感に反応する温度となるものであれば、壁部温度センサ 25 以外の温度センサで検出されるシリンダブロック 2 等の壁表面温度を壁部温度として採用することも可能である。

[0042] ECU 102 は、車両が備えるバッテリーからの電力を利用して動作するので、マイコン 104、A/D (Analog to Digital) 変換回路 201a 及び 201b、波形成形回路 202、並びに駆動回路 301 を備えている。

[0043] マイコン 104 は、メモリ 106 及び CPU (Central Processing Unit) 108 を備えている。

[0044] メモリ 106 は、不揮発性及び揮発性の各種記憶装置によって構成され、内燃機関運転状態制御処理用等の制御プログラムや各種制御データを格納している。なお、不揮発性の記憶装置は、ECU 102 が内燃機関運転状態制御処理を実行する際に用いる制御データ（燃料噴射量の指示値や点火時期等）を一時的に記憶するワーキングエリアとして機能する。

[0045] CPU 108 は、冷却水温センサ 21、クランク角センサ 22、吸気温度センサ 23、スロットル開度センサ 24、及び壁部温度センサ 25 からの電気

信号を用いて、ECU 102 全体の動作を制御するもので、回転数算出部 203、トルク算出部 204、壁部温度算出部 205、冷却水温算出部 206、差分温度算出部 207、基準目標差分温度算出部 208、補正項算出部 209、目標差分温度算出部 210、運転状態制御部 211、比較部 212、及び点火時期算出部 213 を備えている。なお、回転数算出部 203、トルク算出部 204、壁部温度算出部 205、冷却水温算出部 206、差分温度算出部 207、基準目標差分温度算出部 208、補正項算出部 209、目標差分温度算出部 210、運転状態制御部 211、比較部 212、及び点火時期算出部 213 は、CPU 108 がメモリ 106 から必要な制御プログラム及び制御データを読み出して内燃機関運転状態制御処理等を実行する際の機能ブロックとして示している。

[0046] A/D変換回路 201a は、壁部温度センサ 25 から入力されたアナログ形態の電気信号をデジタル形態に変換してそれを壁部温度算出部 205 に入力する。

[0047] A/D変換回路 201b は、冷却水温センサ 21 から入力されたアナログ形態の電気信号をデジタル形態に変換してそれを冷却水温算出部 206 に入力する。

[0048] 波形成形回路 202 は、クランク角センサ 22 から入力された電気信号に対してスムージング処理等の成形処理を施した後にその電気信号を回転数算出部 203 及びトルク算出部 204 に入力する。

[0049] 回転数算出部 203 は、波形成形回路 202 から入力された電気信号を用いて内燃機関 1 の回転数を算出し、このように回転数算出部 203 が算出した内燃機関 1 の回転数は、基準目標差分温度算出部 208 で用いられる。

[0050] トルク算出部 204 は、波形成形回路 202 から入力された電気信号を用いて内燃機関 1 の出力トルク（トルク）を算出し、このようにトルク算出部 204 が算出した内燃機関 1 のトルクは、基準目標差分温度算出部 208 で用いられる。なお、トルク算出部 204 は、このように算出した内燃機関 1 のトルクの値が滑らかに変化するように、それに所定のフィルタリング処理

を施してもよい。

[0051] 壁部温度算出部205は、A/D変換回路201aから入力された電気信号を用いて内燃機関1の燃焼室9を画成するシリンダブロック2又はシリンダヘッド8の壁部の燃焼室9側の温度（壁表面温度）を算出し、このように壁部温度算出部205が算出した壁部の燃焼室9側の温度は、差分温度算出部207及び補正項算出部209で用いられる。かかる壁部の燃焼室9側の温度は、内燃機関1の燃焼室9内の混合気の燃焼状態を直接的に反映する内燃機関1の温度であって、かつ、前述したように、燃焼室9内の混合気の燃焼の乱れ等の燃焼状態、つまり燃焼室9の壁表面の受熱の状態に敏感に反応する温度である。ここで、かかる燃焼室9の壁表面の受熱の状態は、内燃機関1のシリンダの内圧レベルやノックの発生状態に影響を受けるものであり、かかるシリンダの内圧レベルやノックの発生状態は、内燃機関1の点火時期に影響を受けるものである。なお、壁部温度算出部205は、このように算出した壁部の燃焼室9側の温度の値が滑らかに変化するように、それに所定のフィルタリング処理を施してもよい。なお、付言すれば、かかる壁部の燃焼室9側の温度は、内燃機関1のシリンダ内で発生する発生熱量を直接的に反映した温度であると評価され得るものであるため、かかる壁部の燃焼室9側の温度と、内燃機関1のシリンダ内、つまり燃焼室9内に供給される燃料噴射量と、は、概略的には相関があるものでもあるため、壁部の燃焼室9側の温度は点火時期の制御のみならず、燃料噴射量の制御にも利用可能である。

[0052] 冷却水温算出部206は、A/D変換回路201bから入力された電気信号を用いてクーラント通路3内を流通するクーラント温度を内燃機関代表温度として算出し、このように冷却水温算出部206が算出したクーラント温度は、差分温度算出部207及び補正項算出部209で用いられる。ここで、かかるクーラント温度は、内燃機関の温度を代表的に示す内燃機関1の代表温度、つまり内燃機関代表温度であって、内燃機関1のシリンダを冷却する冷却熱量を反映した温度であると評価され得るものである。また、かかる

クーラント温度は、壁部温度算出部 205 が算出する壁部の燃焼室 9 側の温度に比較して、燃焼室 9 内の混合気の燃焼状態に敏感には反応しない温度である。なお、冷却水温算出部 206 は、このように算出したクーラント温度の値が滑らかに変化するように、それに所定のフィルタリング処理を施してもよい。また、かかる内燃機関代表温度としては、クーラント温度の他に、内燃機関 1 の潤滑油の温度等を用いてもよい。また、内燃機関 1 が空冷式である場合にも、内燃機関 1 の潤滑油の温度等を内燃機関代表温度として用いることが可能である。

[0053] 差分温度算出部 207 は、壁部温度算出部 205 が算出した壁部の燃焼室 9 側の温度と冷却水温算出部 206 が算出したクーラント温度との差分値である差分温度を算出し、このように差分温度算出部 207 が算出した差分温度は、運転状態制御部 211 の内燃機関運転状態制御処理で用いられる。ここで、壁部温度算出部 205 が算出する壁部の燃焼室 9 側の温度は、内燃機関 1 の燃焼室 9 内の混合気の燃焼状態に敏感に反応する温度であり、冷却水温算出部 206 が算出するクーラント温度は、燃焼室 9 内の混合気の燃焼状態に敏感には反応しない温度であるため、かかる差分温度は、燃焼室 9 内の燃焼状態が良好である場合には、大きな値を示す一方で、これに比較して、点火時期が遅角状態にあって内燃機関 1 の出力が低い場合には、小さな値を示すものである。これ故、かかる差分温度は、燃焼室 9 内の燃焼状態の良・不良を示す指標となると共に、内燃機関 1 の冷却系の冷却能力をも反映するものである。特に、内燃機関 1 の点火時期は、内燃機関 1 のシリンダの内圧レベルやノックの発生状態に影響を与え、シリンダの内圧レベルやノックの発生状態は、内燃機関 1 の燃焼室 9 の壁表面の受熱の状態に影響を与え、かつ、燃焼室 9 の壁部の燃焼室 9 側の温度と内燃機関のクーラント温度等である内燃機関代表温度と、の差分値である差分温度は、燃焼室 9 の壁表面の受熱の状態に敏感に反応するものであるから、かかる差分温度は、運転状態制御部 211 が内燃機関 1 の運転状態を制御する際の点火時期の制御に適用し得るものである。なお、必要に応じて、かかる差分温度は、運転状態制御部

211が内燃機関1の運転状態を制御する際の燃料噴射量の制御にも適用することが可能である。

[0054] ここで、図5に示す実験結果から、点火時期を進角させていくと、内燃機関1のトルクは上昇していき、そのトルクがピークに達するまでは差分温度も上昇していくと共に、そのトルクがピークに達した後から、ノックレベルが上昇を始めるまでに差分温度が一定値となる範囲があり、その後ノックレベルが上昇を始めると共に差分温度は急峻な上昇傾向を示すことが分かる。

[0055] また、図6に示す実験結果から、差分温度とピーク筒内圧との関係には、非常に良い正相関があることが分かる。点火時期を固定すれば、ピーク筒内圧と平均有効圧との関係には正相関があるので、MBTでの内燃機関1のトルクと差分温度との間には、正相関があることになる。このように内燃機関1のトルクと差分温度との間に正相関があるのであれば、この差分温度を目標差分温度として、実機の差分温度が目標差分温度となるよう制御することで、内燃機関1をベストトルクの状態で運転することが可能となる。また、内燃機関1における種々の回転数や負荷条件でそのトルクと差分温度との関係を計測したところ、回転数が1900rpmから5000rpmの範囲でスロットル開度がアイドル開度から全開開度の範囲において、このような正相関が認められた。

