

(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
2019年3月14日(14.03.2019)

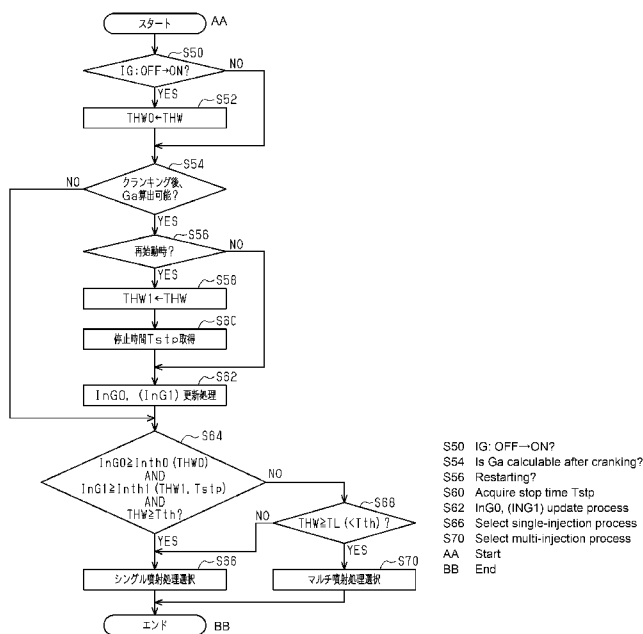


(10) 国際公開番号
WO 2019/049675 A1

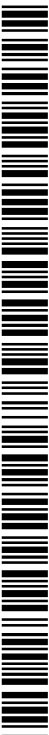
- (51) 国際特許分類:
F02D 41/34 (2006.01) *F02D 41/14* (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/031128
- (22) 国際出願日: 2018年8月23日(23.08.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
 特願 2017-170476 2017年9月5日(05.09.2017) JP
 特願 2018-060404 2018年3月27日(27.03.2018) JP
 特願 2018-060412 2018年3月27日(27.03.2018) JP
 特願 2018-087744 2018年4月27日(27.04.2018) JP
 特願 2018-087745 2018年4月27日(27.04.2018) JP
- 特願 2018-092491 2018年5月11日(11.05.2018) JP
 特願 2018-095430 2018年5月17日(17.05.2018) JP
 特願 2018-118801 2018年6月22日(22.06.2018) JP
- (71) 出願人: 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: 布施 康史(FUSE, Yasufumi); 〒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). 戸谷 将典(TOYA, Masanori); 〒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).

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置および制御方法



(57) Abstract: A multi-injection process includes performing intake synchronized injection in which fuel is injected in synchronism with an open valve period of an intake valve (18), and an intake asynchronous injection in which fuel is injected at a more advanced timing than during intake synchronized injection. A single-injection process includes injecting a required injection amount (Qd) of fuel by intake asynchronous injection. An operating process includes operating a port injection valve (16) for injecting fuel into an intake passageway (12). A selection process (S50 to S70) includes selecting



WO 2019/049675 A1

(74) 代理人: 恩田 誠, 外 (ONDA, Makoto et al.);
〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目
1 2 番地 1 Gifu (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, 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))

the single-injection process if the temperature of an intake system (12, 18) of an internal combustion engine (10) is not lower than a prescribed temperature, and selecting the multi-injection process if the temperature of the intake system (12, 18) is less than the prescribed temperature.

(57) 要約: マルチ噴射処理は、吸気バルブ (18) の開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行する。シングル噴射処理は、要求噴射量 (Qd) の燃料を吸気非同期噴射によって噴射する。操作処理は、吸気通路 (12) に燃料を噴射するポート噴射弁 (16) を操作する。選択処理 (S50~S70) は、内燃機関 (10) の吸気系 (12, 18) の温度が規定温度以上である場合、シングル噴射処理を選択する一方、吸気系 (12, 18) の温度が前記規定温度未満である場合、マルチ噴射処理を選択する。

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置および制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、内燃機関の制御装置および制御方法に関する。制御装置および制御方法は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用される。

背景技術

[0002] たとえば特許文献1に記載されている制御装置は、ポート噴射弁を操作するマルチ噴射処理を実行する。マルチ噴射処理は、吸入空気量に基づき要求される燃料量を、吸気行程に燃料を噴射する吸気行程噴射と、燃焼行程に燃料を噴射する燃焼行程噴射とに分割して噴射すべく、ポート噴射弁を操作する。詳しくは、この制御装置は、内燃機関のクランクシャフトの回転速度に応じて、吸気行程噴射と燃焼行程噴射との分割比を設定しており、特に低回転領域では、燃焼行程噴射のみからなるシングル噴射処理を行っている。

[0003] また、特許文献2の制御装置は、内燃機関の始動時に、水温に基づき算出した量の燃料を噴射する。この文献の段落「0002」には、水温が低い場合には高い場合と比較すると、噴射量が増量される、と説明されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平5-256172号公報

特許文献2：特開平5-214986号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、上記構成のように回転速度に応じて、マルチ噴射処理を実行するかシングル噴射処理を実行するかを決定する場合、内燃機関の運転の仕方によっては、マルチ噴射処理の実行期間が長くなる。マルチ噴射処理の実行期間が長くなると、シングル噴射処理をする場合と比較して、ポート噴射弁

の駆動回数が多くなるので、ポート噴射弁の耐久力が低下する懸念がある。

[0006] また、上記特許文献2のように水温が低い場合に噴射量を増量する場合、吸気通路や吸気バルブ等の内燃機関の吸気系に付着する燃料量が多くなるので、粒子状物質（PM）の数（PN）が多くなるおそれがある。

課題を解決するための手段

[0007] 以下、本開示の例について記載する。

例1. 内燃機関の制御装置であって、前記制御装置は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御装置は、

1 燃焼サイクル内において要求される噴射量である要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理と

を実行するように構成され、

前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記吸気系の温度が前記規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理である、

内燃機関の制御装置。

[0008] 仮に、内燃機関の吸気系の温度が低いときに、要求噴射量の燃料を全て吸気非同期噴射によって噴射する場合、負荷によっては、排気中の粒子状物質（PM）の数（PN）が多くなるおそれがある。この理由は、吸気系に付着する燃料量が多くなることで、付着した燃料のせん断によって、一部の燃料が液滴のまま燃焼室に流入することになり、PMが発生するからであると推察される。そこで上記構成では、要求噴射量の一部を同期噴射によって噴射

することで、非同期噴射量を低減し、ひいては吸気系に付着する燃料量を低減する。したがって、付着した燃料のせん断によって液滴のまま燃料が燃焼室に流入することを抑制できる。

[0009] ただし、吸気同期噴射および吸気非同期噴射からなるマルチ噴射処理を実行する場合、シングル噴射処理を実行する場合と比較すると、ポート噴射弁の駆動回数が多くなるので、ポート噴射弁の耐久力が低下する懸念を招く。そこで上記構成では、吸気系の温度が規定温度未満である場合に、マルチ噴射処理を実行する一方、規定温度以上となるとシングル噴射処理を実行する。吸気系の温度が高い場合には、PNが顕著になりにくい。したがって、上記構成では、ポート噴射弁の耐久力の低下を抑制することと、PNを抑制することとの好適な両立を図ることができる。

[0010] 例2. 上記例1の制御装置において、前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が、前記規定温度以上であるか否かを判定する判定処理を含み、前記判定処理は、前記内燃機関の吸入空気量の積算値が判定値以上であることを条件に、前記吸気系の温度が前記規定温度以上であると判定する処理であり、

前記制御装置はさらに、要求噴射量算出処理を実行するように構成され、前記要求噴射量算出処理は、前記内燃機関の気筒内に充填される新気量に基づき、空燃比を目標空燃比に制御するための噴射量として、前記要求噴射量を算出する。

[0011] 内燃機関の吸入空気量の上記積算値は、燃焼室内における燃焼エネルギーとの正の相関を有するので、積算値が大きい場合には小さい場合よりも、吸気系の温度が高くなる傾向がある。特に吸気系のうちの吸気バルブは、燃焼室内で生じた熱を直接受けるものであるので、積算値を用いることで、吸気バルブの温度を精度良く把握することができる。よって、上記構成のように積算空気量が判定値以上であることを条件に、規定温度以上であると判定する判定処理を実行することで、吸気系の温度を精度良く把握できる。

[0012] 例3. 上記例2の制御装置はさらに、第1判定値可変処理を実行するよう

に構成され、

前記第1判定値可変処理は、前記内燃機関の始動時における前記内燃機関の冷却水の温度が低い場合に高い場合よりも、前記判定値を大きい値に設定する。

[0013] 内燃機関の始動時における、冷却水の温度が低い場合には高い場合よりも、吸気系の温度が規定温度以上となるまでに燃焼室内で生成されるトータルの燃焼エネルギー量が、大きくなる。ここで、仮に、PNの抑制が必要である場合にはマルチ噴射処理を極力実行する制約の下で、上記判定値を冷却水の温度に対して固定する場合、始動時の冷却水の温度が高い場合には、吸気系の温度が実際には規定温度に達していても、マルチ噴射処理を継続することとなる。これに対し、上記構成では、始動時の冷却水の温度に応じて、判定値を可変設定する。したがって、たとえば判定値を冷却水の温度に対して固定する場合と比較すると、吸気系の温度が規定温度以上となることで、極力早期にシングル噴射処理に移行することができる。

[0014] 例4. 上記例2または例3の内燃機関において、前記制御装置はさらに、第2判定値可変処理を実行するように構成され、

前記第2判定値可変処理は、前記内燃機関の停止から始動までの期間が長い場合に短い場合よりも、前記判定値を大きい値に設定する。

[0015] 一般に、内燃機関の停止時間が、内燃機関とその周囲とが熱的な平衡状態となるのに要する時間よりも短い場合には、吸気バルブ等の吸気系の温度が、冷却水の温度とは一致しない傾向がある。また、内燃機関の停止時間が上記熱的な平衡状態となるのに要する時間よりも短い場合のうちで、内燃機関の停止時間が長い場合には短い場合よりも、吸気系の温度が低い傾向がある。ここで、仮に、PNの抑制が必要である場合にはマルチ噴射処理を極力実行する制約の下で、上記判定値を停止時間に対して固定する場合、停止時間が短い場合には、吸気系の温度が実際には規定温度に達していても、マルチ噴射処理を継続することとなる。これに対し、上記構成では、停止時間に応じて判定値を可変設定する。したがって、たとえば判定値を停止時間に対し

て固定する場合と比較すると、吸気系の温度が規定温度以上となることで、極力早期にシングル噴射処理に移行することができる。

[0016] 例5. 上記例2～例4のいずれか1つの制御装置において、前記判定処理は、前記積算値が前記判定値以上であることと、前記内燃機関の冷却水の温度が所定温度以上であることとの論理積が真である場合、前記吸気系の温度が前記規定温度以上であると判定する処理を含む。

[0017] 上記構成では、吸入空気量の積算値に加えて冷却水の温度に基づき、吸気系の温度が規定温度以上であるか否かを判定する。したがって、PNに影響を及ぼす吸気系の温度が規定温度以上となっているか否かを、高精度に判定することができる。

[0018] 例6. 上記例1～例5のいずれか1つの制御装置において、前記要求噴射量の燃料が前記内燃機関の始動時において噴射されるべく、前記要求噴射量は吸入空気量の検出値によらずに算出され、

前記選択処理はさらに、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記冷却水の温度が前記水規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む。

[0019] 内燃機関の吸気系の温度が低いときに、要求噴射量の燃料を全て吸気非同期噴射によって噴射する場合、排気中の粒子状物質（PM）の数（PN）が多くなるおそれがある。この理由は、吸気系に付着する燃料量が多くなることで、付着した燃料のせん断によって、燃料の一部が液滴のまま燃焼室に流入することによってPMが発生するからであると推察される。そこで上記構成では、吸気系の温度との正の相関を有する冷却水の温度が、水規定温度未満である場合、要求噴射量の一部を同期噴射によって噴射する。したがって、非同期噴射量を低減し、ひいては吸気系に付着する燃料量を低減する。よって、付着した燃料のせん断によっても、液滴のまま燃料が燃焼室に流入することを抑制できる。

[0020] 例7. 例6の制御装置において、前記選択処理は、前記内燃機関が間欠駆動される場合、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合で

あっても、前記吸気通路に吸入される空気量の積算値が所定値以上となるまでは、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む。

[0021] 上記吸気通路に吸入される空気量の積算値は、燃焼室内における燃焼エネルギーとの正の相関を有するので、積算値が大きい場合には小さい場合よりも、吸気系の温度が高くなる傾向がある。特に吸気系のうちの吸気バルブは、燃焼室内で生じた熱を直接受けるものであるので、積算値を用いることで、吸気バルブの温度を精度良く把握することができる。よって、上記構成のように積算値が所定値以上となるまでは、マルチ噴射処理を実行する。したがって、たとえばこうした設定とはしない場合と比較して、水規定温度を低い値に設定することができる。

[0022] 例 8. 上記例 6 または例 7 の制御装置において、前記制御装置はさらに、前記マルチ噴射処理における前記吸気非同期噴射の噴射量である、非同期噴射量を算出する非同期噴射量算出処理を実行するように構成され、

前記非同期噴射量算出処理は、

前記内燃機関の冷却水の温度が低い場合に高い場合よりも、前記非同期噴射量を大きい値に算出する処理と、

前記内燃機関の停止時から始動までの経過時間が短い場合に長い場合よりも、前記非同期噴射量を小さい値に算出する処理とを含む。

[0023] 吸気系の温度が低い場合には高い場合よりも、ポート噴射弁から噴射された燃料のうち燃焼室において燃焼対象とされず、吸気系に留まる燃料の量が多くなる。そこで上記構成では、吸気系の温度との正の相関を有する冷却水の温度が低い場合に高い場合よりも、非同期噴射量を大きい値に算出する。したがって、燃焼室内において燃焼対象となる混合気の空燃比が、過度にリッチとなることを抑制することができる。