[0056] 基準目標差分温度算出部208は、内燃機関1の運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、このように基準目標差分温度算出部208が算出した基準目標差分温度は、補正項算出部209及び目標差分温度算出部210で用いられる。ここで、かかる基準目標差分温度は、差分温度算出部207が算出する差分温度の目標値である目標差分温度の基準値となるものであり、内燃機関1がノックレベルが無視し得るレベルであってベストトルクを出力する運転状態にあるときの差分温度の理想値として算出されるものである。また、内燃機関1の運転状態に関するパラメータとしては、実際に運転されている内燃機関1において、その内燃機関1がベストトルクを出力する運転状態にあるときの理想値である基準目標差分温度を求めるこ

とが必要であるので、内燃機関 1 の実際の運転状態を呈するものとして抽出したパラメータを設定することが必要となる。かかる観点からは、内燃機関 1 の運転状態に関するパラメータとしては、内燃機関 1 の回転数及びその回転数における内燃機関 1 が出力するトルクを設定することが好ましい。

[0057] 具体的には、基準目標差分温度算出部 208 は、メモリ 106 中に予め格納されているデータ、つまり内燃機関 1 の運転状態に関するパラメータの値に対応して基準目標差分温度の値が規定されたテーブルデータやマップデータをメモリ 106 から読み出して、実際に運転されている内燃機関 1 の運転状態に関するパラメータの値と、メモリ 106 から読み出したデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、このように実際に運転されている内燃機関 1 の運転状態に関するパラメータの値に対応する基準目標差分温度の値を算出することになる。例えば、内燃機関 1 の運転状態に関するパラメータとして、内燃機関 1 の回転数及びその回転数における内燃機関 1 が出力するトルクが設定されている場合には、メモリ 106 中に予め格納されているデータは、互いに直交する 2 つ軸に内燃機関 1 の回転数の値及びその回転数における内燃機関 1 が出力するトルクの値に対応して規定し、かかる 2 つの軸に直交する第 3 の軸に、それらの回転数の値及びトルクの値に対応して基準目標差分温度の値が規定されたマップデータの形態となる。このような場合には、基準目標差分温度算出部 208 は、かかるマップデータをメモリ 106 から読み出して参照し、回転数算出部 203 が算出した内燃機関 1 の回転数と、トルク算出部 204 が算出した内燃機関 1 のトルクと、に対応する基準目標差分温度を算出することになる。

[0058] 補正項算出部 209 は、冷却水温算出部 206 が算出したクーラント温度及び基準目標差分温度算出部 208 が算出した基準目標差分温度を用いて、基準目標差分温度を補正するための補正項における補正値を算出し、このように補正項算出部 209 が算出した補正値は、目標差分温度算出部 210 で用いられる。かかる補正値は、主として、内燃機関 1 の許容熱量を超える熱量がそれに生じることをないようにその冷却系の冷却能力の時間変動を考慮

して、基準目標差分温度を調整するためのものである。ここで、内燃機関 1 の出力増大時等において、燃焼室 9 を画成するシリンダブロック 2 の壁部に典型的には形成されたクーラント通路 3 側の壁表面の温度が冷却液であるクーラントの核沸騰点に近づくと、クーラント通路 3 の壁面又はその周囲のクーラントの流れ場の乱れが増大してクーラントの熱伝導率が増大する一方で、かかるクーラント通路 3 側の壁表面の温度が更に上昇して膜沸騰点に近づくと、クーラントの熱伝導率が減小するという現象が短時間に生じ、内燃機関 1 の冷却系が受熱可能な熱量が短時間に変動するため、かかるクーラント通路 3 側の温度から基準目標差分温度を調整する補正値が算出されればよいことになる。

[0059] 具体的には、補正項算出部 209 は、メモリ 106 中に予め格納されているデータ、つまりクーラント温度の値に対応して温度相関係数の値が規定されたテーブルデータをメモリ 106 から読み出して、冷却水温算出部 206 が算出したクーラント温度の値と、メモリ 106 から読み出したテーブルデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、冷却水温算出部 206 が算出したクーラント温度の値に対応する温度相関係数の値を算出する。ついで、補正項算出部 209 は、かかる温度相関係数を基準目標差分温度算出部 208 が算出した基準目標差分温度に乘算して、壁部の燃焼室 9 側の温度及び壁部のクーラント通路 3 側の温度間の降下温度を算出する。ついで、補正項算出部 209 は、かかる降下温度を壁部温度算出部 205 が算出した壁部の燃焼室 9 側の温度から減算して、壁部のクーラント通路 3 側の温度を算出する。ついで、補正項算出部 209 は、メモリ 106 中に予め格納されているデータ、つまり壁部のクーラント通路 3 側の温度の値に対応して差分温度補正値が規定されたテーブルデータをメモリ 106 から読み出して、補正項算出部 209 が算出した壁部のクーラント通路 3 側の温度と、メモリ 106 から読み出したテーブルデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、補正項算出部 209 が算出した壁部のクーラント通路 3 側の温度の値に対応する差分温度補正値を算出することになる。なお、内燃機関 1 が空冷式の場合には

、その冷却系の冷却能力は、内燃機関 1 が搭載される車両の速度、内燃機関 1 の代表温度、その吸気温度、その油温、及びそのシリンダブロック等の外皮の表面温度等に依存するものであるため、水冷式の内燃機関 1 における壁部のクーラント通路 3 側の温度に相当する温度は、内燃機関 1 の代表温度にその代表温度を検出した位置の補正を施し、かつこれに車速や吸気温度に対応する相関係数を乗算することにより算出することができるものである。

[0060] 目標差分温度算出部 210 は、補正項算出部 209 が算出した差分温度補正值を用いて、基準目標差分温度算出部 208 が算出した基準目標差分温度を補正して目標差分温度を算出し、このように目標差分温度算出部 210 が算出した目標差分温度は、運転状態制御部 211 で用いられる。具体的には、目標差分温度算出部 210 は、補正項算出部 209 が算出した差分温度補正值を基準目標差分温度算出部 208 が算出した基準目標差分温度の値に加算して、目標差分温度を算出することになる。また、この際、目標差分温度算出部 210 は、内燃機関 1 の燃焼室 9 を画成する壁部の伝熱特性を反映した燃焼室 9 から壁部への伝熱の時間遅れを加味して、基準目標差分温度を更に補正してもよい。かかる場合、具体的には、目標差分温度算出部 210 は、内燃機関 1 の出力の増大時及び減小時に応じたフィルタリング係数を算出し、かかるフィルタリング係数を差分温度補正值を用いて補正した基準目標差分温度に乘算して、目標差分温度を算出することになる。

[0061] ここで、図 7 に示すように、差分温度 T_{CCD} は、壁部温度算出部 205 が算出した壁部の燃焼室 9 側の温度 T_{CC} と冷却水温算出部 206 が算出したクーラント温度 T_W との差分値であるから、内燃機関 1 の燃焼による発生熱量がその冷却系に伝達する熱量に対応したものである。つまり、差分温度 T_{CCD} は、内燃機関 1 のノックの有無や筒内圧の高低によって変化するものであるから、内燃機関 1 の燃焼の健全さを直接示しているパラメータであると評価し得るものであるが、冷却系に伝達する熱量は、それ自体がクーラントの熱伝導率に依存するものであるため、差分温度 T_{CCD} は、壁部のクーラント通路 3 側の温度 T_{CCR} の増減（図 7 中、 T_{CCR}' 及び T_{CCR} ）

’ ’ で示す) に対応してクーラントの熱伝導率が増減すると $TCCD'$ や $TCCD''$ のように増減してしまう。このため、目標差分温度算出部 210 は、補正項算出部 209 が算出した差分温度補正值 $DTCCR$ を用いて、基準目標差分温度算出部 208 が算出した基準目標差分温度 $TCCDBPM$ を補正している (図 7 中、 $TCCDBPM'$ 及び $TCCDBPM''$ で示す)。

[0062] また、図 8 に示すテーブルデータは、補正項算出部 209 が目標差分温度算出部 210 による基準目標差分温度の補正用の差分温度補正值を算出する際に用いるテーブルデータの一例であり、図 8 中の右側の差分温度補正值の変化の態様が、クーラントの核沸騰点及び膜沸騰点に対応している。

[0063] また、図 9 に示すように、目標差分温度算出部 210 が、内燃機関 1 の燃焼室 9 を画成する壁部の伝熱特性を反映した燃焼室 9 から壁部への伝熱の時間遅れを加味して、基準目標差分温度を更に補正する際には、フィルタ処理前の目標差分温度よりも滑らかに啓示的に変化するフィルタ処理後の目標差分温度が得られている。

[0064] 運転状態制御部 211 は、内燃機関制御装置 100 全体の動作を制御する。具体的には、運転状態制御部 211 は、吸気温センサ 23 から ECU 102 に入力された電気信号を用いて CPU 108 が算出したスロットルバルブ 14 の開度、吸気温センサ 23 から ECU 102 に入力された電気信号を用いて CPU 108 が算出した吸気管 11 内に流入する空気の温度、差分温度算出部 207 が算出した差分温度、及び目標差分温度算出部 210 が算出した目標差分温度等に基づいて、点火時期及び燃料噴射量の指示値等を算出する。そして、運転状態制御部 211 は、このように算出した点火時期及び燃料噴射量の指示値等を内燃機関 1 に適用することにより、その運転状態を制御する内燃機関運転状態制御処理を実行する。また、運転状態制御部 211 は、内燃機関運転状態制御処理における点火時期の制御に着目すると、点火時期の指示値を算出するための機能ブロックとして比較部 212 及び点火時期算出部 213 を備えている。

- [0065] 比較部 212 は、差分温度算出部 207 が算出した差分温度の値と、目標差分温度算出部 210 が算出した目標差分温度の値と、を比較し、これらの大小関係を判別し、このように比較部 212 が判別した大小関係は、点火時期算出部 213 で用いられる。
- [0066] 点火時期算出部 213 は、比較部 212 が判別した大小関係に基づき、差分温度算出部 207 が算出した差分温度の値が目標差分温度算出部 210 が算出した目標差分温度の値よりも大きい場合には、現在適用されている点火時期の指示値を所定量遅角した点火時期の指示値を算出し、差分温度算出部 207 が算出した差分温度の値が目標差分温度算出部 210 が算出した目標差分温度の値よりも小さい場合には、現在適用されている点火時期の指示値を所定量進角した点火時期の指示値を算出する。
- [0067] 駆動回路 301 は、点火時期算出部 213 が算出した点火時期の指示値を点火プラグ 10 の点火動作に適用するために、運転状態制御部 211 から入力された制御信号に従って、点火コイル等を介して点火プラグ 10 を駆動することによって、内燃機関 1 の点火時期を制御する。
- [0068] ここで、図 10 に示す実験結果において、各々の内燃機関の圧縮比が -0.2 から $+0.5$ の範囲内ではらついたと仮定した場合、図 10 中の (a) に示すような目標差分温度を用いない一般的な固定点火時期を伴う内燃機関運転状態制御処理による内燃機関のトルクのばらつき幅 $W1$ は、約 3.6% FS 比程度あるが、これと比較して、図 10 中の (b) に示すような本実施形態の比較用目標差分温度を用いた点火時期の制御を伴う内燃機関運転状態制御処理による内燃機関 1 のトルクのばらつき幅 $W2$ は、図 10 中の (a) の固定点火時期におけるノックレベルと同等のノックレベルを呈する比較用目標差分温度を設定した際に、約 1.6% FS 比程度に改善したことが分かる。
- [0069] また、図 11 に示す実験結果から、高オクタン（いわゆるハイオクタンクラス）のガソリン、低オクタン（いわゆるレギュラークラス）のガソリン、及びエタノールを内燃機関 1 の燃料に用いた場合に、各々において、目標差

分温度の挙動に互いの差異はなく、ノックの発生が起こると共に目標差分温度の上昇が始まり、ある一定以上のノックの状態を各々の燃料種で同様に判断することができることが分かった。なお、図 11 中で、高オクタンのガソリンの進角限界を L_1 、低オクタンのガソリンの進角限界を L_2 及びエタノールの進角限界を L_3 で、各々示している。

[0070] 以上のような構成を有する内燃機関制御装置 100 は、内燃機関運転状態制御処理を実行する際に、以下に示す目標差分温度算出処理を実行することによって、内燃機関 1 の個体差に実質的な影響を受けない態様で、最適な効率の内燃機関 1 の運転状態を実現する目標差分温度を算出する。以下、図 12 を更に参照して、この目標差分温度算出処理を実行する際の内燃機関制御装置 100 の動作について説明する。

[0071] 〔目標差分温度算出処理〕

図 12 は、本実施形態における内燃機関制御装置 100 が実行する目標差分温度算出処理の流れを例示するフローチャートである。

[0072] 図 12 に示す目標差分温度算出処理のフローチャートは、車両のイグニッションスイッチがオフ状態からオン状態に切り替えられて内燃機関制御装置 100 が稼働して、内燃機関運転状態制御処理が実行されるタイミングに合わせて開始となり、目標差分温度算出処理はステップ S1 の処理に進む。かかる目標差分温度算出処理は、内燃機関運転状態制御処理は、内燃機関制御装置 100 が稼働状態で内燃機関運転状態制御処理が実行中ある間、メモリ 106 から必要な制御プログラムや制御データを読み出して所定の制御周期毎に繰り返し実行されるものである。

[0073] ステップ S1 の処理では、トルク算出部 204 が、波形成形回路 202 から入力された電気信号を用いて内燃機関 1 が出力するトルク $DCBCPFLT$ を算出する。ここで、トルク算出部 204 は、それが算出する内燃機関 1 のトルクの値が滑らかに変化するように、一旦算出したトルク $DCBCP$ に所定のフィルタリング係数 $CDCBPREF$ を乗算するフィルタリング処理を施し、内燃機関 1 のトルク $DCBCPFLT$ を算出している。かかるフィ

ルタリング係数 $CDCBPREF$ の値は、トルク算出部204がメモリ106から読み出したものを用いている。これにより、ステップS1の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS2の処理に進む。

[0074] ステップS2の処理では、目標差分温度算出部210が、内燃機関1の燃焼室9を画成する壁部の伝熱特性を反映した燃焼室9から壁部への伝熱の時間遅れを加味したフィルタリング係数 $CDBPREF$ を算出する。ここで、目標差分温度算出部210は、内燃機関1の出力の増大時及び減小時に応じた伝熱の時間遅れを反映するフィルタリング係数 $CDBPREF$ のテーブルデータをメモリ106から読み出してこれを参照し、内燃機関1の出力の増大時及び減小時に対応したフィルタリング係数 $CDBPREF$ の値を算出している。これにより、ステップS2の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS3の処理に進む。

[0075] ステップS3の処理では、基準目標差分温度算出部208が、内燃機関1の運転状態に関するパラメータの値に対応して基準目標差分温度 $TCCDBPM$ の値が規定されたマップデータをメモリ106から読み出して、実際に運転されている内燃機関1の運転状態に関するパラメータの値と、メモリ106から読み出したデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、内燃機関1の運転状態に関するパラメータの値に対応する基準目標差分温度 $TCCDBPM$ の値を算出する。ここで、基準目標差分温度算出部208は、内燃機関1の運転状態に関するパラメータとして、内燃機関1の回転数及び内燃機関1が出力するトルクを用いており、それが参照するデータは、マップデータの形態である。この際、基準目標差分温度算出部208は、内燃機関1の回転数の値としては、今回の処理における図示を省略したステップの処理で回転数算出部203が算出した内燃機関1の回転数 NE の値を用い、内燃機関1が出力するトルクの値としては、今回の処理におけるステップS1でトルク算出部204が算出した内燃機関1のトルク $DCBCPFLT$ の値を用いている。これにより、ステップS3の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS4の処理に進む。

- [0076] ステップS4の処理では、補正項算出部209が、クーラント温度の値に対応して温度相関係数MTCCRの値が規定されたテーブルデータをメモリ106から読み出して、今回の処理における図示を省略したステップの処理で冷却水温算出部206が算出したクーラント温度の値と、メモリ106から読み出したテーブルデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、冷却水温算出部206が算出したクーラント温度の値に対応する温度相関係数MTCCRの値を算出する。ここで、補正項算出部209は、クーラント温度の値として、冷却水温算出部206が所定のフィルタリング処理を施して算出したクーラント温度TWTCDFLTの値を用いている。これにより、ステップS4の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS5の処理に進む。
- [0077] ステップS5の処理では、補正項算出部209が、今回の処理におけるステップS4の処理で補正項算出部209が算出した温度相関係数MTCCRの値を、今回の処理におけるステップS3の処理で基準目標差分温度算出部208が算出した基準目標差分温度TCCDBPMの値に乗算して、壁部の燃焼室9側の温度及び壁部のクーラント通路3側の温度間の降下温度MTCCBPFを算出する。これにより、ステップS5の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS6の処理に進む。
- [0078] ステップS6の処理では、補正項算出部209が、今回の処理におけるステップS5の処理で補正項算出部209が算出した降下温度MTCCBPFの値を、今回の処理における図示を省略したステップの処理で壁部温度算出部205が算出した壁部の燃焼室9側の温度の値から減算して、壁部のクーラント通路3側の温度TCCRを算出する。ここで、補正項算出部209は、壁部の燃焼室9側の温度の値として、壁部温度算出部205が所定のフィルタリング処理を施して算出した壁部の燃焼室9側の温度TCCFLTの値を用いている。これにより、ステップS6の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS7の処理に進む。
- [0079] ステップS7の処理では、補正項算出部209が、壁部のクーラント通路