[0024] ところで、内燃機関の停止時間が、内燃機関とその周囲とが熱的な平衡状態となるのに要する時間よりも短い場合には、吸気バルブ等の吸気系の温度が冷却水の温度とは一致しない傾向がある。また、内燃機関の停止時間が、

上記熱的平衡となるのに要する時間よりも短い場合のうちで、内燃機関の停止時間が短い場合には長い場合よりも、吸気系の温度が高い傾向がある。よって、仮に内燃機関の停止時間が短い場合にまで、停止時間を加味することなく非同期噴射量を算出する場合、非同期噴射量が過剰となり、燃焼室内の空燃比が過度にリッチとなるおそれがある。そこで上記構成では、内燃機関の停止時間が短い場合には長い場合よりも、非同期噴射量を小さい値とする。したがって、燃焼室内において燃焼対象となる混合気の空燃比が、過度にリッチとなることを抑制できる。

[0025] 例 9. 上記例 8 の制御装置はさらに、前記内燃機関が間欠駆動されている場合、間欠積算停止時間を算出する停止時間算出処理を実行するように構成され、

前記停止時間算出処理は、前記内燃機関が停止している時間の累積時間を、前記内燃機関の始動後に減少補正比率で減少補正することで前記間欠積算停止時間を算出し、前記吸気通路に吸入される空気量の積算値が大きい場合に小さい場合よりも、前記減少補正比率は大きく、

前記非同期噴射量算出処理は、前記間欠積算停止時間が長い場合に短い場合よりも、前記非同期噴射量を大きい値に算出する処理を含む。

[0026] 内燃機関が間欠駆動される場合において、内燃機関の停止時に内燃機関とその周囲とが熱的な平衡状態となるのに要する時間は、内燃機関の駆動時における燃焼エネルギー総量との正の相関を有する。そこで、上記構成では、内燃機関が停止している時間の累積時間が、吸気通路に吸入される空気量の積算値によって減少補正された値を、間欠積算停止時間とする。したがって、間欠積算停止時間を、吸気系の温度を高精度に表現するパラメータとすることができ。よって、燃焼室内において燃焼対象とされる混合気の空燃比が、狙いから過度にズレることは、間欠積算停止時間に基づき非同期噴射量を算出することで好適に抑制される。

[0027] 例 10. 上記例 8 または例 9 の制御装置において、前記非同期噴射量算出処理は、大気圧が高い場合に低い場合と比較して、前記非同期噴射量を大き

い値に算出する処理を含む。

[0028] 大気圧が高い場合には低い場合と比較して、始動時における吸気通路内の圧力が高くなるので、燃焼室内に充填される空気量が多くなる。そこで上記構成では、大気圧が高い場合には低い場合と比較して、非同期噴射量を大きい値とする。したがって、燃焼室内において燃焼対象となる混合気の空燃比は、大気圧が高い場合であっても過度にリーンとなることが抑制される。

[0029] 例 1 1. 上記例 1 0 の制御装置において、前記内燃機関はスロットルバルブを備え、

前記非同期噴射量算出処理は、前記内燃機関の始動時が前記内燃機関の再始動時である場合、吸気圧が低い場合に高い場合と比較して、前記非同期噴射量を小さい値に算出する処理を含む。

[0030] 内燃機関の停止直後においては、吸気通路内の圧力は大気圧よりも低い圧力となる傾向があり、時間の経過とともに吸気通路内の圧力は大気圧へと収束していく傾向がある。よって、再始動時においては、吸気通路内の圧力が未だ大気圧よりも低いことがある。その場合、たとえば大気圧となっている場合と比較すると、吸気通路内における燃料の蒸気圧が低くなるので、燃料が霧化しやすい。よって、再始動時において吸気通路内の圧力が未だ大気圧よりも低い場合には、たとえば再始動直前に吸気通路内の圧力が大気圧に収束している場合と比較すると、ポート噴射弁から噴射された燃料のうち、燃焼室に流入することなく吸気系に留まる燃料量が少なくなる傾向がある。そこで上記構成では、吸気圧が低い場合には高い場合よりも、非同期噴射量を小さい値に算出する。したがって、燃焼室内において燃焼対象となる混合気の空燃比が、再始動時に過度にリッチとなることを抑制できる。

[0031] 例 1 2. 上記例 9 ~ 例 1 1 のいずれか 1 つの制御装置はさらに、前記吸気同期噴射の噴射量である同期噴射量を算出する同期噴射量算出処理を実行するように構成され、

前記同期噴射量算出処理は、前記内燃機関の停止時から始動までの経過時間に依存することなく、前記内燃機関の冷却水の温度に基づき前記同期噴射

量を算出する。

[0032] 内燃機関の停止時から始動までの経過時間は、吸気系の温度との負の相関を有する。よってこの経過時間は、吸気非同期噴射量のうち、燃焼室に流入することなく吸気系に付着して留まる燃料量との正の相関を有する。これに対し、経過時間と、同期噴射量のうちで燃焼室に流入することなく吸気系に付着して留まる燃料量との相関関係は、経過時間と、吸気非同期噴射量のうちで燃焼室に流入することなく吸気系に付着して留まる燃料量との相関関係ほど強いものではない。よって、上記構成では、非同期噴射量を経過時間に応じて定める一方、同期噴射量を経過時間によらずに定める。したがって、燃焼室内に流入することなく吸気系に付着して留まる燃料量が顕著となりうる吸気非同期噴射の噴射量を、吸気系に留まる燃料量に応じて制御することができる。

[0033] 例13. 内燃機関の制御装置であって、前記制御装置は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御装置は、

前記内燃機関の始動時において、吸入空気量の検出値によらずに算出される要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理と

を実行するように構成され、

前記選択処理は、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記冷却水の温度が前記水規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む、

内燃機関の制御装置。

[0034] 例 1 4. 上記の各例 1 ~ 例 1 3 に記載された各種処理を実行する内燃機関の制御方法として具現化される。

内燃機関の制御方法であって、前記制御方法は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御方法は、

1 燃焼サイクル内において要求される噴射量である要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理とを含み、

前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記吸気系の温度が前記規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理である、内燃機関の制御方法。

[0035] 例 1 5. 上記の各例 1 ~ 例 1 3 に記載された各種処理を処理装置に実行させるプログラムを記憶した非一時的なコンピュータ読取可能な記録媒体として具現化される。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]本開示を具体化した第 1 実施形態にかかる制御装置および内燃機関を示す図。