3側の温度の値に対応して差分温度補正值が規定されたテーブルデータをメモリ106から読み出して、今回の処理におけるステップS6の処理で補正項算出部209が算出した壁部のクーラント通路3側の温度 T_{CCR} と、メモリ106から読み出したテーブルデータと、を照らし合わせ、かかるデータから、補正項算出部209が算出した壁部のクーラント通路3側の温度 T_{CCR} の値に対応する差分温度補正值 D_{TCCR} を算出することになる。これにより、ステップS7の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS8の処理に進む。

[0080] ステップS8の処理では、目標差分温度算出部210が、今回の処理におけるステップS7の処理で補正項算出部209が算出した差分温度補正值 D_{TCCR} を、今回の処理におけるステップS3の処理で基準目標差分温度算出部208が算出した基準目標差分温度 T_{CCDBPM} の値に加算して、目標差分温度 T_{CCDBPO} を算出する。これにより、ステップS8の処理は完了し、目標差分温度算出処理はステップS9の処理に進む。

[0081] ステップS9の処理では、目標差分温度算出部210が、今回の処理におけるステップS2の処理で目標差分温度算出部210が算出した内燃機関1の出力の増大時及び減小時に応じたフィルタリング係数 C_{DBPREF} の値を、今回の処理におけるステップS8の処理で目標差分温度算出部210が算出した目標差分温度 T_{CCDBPO} の値に乗算して、目標差分温度 T_{CCDBPO} を算出する。これにより、ステップS9の処理は完了し、今回の一連の目標差分温度算出処理は終了する。

[0082] 以上の説明から明らかなように、本実施形態における内燃機関制御装置100では、制御部102が、内燃機関1の燃焼室9を画成すると共にクーラントに接する壁部の燃焼室9側の温度である第1の温度と内燃機関1の代表温度との差分値である差分温度を算出し、運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、壁部のクーラント側の温度である第2の温度を算出し、基準目標差分温度を第2の温度に応じて補正することにより目標差分温度を算出し、目標差分温度と差分温度との偏差に応じて、運転状態を制

御するものであるため、簡便な構成で、内燃機関 1 の冷却能力の変動をも考慮して制御目標値の精度を向上し、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御することができる。

[0083] また、本実施形態における内燃機関制御装置 100 では、制御部 102 が用いる運転状態に関するパラメータとして、内燃機関 1 の回転数及び内燃機関が出力するトルクが含まれるものであるため、より精度のよい基準目標差分温度を算出して、これに基づき目標差分温度を算出することができ、より最適な効率で内燃機関 1 の運転状態を制御することができる。

[0084] また、本実施形態における内燃機関制御装置 100 では、制御部 102 が、壁部の伝熱特性を反映した伝熱時間遅れを加味して、更に基準目標差分温度を補正することにより目標差分温度を算出するものであるため、より精度のよい目標差分温度を算出することができ、より最適な効率で内燃機関 1 の運転状態を制御することができる。

[0085] なお、本発明は、部材の種類、形状、配置、個数等は前述の実施形態に限定されるものではなく、その構成要素を同等の作用効果を奏するものに適宜置換する等、発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能であることはもちろんである。

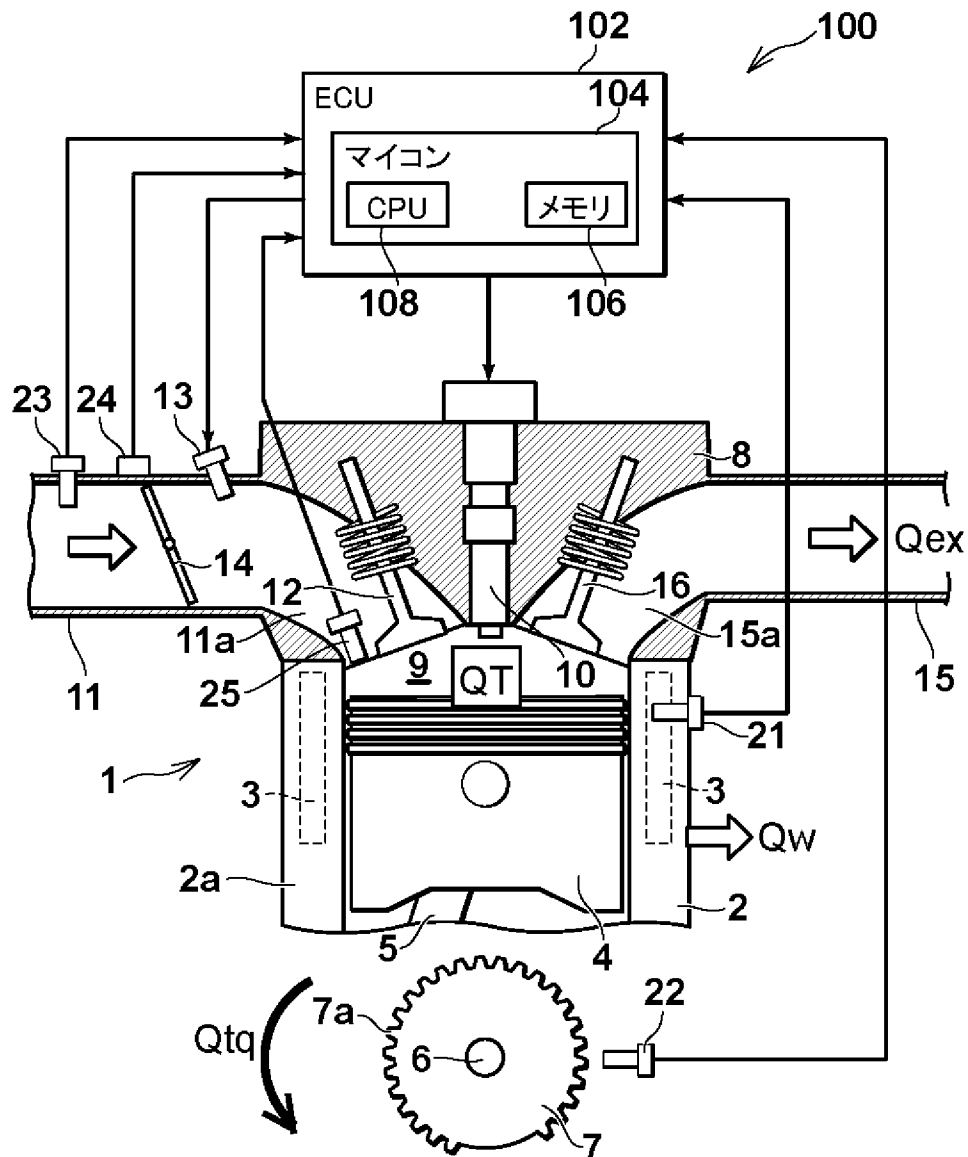
産業上の利用可能性

[0086] 以上のように、本発明は、簡便な構成で、内燃機関の冷却能力の変動をも考慮して制御目標値の精度を向上し、より最適な効率で内燃機関の運転状態を制御可能な内燃機関制御装置を提供するものであり、その汎用普遍的な性格から車両等の内燃機関制御装置に広く適用され得るものと期待される。

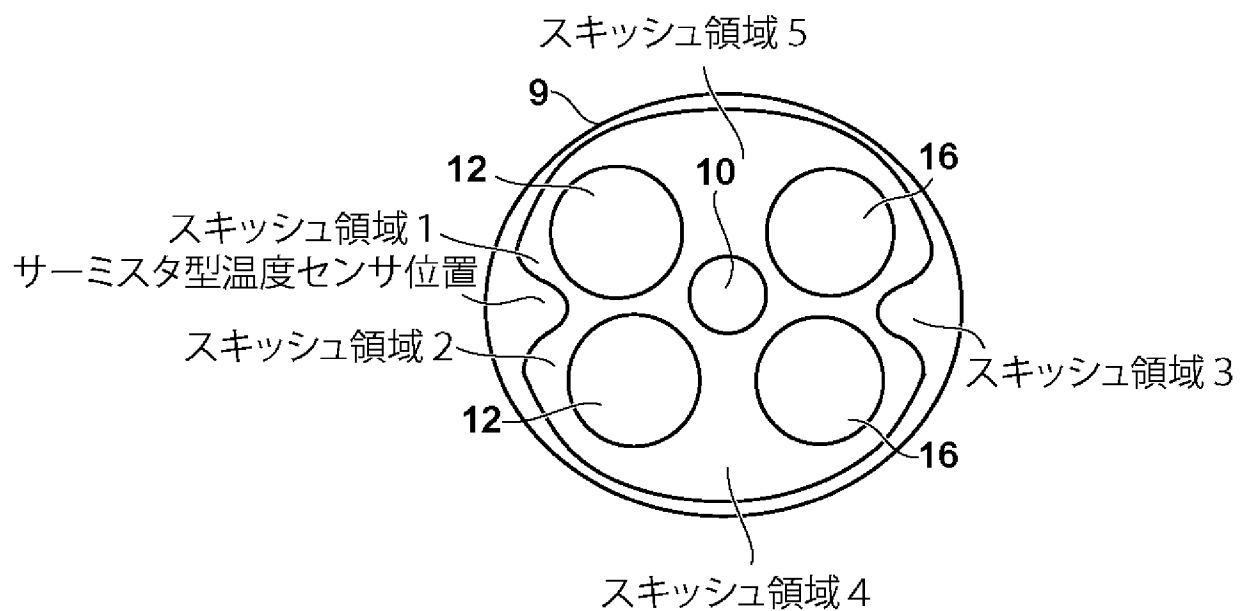
請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の燃焼室を画成すると共にクーラントに接する壁部の前記燃焼室側の温度である第1の温度と前記内燃機関の代表温度との差分値である差分温度を算出し、前記差分温度に基づいて内燃機関の運転状態を制御する制御部を備えた内燃機関制御装置において、
- 前記制御部は、
- 前記運転状態に関するパラメータから基準目標差分温度を算出し、
- 前記壁部のクーラント側の温度である第2の温度を算出し、
- 前記基準目標差分温度を前記第2の温度に応じて補正することにより目標差分温度を算出し、
- 前記目標差分温度と前記差分温度との偏差に応じて、前記運転状態を制御することを特徴とする内燃機関制御装置。
- [請求項2] 前記パラメータとして、前記内燃機関の回転数及び前記内燃機関が出力するトルクが含まれることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関制御装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記壁部の伝熱特性を反映した伝熱時間遅れを加味して、更に前記基準目標差分温度を補正することにより前記目標差分温度を算出することを特徴とする請求項1又は2に記載の内燃機関制御装置。

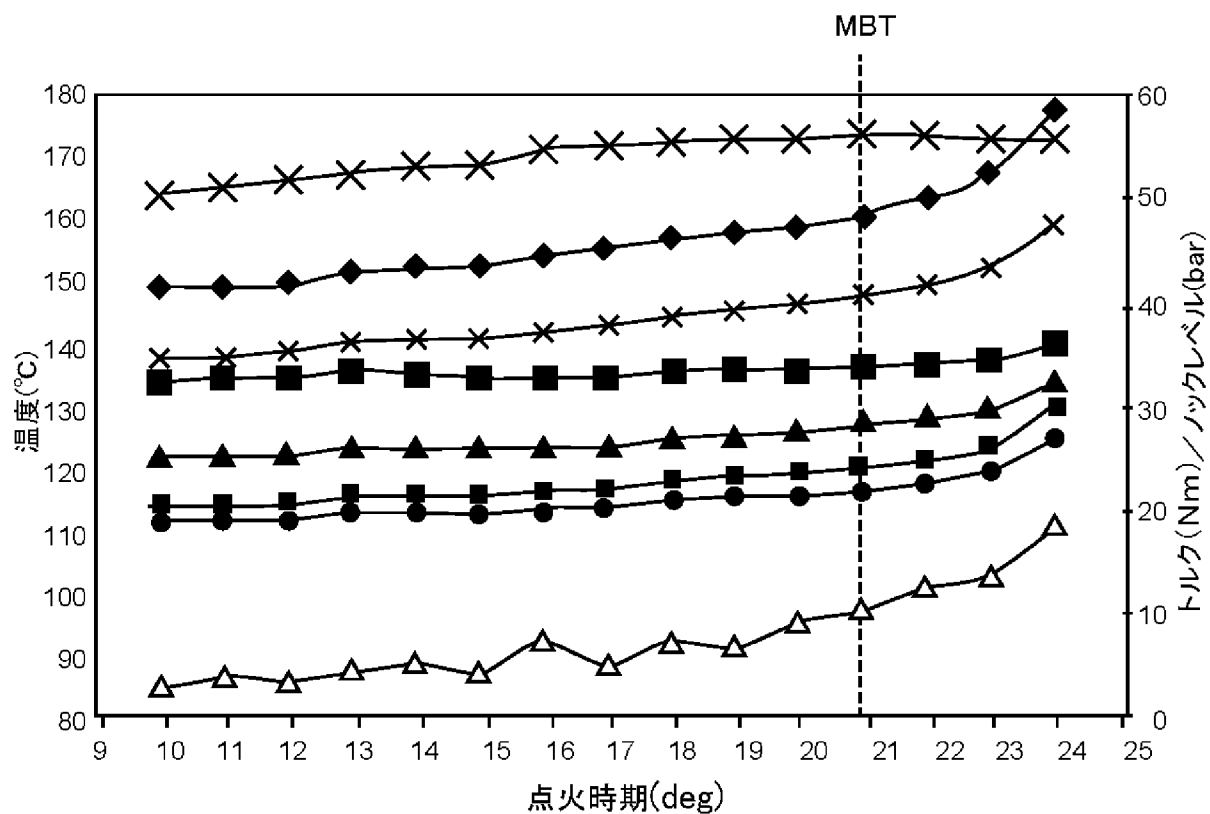
[図1A]



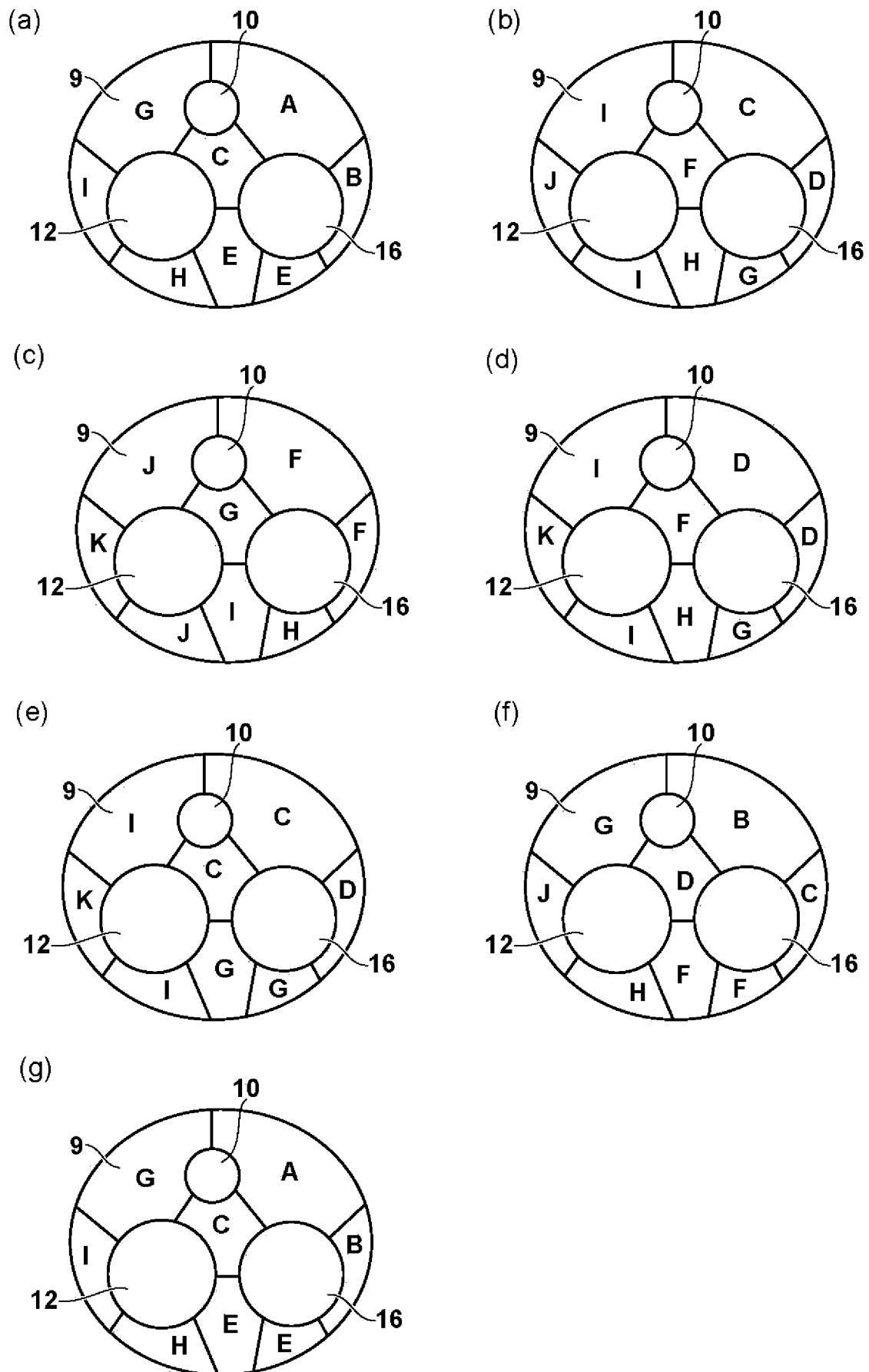
[図1B]