[図2]図 1 の内燃機関において、制御装置が実行する処理を示すブロック図。

[図3]図 3 の (a) 部分および (b) 部分は、図 1 の内燃機関における噴射パターンを示す図。

[図4]図 1 の内燃機関において、噴射弁操作処理の手順を示す流れ図。

[図5]図 1 の内燃機関において、噴射弁操作処理の手順を示す流れ図。

[図6]図1の内燃機関において、噴射弁操作処理の手順を示す流れ図。

[図7]本開示を具体化した第2実施形態にかかる制御装置および内燃機関を示す図。

[図8]図8の(a)部分および(b)部分は、図7の内燃機関において、噴射パターンを示す図。

[図9]図7の内燃機関において、制御装置が実行する処理の手順を示す流れ図。

[図10A]図7の内燃機関において、大気圧と圧力補正係数との関係を示す図。

[図10B]図7の内燃機関において、吸気圧と圧力補正係数との関係を示す図。

[図11]図7の内燃機関において、停止時間と停止時間補正係数との関係を示す図。

[図12]図7の内燃機関において、制御装置が実行する処理の手順を示す流れ図。

[図13]本開示を具体化した第3実施形態にかかる制御装置が実行する処理の手順を示す流れ図。

発明を実施するための形態

[0037] 以下、本開示を具体化した第1実施形態に係る内燃機関の制御装置について、図1～図6を参照しつつ説明する。

図1に示す内燃機関10は、車両の推力を生成する唯一の原動機である。内燃機関10の吸気通路12には、上流から順に、スロットルバルブ14およびポート噴射弁16が設けられている。吸気通路12に吸入された空気と、ポート噴射弁16から噴射された燃料とは、吸気バルブ18の開弁に伴って、シリンダ20およびピストン22によって区画された燃焼室24に流入する。燃焼室24において、燃料と空気との混合気は、点火装置26の火花放電によって、燃焼に供される。そして、燃焼によって生成される燃焼エネルギーは、ピストン22を介して、クランクシャフト28の回転エネルギーに変換される。燃焼に供された混合気は、排気バルブ30の開弁に伴って、排気として排気通路32に排出される。排気通路32には、触媒34が設けられ

ている。

[0038] クランクシャフト28の回転動力は、タイミングチェーン38を介して、吸気カム軸40および排気カム軸42に伝達される。なお、本実施形態では、吸気カム軸40には、吸気バルブタイミング調整装置44を介して、タイミングチェーン38の動力が伝達される。吸気バルブタイミング調整装置44は、クランクシャフト28と吸気カム軸40との回転位相差を調整することで、吸気バルブ18の開弁タイミングを調整するアクチュエータである。

[0039] 制御装置50は、内燃機関10を制御対象とし、内燃機関10の制御量（トルク、排気成分比率等）を制御するために、上記スロットルバルブ14や、ポート噴射弁16、点火装置26、吸気バルブタイミング調整装置44等の内燃機関10の操作部を操作する。この際、制御装置50は、クランク角センサ60の出力信号Scrや、エアフローメータ62によって検出される吸入空気量Ga、空燃比センサ64によって検出される空燃比Af、吸気カム角センサ66の出力信号Sc a、水温センサ68によって検出される内燃機関10の冷却水の温度（水温THW）を参照する。なお、図1には、スロットルバルブ14、ポート噴射弁16、点火装置26、スタータモータ36、および吸気バルブタイミング調整装置44のそれぞれを操作するための操作信号MS1～MS5を記載している。

[0040] 制御装置50は、CPU52、ROM54、および電源回路56を備えており、ROM54に記憶されたプログラムをCPU52が実行することで、上記制御量の制御を実行する。電源回路56は制御装置50内の各箇所に電力を供給する。

[0041] 図2に、制御装置50が実行する処理の一部を示す。図2に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52が実行することで実現される。

吸気位相差算出処理M10は、クランク角センサ60の出力信号Scrと、吸気カム角センサ66の出力信号Sc aとに基づき、クランクシャフト28の回転角度に対する吸気カム軸40の回転角度の位相差である、吸気位相

差 DIN を算出する処理である。目標吸気位相差算出処理 $M12$ は、内燃機関 10 の動作点に基づき、目標吸気位相差 DIN^* を可変設定する処理である。なお、本実施形態では、回転速度 NE と充填効率 η とによって、動作点を定義している。ここで、 $CPU52$ は、回転速度 NE を、クランク角センサ 60 の出力信号 Scr に基づき算出し、充填効率 η を、回転速度 NE および吸入空気量 Ga に基づき算出する。なお、充填効率 η は、燃焼室 24 内に充填される新気量を定めるパラメータである。

[0042] 吸気位相差制御処理 $M14$ は、吸気位相差 DIN を目標吸気位相差 DIN^* に制御するために吸気バルブタイミング調整装置 44 を操作すべく、吸気バルブタイミング調整装置 44 に操作信号 $MS4$ を出力する処理である。

[0043] ベース噴射量算出処理 $M20$ は、充填効率 η に基づきベース噴射量 Qb を算出する処理である。ベース噴射量 Qb は、燃焼室 24 内の混合気の空燃比を目標空燃比とするための燃料量のベース値である。詳しくは、ベース噴射量算出処理 $M20$ は、たとえば充填効率 η が百分率で表現される場合、空燃比を目標空燃比とするための充填効率 η の 1% 当たりの燃料量 QTH に、充填効率 η を乗算することで、ベース噴射量 Qb を算出する処理とすればよい。すなわちベース噴射量 Qb は、燃焼室 24 内に充填される新気量に基づき、空燃比を目標空燃比に制御するために算出された燃料量である。ちなみに、目標空燃比は、たとえば理論空燃比とすればよい。

[0044] フィードバック処理 $M22$ は、ベース噴射量 Qb の補正比率 δ に「 1 」を加算したフィードバック補正係数 KAF を、算出して出力する処理である。ベース噴射量 Qb の補正比率 δ は、空燃比 Af を目標値 Af^* にフィードバック制御するための操作量としてのフィードバック操作量である。詳しくは、フィードバック処理 $M22$ は、空燃比 Af と目標値 Af^* との差を入力とする比例要素および微分要素の各出力値と、空燃比 Af と目標値 Af^* との差に応じた値の積算値を保持し出力する積分要素の出力値との和を、補正比率 δ とする。

[0045] 低温補正処理 $M24$ は、水温 THW が所定温度 Tth (たとえば $60^\circ C$)

未満の場合、ベース噴射量 Q_b を増量すべく、低温増量係数 K_w を「1」よりも大きい値に算出する処理である。詳しくは、水温 T_{HW} が低い場合に高い場合よりも、低温増量係数 K_w は大きい値に算出される。なお、水温 T_{HW} が所定温度 T_{th} 以上の場合には、低温増量係数 K_w は「1」とされ、低温増量係数 K_w によるベース噴射量 Q_b の補正量をゼロとする。

[0046] 噴射弁操作処理 M30 は、ベース噴射量 Q_b 、フィードバック補正係数 K_{AF} 、および低温増量係数 K_w に基づきポート噴射弁 16 を操作すべく、ポート噴射弁 16 に操作信号 MS2 を出力する処理である。詳しくは、噴射弁操作処理 M30 は、ポート噴射弁 16 から 1 燃焼サイクル内に 1 つの気筒に供給することが要求される燃料量である要求噴射量 Q_d を、ポート噴射弁 16 から噴射させる処理である。ここで、要求噴射量 Q_d は、「 $K_{AF} \cdot K_w \cdot Q_b$ 」である。