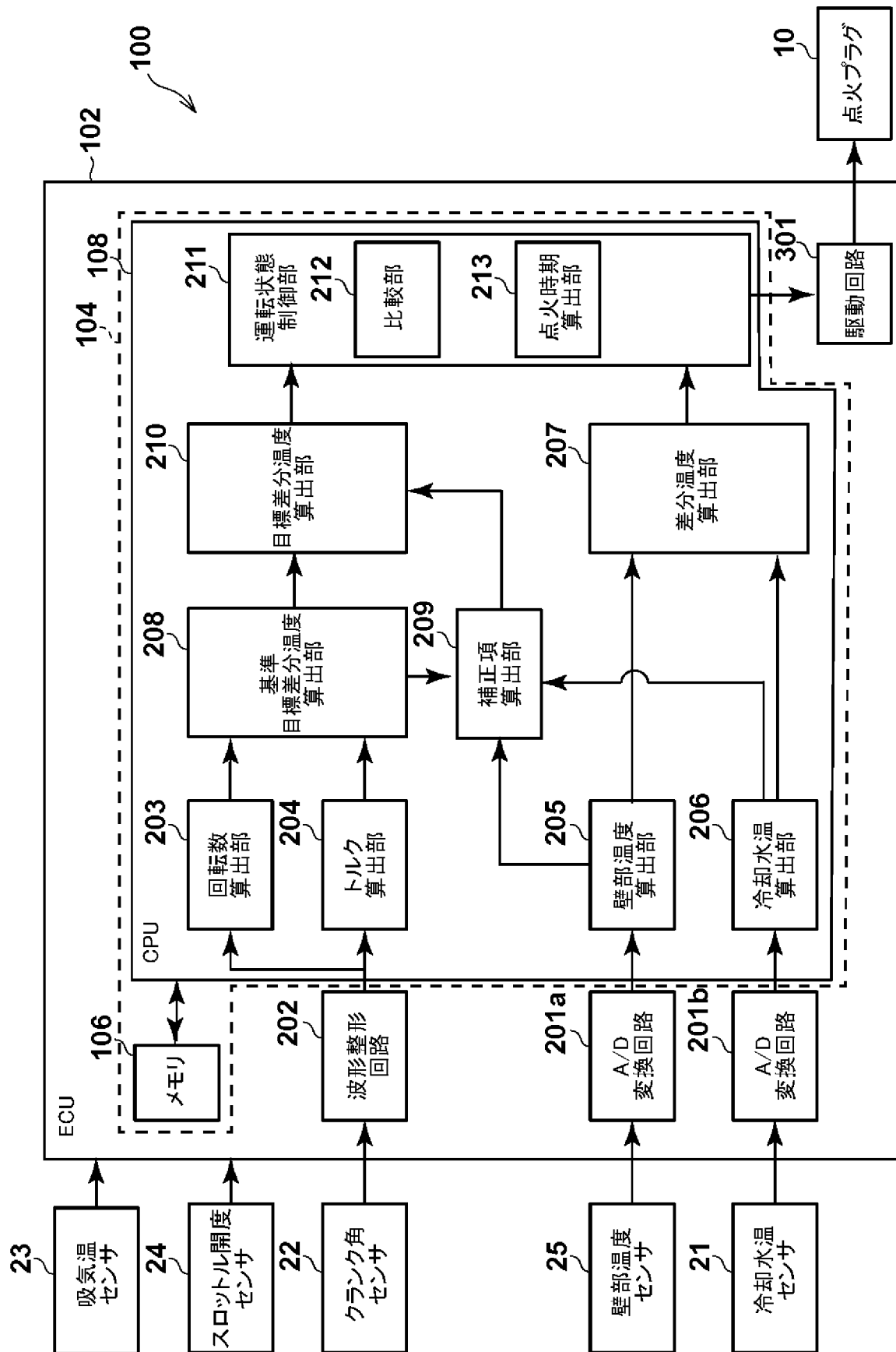
[図2]



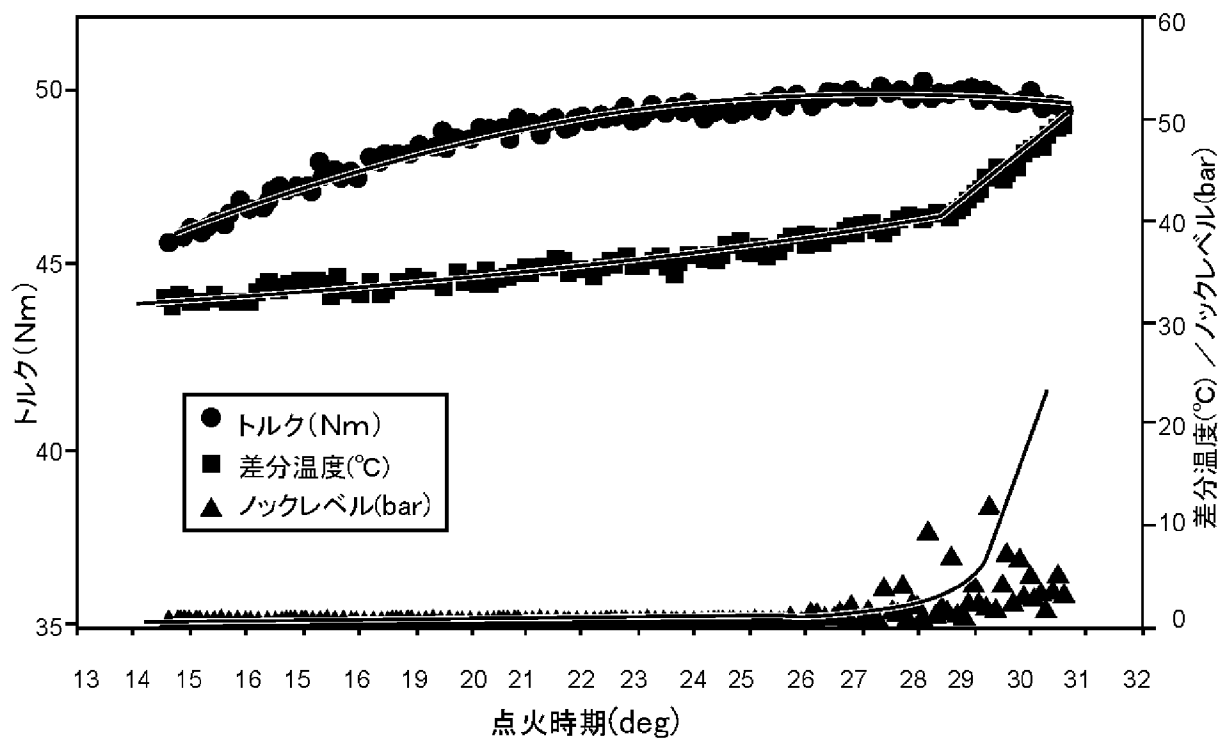
[図3]



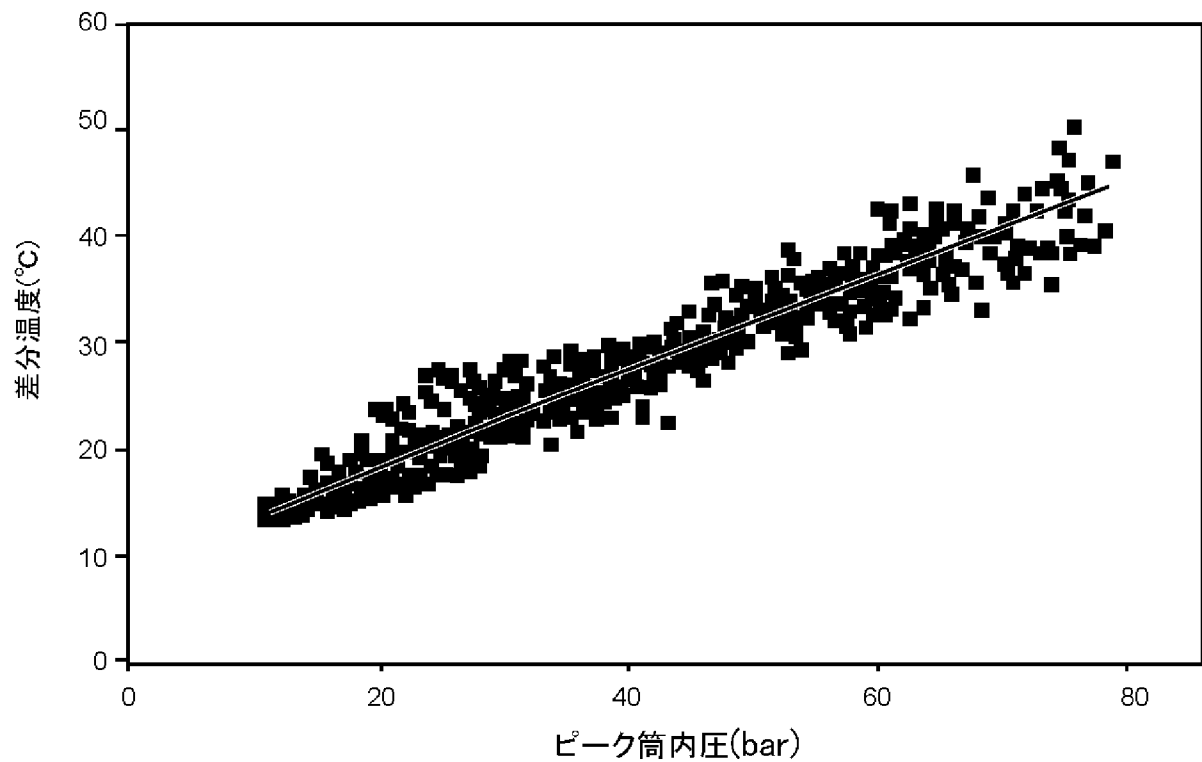
[図4]



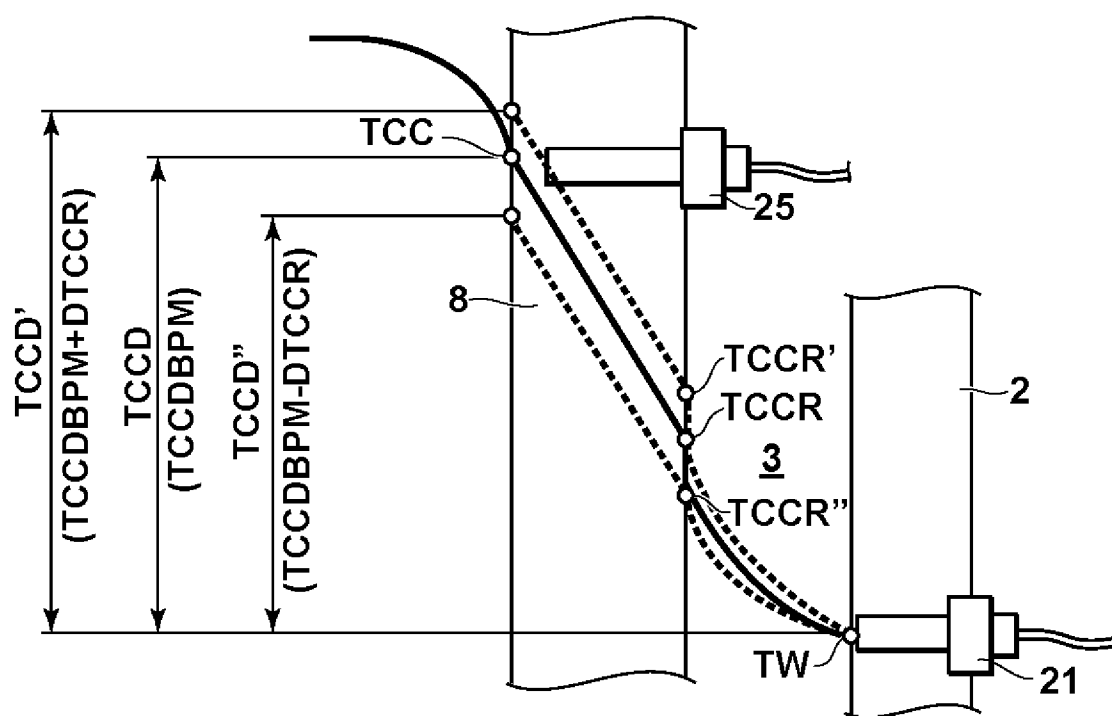
[図5]



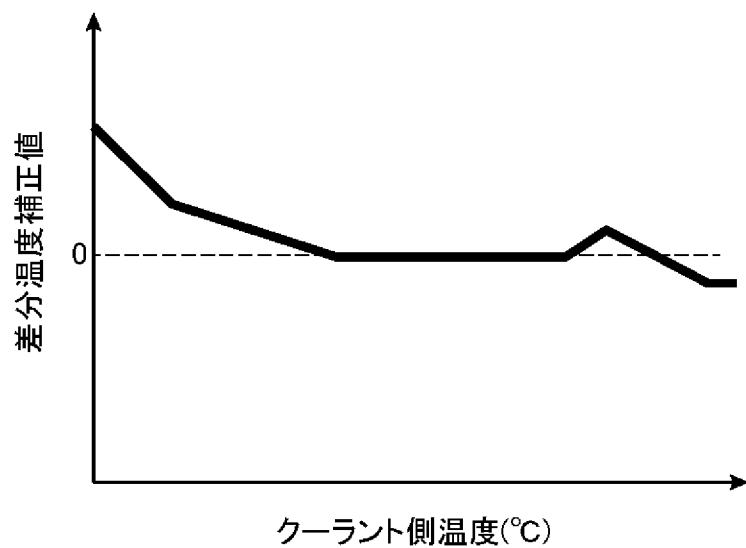
[図6]



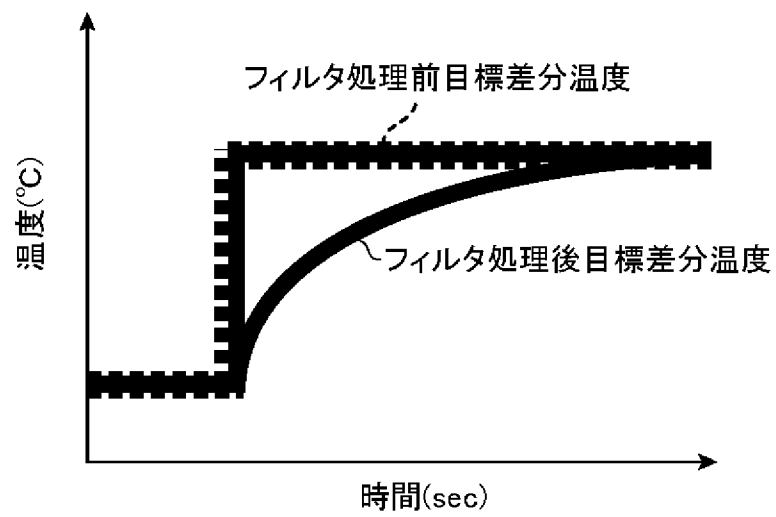
[図7]



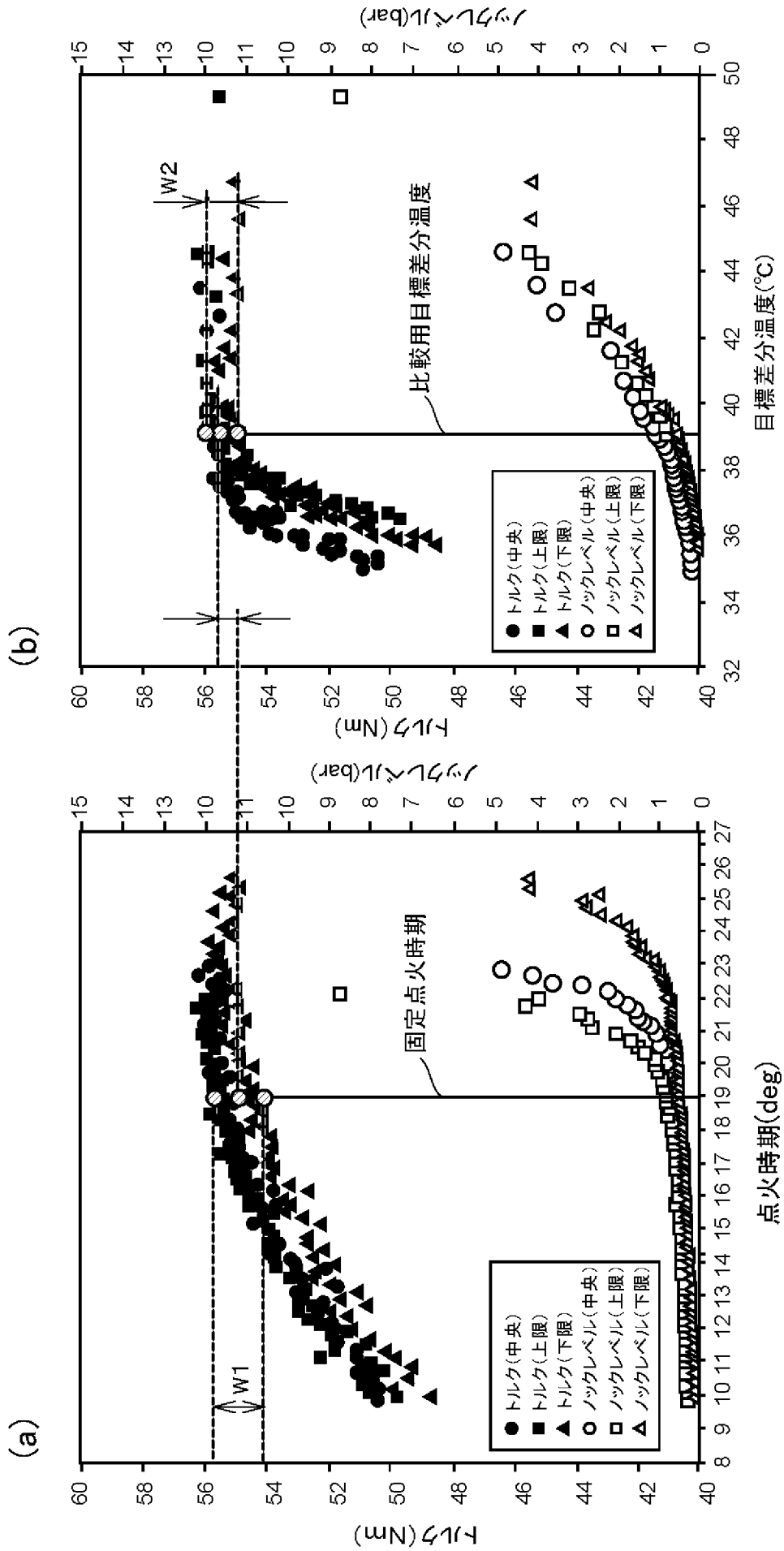
[図8]