[0047] 本実施形態では、燃料噴射処理として、図 3 の (a) 部分に例示する処理と、図 3 の (b) 部分に例示する処理との 2 通りの処理を有する。

図 3 の (a) 部分は、吸気バルブ 18 の開弁期間に同期して燃料を噴射する「吸気同期噴射」と、吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する「吸気非同期噴射」との 2 つの燃料噴射を実行するマルチ噴射処理である。詳しくは、「吸気同期噴射」は、ポート噴射弁 16 から噴射された燃料が、吸気バルブ 18 の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ 18 の開弁期間に収まるように燃料を噴射するものである。ここで、「吸気バルブ 18 の開弁前の位置」とは、吸気ポートの下流端、換言すれば燃焼室 24 への吸気ポートの入口部分である。ここで、「到達する期間」の始点は、ポート噴射弁 16 から噴射された燃料のうちの最も早いタイミングで噴射された燃料が、吸気バルブ 18 の開弁前の位置に到達するタイミングであり、「到達する期間」の終点は、ポート噴射弁 16 から噴射された燃料のうちの最も遅いタイミングで噴射された燃料が、吸気バルブ 18 の開弁前の位置に到達するタイミングである。一方、「吸気非同期噴射」は、ポート噴射弁 16 から噴射された燃料が、吸気バルブ 18 が開弁する前に吸気バルブ 18 に到

達するように、燃料を噴射するものである。換言すれば、「吸気非同期噴射」は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18が開弁するまでは吸気通路12内で滞留し、吸気バルブ18が開弁した後に燃焼室24内に流入するようになる噴射である。なお、本実施形態において「吸気非同期噴射」は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の閉弁期間に収まるように燃料を噴射するものとする。

[0048] 図3の(b)部分は、吸気非同期噴射のみを実行するシングル噴射処理である。

本実施形態においてマルチ噴射処理は、排気中の粒子状物質(PM)の数(PN)を低減することを狙って実行される。すなわち、吸気通路12や吸気バルブ18等の内燃機関10の吸気系の温度が、ある程度低い場合、充填効率 η がある程度大きい領域においてシングル噴射処理を実行すると、PNが増加する傾向がある。この理由は、充填効率 η が大きい場合には小さい場合よりも、要求噴射量 Q_d が大きい値となり、結果、吸気系に付着する燃料量が多くなることに起因していると考えられる。詳しくは、吸気系に付着した燃料量がある程度多くなる場合、付着した燃料のせん断によって、付着した燃料の一部が液滴のまま燃焼室24に流入するからであると推察される。そこで本実施形態では、要求噴射量 Q_d の一部を吸気同期噴射によって噴射することで、要求噴射量 Q_d が多い場合であっても、吸気系に付着する燃料量を要求噴射量 Q_d が多い割に少なくし、ひいてはPNの低減を図る。

[0049] 図4に、噴射弁操作処理M30の処理の手順を示す。図4に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52が、たとえば所定期間で繰り返し実行することで実現される。なお、以下では、先頭に「S」が付与された数字によって、各処理のステップ番号を表現する。

[0050] 図4に示す一連の処理において、CPU52は、まず、スタータモータ36が起動されてから、所定期間内であるか否かを判定する(S10)。ここで「所定期間」とは、燃焼室24内に充填される空気量を精度よく把握する

ことができず、ベース噴射量 Q_b を精度よく算出することができない期間とする。CPU52は、スタータモータ36が起動されてから所定期間内であると判定する場合(S10: YES)、マルチ噴射処理の要求があるか否かを判定する(S12)。そしてCPU52は、マルチ噴射処理の要求があると判定する場合(S12: YES)、水温THW、スタータON後の噴射回数、および内燃機関10の停止時間 T_{stop} に基づき、吸気非同期噴射の噴射量である非同期噴射量 Q_{ns} を算出する(S14)。内燃機関10の停止時間 T_{stop} は、内燃機関10が前回停止してから、今回の始動までの経過時間である。ここでCPU52は、水温THWが低い場合に高い場合よりも、非同期噴射量 Q_{ns} を大きい値に算出する。またCPU52は、停止時間 T_{stop} が長い場合に短い場合よりも、非同期噴射量 Q_{ns} を大きい値に算出する。

[0051] 次にCPU52は、水温THWに基づき、吸気同期噴射の噴射量である同期噴射量 Q_s を算出する(S16)。ここでCPU52は、水温THWが低い場合に高い場合よりも、同期噴射量 Q_s を大きい値に算出する。

[0052] 上記非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s との和は、1燃焼サイクルに要求される噴射量である要求噴射量 Q_d である。すなわち、S14、S16の処理は、要求噴射量 Q_d の燃料を、非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s とに分割する処理とみなせる。

[0053] 次にCPU52は、水温THW、回転速度NE、および吸気位相差DINに基づき、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s を算出する(S18)。これは、水温THW、回転速度NE、および吸気位相差DINを入力変数とし、噴射開始時期 I_s を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって噴射開始時期 I_s をマップ演算する処理となる。ここで、「マップデータ」とは、入力変数の離散的な値と、入力変数の値のそれぞれに対応する出力変数の値と、の組データである。また「マップ演算」は、たとえば、入力変数の値がマップデータの入力変数の値のいずれかに一致する場合、対応するマップデータの出力変数の値を演算結果とする

一方、入力変数の値がマップデータの入力変数の値のいずれかに一致しない場合、マップデータに含まれる複数の出力変数の値の補間によって得られる値を演算結果とする処理とすればよい。

[0054] 次にCPU52は、吸気非同期噴射の噴射開始時期 I_{ns} を算出する(S20)。ここでCPU52は、吸気非同期噴射の噴射終了時期と、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s との間の時間間隔が所定時間以上となるように、吸気非同期噴射の噴射開始時期 I_{ns} を算出する。ここで「所定時間」は、ポート噴射弁16の構造によって定まるものであり、時系列的に隣り合う2つの燃料噴射のうち、進角側の噴射の終了前に、遅角側の噴射が始まることを回避するための時間である。そしてCPU52は、噴射開始時期 I_{ns} に非同期噴射量 Q_{ns} の燃料を噴射すべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作し、次に噴射開始時期 I_s に同期噴射量 Q_s の燃料を噴射すべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作する(S22)。

[0055] 一方、CPU52は、マルチ噴射処理の実行要求がないと判定する場合(S12:NO)、水温THW、スタータON後の噴射回数、および停止時間 T_{stop} に基づき、1燃焼サイクルに要求される噴射量である要求噴射量 Q_d を算出する(S24)。次にCPU52は、噴射開始時期 I_{sin} を設定する(S26)。そしてCPU52は、噴射開始時期 I_{sin} に要求噴射量 Q_d の燃料を噴射させるべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作する(S22)。

[0056] なお、CPU52は、S22の処理が完了する場合や、S10の処理において否定判定する場合には、図4に示す一連の処理を一旦終了する。

図5に、噴射弁操作処理M30の処理の手順を示す。図5に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52が、たとえば所定周期で繰り返し実行することで実現される。

[0057] 図5に示す一連の処理において、CPU52は、まずスタータモータ36がON状態とされてから、所定期間が経過したか否かを判定する(S30)

。そしてCPU52は、スタータモータ36がON状態とされてから所定期間が経過したと判定する場合（S30：YES）、マルチ噴射要求があるか否かを判定する（S32）。そしてCPU52は、マルチ噴射要求があると判定する場合（S32：YES）、ベース噴射量 Q_b に占める同期噴射量 Q_s の割合である、同期噴射割合 K_s を算出する（S34）。ここで、CPU52は、回転速度 NE 、充填効率 η 、水温 THW 、および吸気位相差 DIN に応じて、同期噴射割合 K_s を算出する。詳しくは、回転速度 NE 、充填効率 η 、水温 THW 、および吸気位相差 DIN を入力変数とし、同期噴射割合 K_s を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって同期噴射割合 K_s がマップ演算される。

[0058] 次にCPU52は、要求噴射量 Q_d に対する非同期噴射量 Q_{ns} の割合として、非同期噴射割合 K_{ns} を算出する（S36）。詳しくは、CPU52は、「1」から「 $K_s / (KAF \cdot Kw)$ 」を減算することで、非同期噴射割合 K_{ns} を算出する。次に、CPU52は、ベース噴射量 Q_b に同期噴射割合 K_s を乗算した値を、同期噴射量 Q_s に代入する（S38）。次にCPU52は、要求噴射量 Q_d に非同期噴射割合 K_{ns} を乗算した値を、非同期噴射量 Q_{ns} に代入する（S40）。

[0059] したがって、非同期噴射量 Q_{ns} は、以下の値となる。

$$K_{ns} \cdot KAF \cdot Kw \cdot Q_b = KAF \cdot Kw \cdot Q_b - K_s \cdot Q_b$$

よって、非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s との和は、「 $KAF \cdot Kw \cdot Q_b$ 」となり、これは要求噴射量 Q_d に等しい。すなわち、S34～S40の処理によって、要求噴射量 Q_d の燃料が、非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s とに分割される。ちなみに、同期噴射量 Q_s は、フィードバック補正係数 KAF および低温増量係数 Kw の値に影響されることなく、「 $K_s \cdot Q_b$ 」となる。これは、ベース噴射量 Q_b を、同期噴射量 Q_s と、「 $(1 - K_s) \cdot Q_b$ 」とに分割した後、「 $(1 - K_s) \cdot Q_b$ 」が補正された値が非同期噴射量 Q_{ns} となることを意味する。このように、同期噴射量 Q_s を固定する理由は、同期噴射量 Q_s を変化させる場合の排気成分比率の変化が

、非同期噴射量 Q_{ns} を変化させる場合の排気成分比率の変化よりも、顕著となるからである。

[0060] 次に、CPU52は、回転速度 NE 、充填効率 η 、水温 THW 、および吸気位相差 DI_N に基づき、ポート噴射弁16から噴射された燃料のうち最も遅いタイミングで噴射された燃料が、吸気バルブ18の閉弁期間における位置（吸気ポートの下流端のことであり、換言すれば燃焼室24への入口部分のことである）に到達するタイミングの目標値である、図3の(a)部分に示す到達終了時期 AE_s を算出する(S42)。そしてCPU52は、到達終了時期 AE_s と同期噴射量 Q_s と回転速度 NE とに基づき、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s を算出する(S44)。ここで、CPU52は、同期噴射量 Q_s が大きい場合に小さい場合よりも、噴射開始時期 I_s をより進角側の値に算出する。また、CPU52は、回転速度 NE が大きい場合に小さい場合よりも、噴射開始時期 I_s をより進角側の値とする。詳しくはCPU52は、同期噴射量 Q_s から定まるポート噴射弁16による噴射期間と、ポート噴射弁16から噴射された燃料が吸気バルブ18の閉弁時の位置に到達するまでの飛行時間等を加算した値だけ、到達終了時期 AE_s に対して進角したタイミングを噴射開始時期 I_s とする。

[0061] 次にCPU52は、噴射開始時期 I_s に基づき、非同期噴射の噴射開始時期 I_{ns} を算出する(S46)。ここでは、吸気非同期噴射の噴射終了時期と、噴射開始時期 I_s との間の時間間隔が、上記の所定時間以上となるようにする。

[0062] 上記処理によって、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s が、吸気非同期噴射の噴射開始時期 I_{ns} とは独立に設定される。この理由は、吸気同期噴射の上記到達終了時期 AE_s が、排気中の PN や $H C$ に特に影響しやすいからである。

[0063] そして、CPU52は、噴射開始時期 I_{ns} において非同期噴射量 Q_{ns} の燃料を噴射し、次に噴射開始時期 I_s において同期噴射量 Q_s の燃料を噴射すべく、ポート噴射弁16に操作信号 MS_2 を出力することでポート噴射

弁16を操作する(S48)。

[0064] 一方、CPU52は、マルチ噴射処理の要求がないと判定する場合(S32:NO)、要求噴射量 Q_d に、「 $KAF \cdot Kw \cdot Q_b$ 」を代入する(S51)。次にCPU52は、シングル噴射の噴射開始時期 I_{sin} を算出する(S53)。詳しくは、CPU52は、図3の(b)部分に示すように、吸気バルブ18の開弁時期(図3の(a)部分と(b)部分とに跨がって延びる破線)に対して所定量 $\Delta 1$ だけ進角したタイミングを、到達終了時期 A_{En} とする。次にCPU52は、要求噴射量から定まるポート噴射弁16による噴射期間と、ポート噴射弁16から噴射された燃料が吸気バルブ18の閉弁時の位置に到達するまでの飛行時間等を加算した値だけ、到達終了時期 A_{Es} に対して進角したタイミングをシングル噴射の噴射開始時期 I_{sin} とする。図5に戻り、CPU52は、噴射開始時期 I_{sin} において要求噴射量 Q_d の燃料を噴射すべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作する(S48)。

[0065] なお、CPU52は、S48の処理が完了する場合や、S30において否定判定する場合には、図5に示す一連の処理を一旦終了する。

図6に、噴射弁操作処理M30のうち、特にマルチ噴射処理の実行要求の判定に関する処理の手順を示す。図6に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52が、たとえば所定周期で繰り返し実行することで実現される。

[0066] 図6に示す一連の処理において、イグニッションスイッチのオンオフに対応するIG信号が、オフ状態からオン状態に切り替わったかときであるか否かを判定する(S50)。CPU52は、IG信号がオフ状態からオン状態に切り替わったときであると判定する場合(S50:YES)、初期水温 T_{HW0} に、現時点での水温 T_{HW} を代入する(S52)。CPU52は、S52の処理が完了する場合や、S50の処理において否定判定する場合には、クランキング後、吸入空気量 G_a の算出が可能となったか否かを判定する(S54)。この処理は、スタータモータ36を起動してから、燃焼室24

内に充填される空気量を精度よく把握することができない上記所定期間が経過したか否かの判定となる。

[0067] CPU52は、吸入空気量 G_a の算出が可能となったと判定する場合（S54：YES）、内燃機関10の再始動時であるか否かを判定する（S56）。ここで、「再始動時」とは、IG信号がオン状態であるときに、内燃機関10の自動停止処理（アイドリングストップ制御）がなされることで内燃機関10が停止した後、内燃機関10の自動始動処理がなされたときであることを意味する。CPU52は、内燃機関10の再始動時であると判定する場合（S56：YES）、再始動時水温 T_{HW1} に、現時点での水温 T_{HW} を代入する（S58）。