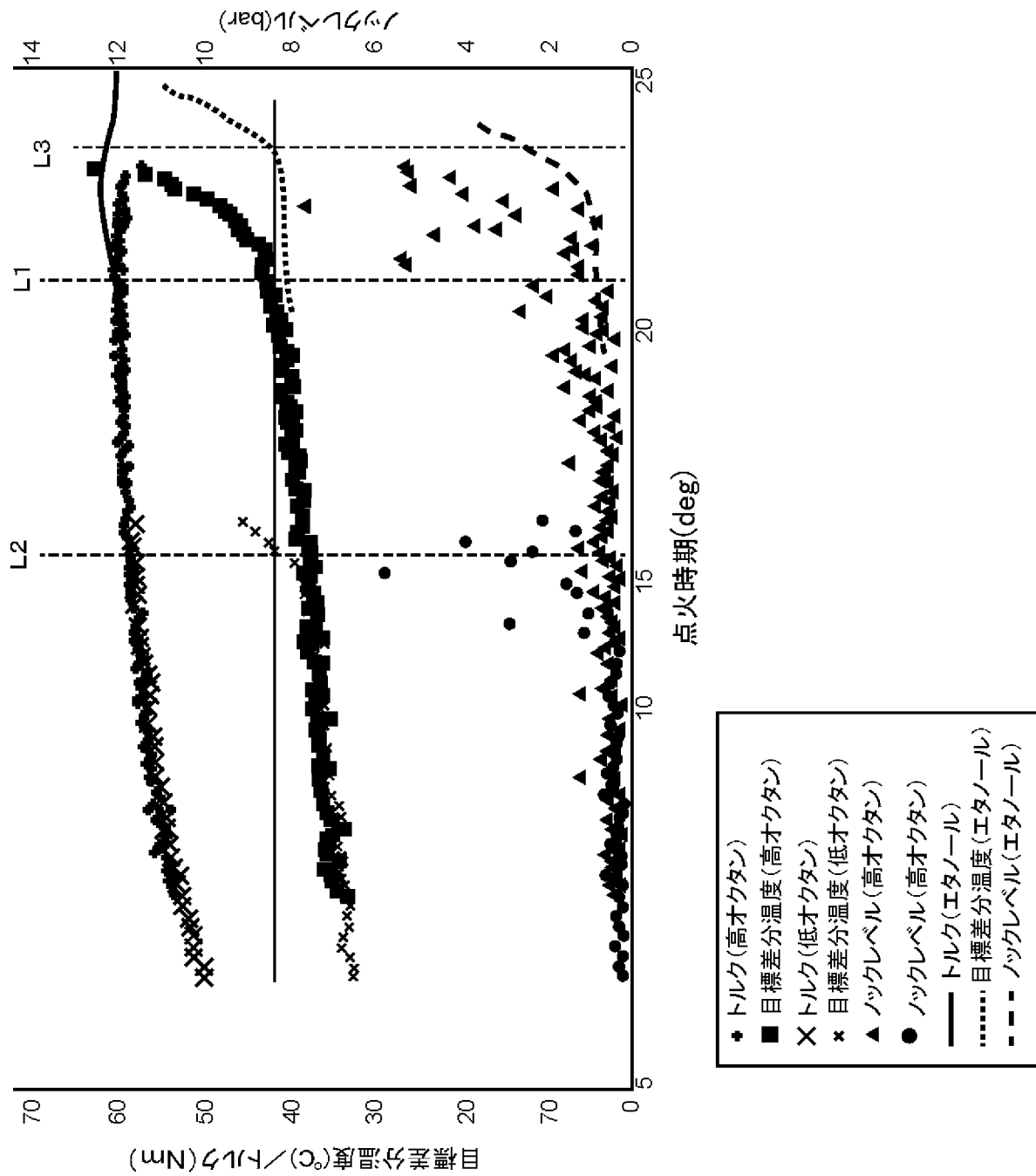
[図9]



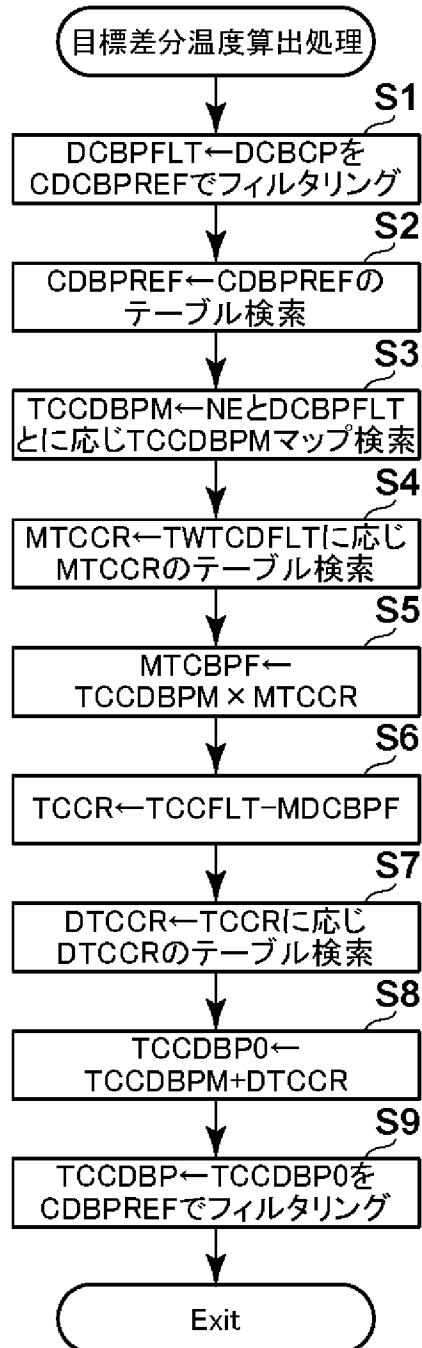
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/027926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(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)

F02D45/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
Y	WO 2016/104186 A1 (Keihin Corp.), 30 June 2016 (30.06.2016), paragraphs [0061], [0065], [0078] to [0093]; fig. 1, 4, 5 (Family: none)	1-3
Y	JP 2005-232990 A (Toyota Motor Corp.), 02 September 2005 (02.09.2005), paragraphs [0012], [0043] to [0050], [0072]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-3
Y	JP 2016-50508 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 11 April 2016 (11.04.2016), paragraphs [0019] to [0025]; fig. 2 (Family: none)	3

☒ 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
07 September 2017 (07.09.17)

Date of mailing of the international search report
19 September 2017 (19.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/027926

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2016/0215718 A1 (PINNACLE ENGINES, INC.), 28 July 2016 (28.07.2016), fig. 1 to 14; paragraphs [0042] to [0051] & WO 2016/118917 A1	3
A	JP 2009-47021 A (Toyota Motor Corp.), 05 March 2009 (05.03.2009), fig. 6; paragraph [0036] (Family: none)	1-3
A	FR 2942270 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA), 20 August 2010 (20.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D45/00(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（IPC））

Int.Cl. F02D45/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
Y	WO 2016/104186 A1（株式会社ケーヒン）2016.06.30, 段落 [0061], [0065], [0078]-[0093], 図1, 4, 5（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2005-232990 A（トヨタ自動車株式会社）2005.09.02, 段落 [0012], [0043]-[0050], [0072], 図2-4（ファミリーなし）	1-3
Y	JP 2016-50508 A（アイシン精機株式会社）2016.04.11, 段落 [0019]-[0025], 図2（ファミリーなし）	3

☒ 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

07.09.2017

国際調査報告の発送日

19.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

山村 秀政

3Z

3744

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

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
Y	US 2016/0215718 A1 (PINNACLE ENGINES, INC.) 2016. 07. 28, 図 1-14, 段落[0042]-[0051] & WO 2016/118917 A1	3
A	JP 2009-47021 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 03. 05, 図 6, 段落 [0036] (ファミリーなし)	1-3
A	FR 2942270 A1 (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA SOCIETE ANONYME) 2010. 08. 20, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3