[0068] 次にCPU52は、内燃機関10の自動停止時から現在までの経過時間として、停止時間 T_{stp} を取得する（S60）。

CPU52は、S60の処理が完了する場合や、S56の処理において否定判定する場合には、スタータモータ36が起動されてからの吸入空気量の積算値である、総積算空気量 I_{nG0} を更新する（S62）。ここでは、前回のS62の処理における総積算空気量 I_{nG0} の値に、吸入空気量 G_a を加算した値によって、総積算空気量 I_{nG0} を更新すればよい。なお、総積算空気量 I_{nG0} の初期値は、「0」とする。またCPU52は、再始動後である場合には、再始動時からの吸入空気量 G_a の積算値である、再始動後積算空気量 I_{nG1} を更新する。なお、再始動後積算空気量 I_{nG1} の初期値は「0」であり、再始動後積算空気量 I_{nG1} は、再始動時となる都度、初期化される。

[0069] CPU52は、S62の処理が完了する場合や、S54の処理において否定判定する場合には、S64の処理に移行する。CPU52は、S64の処理において、総積算空気量 I_{nG0} が判定値 I_{nth0} 以上である旨の条件（i）と、再始動後積算空気量 I_{nG1} が判定値 I_{nth1} 以上である旨の条件（ii）と、現時点での水温 T_{HW} が所定温度 T_{th} 以上である旨の条件（iii）との論理積が、真であるか否かを判定する。この処理は、吸気

通路12や吸気バルブ18等からなる内燃機関10の吸気系の温度が、規定温度以上であるか否かを判定する処理である。ここで、「規定温度」は、シングル噴射処理を実行しても、PNが許容範囲内に収まる値に設定されている。なお、「所定温度T_{th}」は、規定温度以上に設定されることが望ましい。

[0070] ここで、CPU52は、初期水温THW0が低い場合に高い場合よりも、判定値I_{nth0}を大きい値に算出する。これは、たとえば、初期水温THW0を入力変数とし、判定値I_{nth0}を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって判定値I_{nth0}をマップ演算することで実現すればよい。また、CPU52は、再始動時水温THW1が高い場合に低い場合よりも、判定値I_{nth1}を大きい値に算出する。またCPU52は、停止時間T_{stp}が長い場合に短い場合よりも、判定値I_{nth1}を大きい値に算出する。これは、たとえば、再始動時水温THW1および停止時間T_{stp}を入力変数とし、判定値I_{nth1}を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって判定値I_{nth1}をマップ演算することで実現すればよい。なお、CPU52は、内燃機関10の再始動後ではない場合、判定値I_{nth1}をゼロとする。よって、再始動時ではない場合、上記条件(i)は自動的に成立することとなる。

[0071] CPU52は、条件(i)～(iii)の論理積が真であると判定する場合(S64: YES)、シングル噴射処理を選択する(S66)。これに対しCPU52は、条件(i)～(iii)の論理積が偽であると判定する場合(S64: NO)、水温THWが、上記所定温度T_{th}よりも低い低閾値TL以上であるか否かを判定する(S68)。ここで、「低閾値TL」は、水温THWが低いことで要求噴射量Q_dが過度に大きくなることによって、吸気非同期噴射の噴射終了時期と、吸気同期噴射の噴射開始時期I_sとの間の時間間隔を、上記所定時間以上とすることができないか否かを判定するためのものである。CPU52は、S68の処理において否定判定する場合に

は、マルチ噴射処理を実行することが困難であるとして、S66の処理に移行する。一方、CPU52は、水温THWが低閾値TL以上であると判定する場合（S68：YES）、マルチ噴射処理を選択する（S70）。この場合、マルチ噴射要求があることとなる。

[0072] なお、CPU52は、S66、S70の処理が完了する場合、図6に示す一連の処理を一旦終了する。

ここで、本実施形態の作用および効果について説明する。

[0073] CPU52は、IG信号がオフ状態からオン状態に切り替わると、その時の水温THWを、「初期水温THW0」として記憶する。また、CPU52は、自動停止処理後の自動始動処理の実行要求が生じる場合、その時の水温THWを、「再始動時水温THW1」として記憶する。CPU52は、スタータモータ36を起動した後、燃料噴射を開始する。ここで、スタータモータ36の起動後の所定期間内は、水温THWに応じて要求噴射量Qdを定める。ここで、判定値Int h0は、初期水温THW0が所定温度T t hよりも高い高閾値以上となる場合には、ゼロとなるように設定されている。また、判定値Int h1は、再始動時水温THW1が高閾値以上となる場合には、ゼロとなるように設定されている。よって、スタータモータ36の起動時の水温THWが高閾値以上である場合には、CPU52は、シングル噴射処理を実行し、高閾値未満の場合にはマルチ噴射処理を実行する。

[0074] その後にスタータモータ36の起動後の所定期間が経過すると、CPU52は、水温THWが所定温度T t h以上であることに加えて、総積算空気量InG0や再始動後積算空気量InG1が、それぞれ判定値Int h0、Int h1以上である場合に、PN低減の観点からマルチ噴射処理を実行する必要がないとして、シングル噴射処理を実行する。ここで、水温THWが所定温度T t h以上であっても、総積算空気量InG0が判定値Int h0未満であったり、再始動後積算空気量InG1が判定値Int h1未満であったりすることがある。このような場合、吸気バルブ18の温度が、規定温度未満であるおそれがある。この理由は、吸気バルブ18が燃焼室24内の熱

を直接受けることで、吸気バルブ18の温度は燃焼室24内で生じた熱量に大きく依存するので、水温THWによっては吸気バルブ18の温度が一義的に定まらないからである。したがって、総積算空気量InG0が判定値IntH0未満であったり、再始動後積算空気量InG1が判定値IntH1未満であったりする場合には、水温THWが高い割に、吸気バルブ18の温度が未だ十分高くはないという事態となりうる。ここで、水温THWの判定値である所定温度Tthを、吸気バルブ18等の温度が規定温度以上となるような値に設定するなら、上記条件(i)および条件(ii)を設けないことも可能である。しかしその場合には、所定温度Tthを過度に大きい値に設定せざるを得ない。つまり、シングル噴射処理に移行してもPNを許容範囲内とすることができるときであっても、マルチ噴射処理が実行されるケースが生じる。

[0075] これに対し本実施形態では、上記条件(i)および条件(ii)を設けた。したがって、たとえば上記条件(iii)のみからマルチ噴射処理の実行要求があるか否かを判定する場合と比較すると、本実施形態では所定温度Tthを小さい値に設定することができる。よって、PNを許容範囲内とすることができるときには、極力シングル噴射処理を実行することができる。したがって、ポート噴射弁16の駆動回数の増加を抑制することができ、ポート噴射弁16の耐久力の低下を抑制できる。また、シングル噴射処理によれば、マルチ噴射処理と比較して、燃料の霧化を促進することができ、またHCの発生を抑制することができる。

[0076] <対応関係>

上記実施形態における事項と、上記「概要」の欄に記載した事項との対応関係は、次の通りである。以下では、「概要」の欄に記載した「例」の番号毎に、対応関係を示している。

[0077] [1] 「マルチ噴射処理」は、図3の(a)部分に示す処理に対応し、「シングル噴射処理」は、図3の(b)部分に示す処理に対応する。

「選択処理」は、図6の処理に対応し、「操作処理」は、S22, S48

の処理に対応する。

[0078] [2] 「判定処理」は、S 6 4 の処理に対応し、「要求噴射量算出処理」は、ベース噴射量算出処理M 2 0、フィードバック処理M 2 2、および低温補正処理M 2 4 に対応する。すなわち、要求噴射量 Q_d は「 $Q_b \cdot K_{AF} \cdot K_w$ 」であるので、上記各処理のそれぞれによって、ベース噴射量 Q_b 、フィードバック補正係数 K_{AF} 、低温増量係数 K_w が算出されることで、要求噴射量 Q_d が算出されたとみなせる。

[0079] [3] 「第1判定値可変処理」は、S 6 4 の処理において、判定値 l_{nth0} や判定値 l_{nth1} が、水温に応じて設定されていることに対応する。

[4] 「第2判定値可変処理」は、S 6 4 の処理において、判定値 l_{nth1} が、停止時間 T_{stp} に応じて設定されていることに対応する。

[0080] [5] 「判定処理」は、S 6 4 の処理に対応する。

<その他の実施形態>

なお、本実施形態は、以下のように変更して実施することができる。本実施形態および以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせて実施することができる。

[0081] ・「要求噴射量について」

(a) スタータON後の所定期間内

上記実施形態では、水温 T_{HW} 、噴射回数、および停止時間 T_{stp} に基づき、要求噴射量 Q_d を算出したが、これに限らない。たとえば、要求噴射量 Q_d を、上記3つのパラメータのうち、水温 T_{HW} のみに基づき算出したり、水温 T_{HW} および噴射回数のみに基づき算出したり、水温 T_{HW} および停止時間 T_{stp} のみに基づき算出したりしてもよい。

[0082] (b) スタータON後の所定期間経過後

要求噴射量 Q_d を、低温増量係数 K_w や、フィードバック補正係数 K_{AF} に加えて、学習値 L_{AF} によってベース噴射量 Q_b が補正されたものとしてもよい。ちなみに、「学習値 L_{AF} の算出処理」は、フィードバック補正係数 K_{AF} を入力とし、フィードバック補正係数 K_{AF} によるベース噴射量 Q

bの補正比率が小さくなるように、学習値L A Fを更新する処理である。なお、学習値L A Fは、電氣的に書き換え可能な不揮発性メモリに記憶されることが望ましい。

[0083] また、たとえば外乱燃料の割合に基づくフィードフォワード制御によって、外乱燃料の割合が大きい場合に小さい場合よりも、要求噴射量 Q_d が小さくなるようにして要求噴射量 Q_d を算出してもよい。「外乱燃料の割合」とは、1 燃焼サイクルにおいてポート噴射弁16から噴射される燃料以外の燃料（外乱燃料）の、1 燃焼サイクル内に燃焼室24内に流入する燃料量に対する割合である。ここで、「外乱燃料」としては、たとえばポート噴射弁16から噴射される燃料を貯蔵する燃料タンクからの、燃料蒸気を捕集するキャニスタと、キャニスタ内の流体の吸気通路12への流入量を調整する調整装置とを内燃機関が備える場合、キャニスタから吸気通路12に流入する燃料蒸気がある。またたとえば、クランクケース内の燃料蒸気を、吸気通路12に戻すシステムを備える場合には、クランクケースから吸気通路12に流入する燃料蒸気がある。

[0084] ・「マルチ噴射処理における吸気非同期噴射について」

上記実施形態では、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の閉弁期間に収まるように燃料を噴射するものとして、吸気非同期噴射を扱ったが、これに限らない。たとえば回転速度 N_E が高くて且つ非同期噴射量 Q_{ns} が過度に多い場合、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間の一部が、吸気バルブ18の開弁期間と重複してもよい。

[0085] ・「吸気同期噴射について」

(a) スタータON後の所定期間内

上記実施形態では、水温 T_{HW} 、回転速度 N_E 、および吸気位相差 D_{IN} に基づき、噴射開始時期 I_s を設定したが、これに限らない。たとえば上記3つのパラメータのうち、そのうちの1つのみに基づき噴射開始時期 I_s を

設定したり、2つのみに基づき設定したりしてもよい。

[0086] (b) スタータON後の所定期間経過後

上記実施形態では、回転速度 N_E 、充填効率 η 、水温 T_{HW} 、および吸気位相差 D_{IN} に基づき、到達終了時期 A_{Es} を設定したが、これに限らない。たとえば、回転速度 N_E 、充填効率 η 、水温 T_{HW} 、および吸気位相差 D_{IN} に基づき、噴射開始時期 I_s を直接設定してもよい。また、燃焼室24内に充填される新気量を示すパラメータである負荷を示すパラメータとして、充填効率 η に代えて、たとえばベース噴射量 Q_b を用いてもよい。また、回転速度 N_E 、負荷、水温 T_{HW} 、および吸気位相差 D_{IN} の4つのパラメータのうち、3つのパラメータのみに基づき到達終了時期 A_{Es} や噴射開始時期 I_s を可変設定したり、2つのパラメータのみに基づき可変設定したり、1つのパラメータのみに基づき可変設定したりしてもよい。

[0087] ・「シングル噴射処理について」

上記実施形態では、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の閉弁期間に収まるように燃料を噴射する処理として、シングル噴射処理を扱ったがこれに限らない。たとえば、要求噴射量 Q_d が大きい場合には、ポート噴射弁16から噴射された燃料が吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間の一部が、吸気バルブ18の閉弁期間と重複することがあってもよい。

[0088] ・「判定処理について」

上記実施形態では、上記条件(i)、条件(ii)、および条件(iii)の論理積が真である場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定したが、これに限らない。たとえば、別の条件(iv)と、条件(iii)との論理積が真である場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定してもよい。ここで、条件(iv)は、上記条件(ii)における再始動後積算空気量 I_{nG1} を、再始動であるか否かを問わず直前の始動からの吸入空気量 G_a の積算値とし、判定値 I_{nth1} を、直前の始動時の水温 T_{HW} と、直前の停止から直前の始動までの経過時間とに基づき可変設定することとし

た条件である。またたとえば、条件 (i v) が成立する場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定してもよい。

[0089] 上記実施形態では、車両の推力を生成する原動機として、内燃機関のみを備えた車両において、アイドルストップ制御を実行することを前提としたが、これに限らない。たとえば車両の推力を生成する原動機として、内燃機関に加えて回転電機を備えるいわゆるハイブリッド車両であってもよい。この場合、条件 (i v) および条件 (i i i) の論理積が真である場合に、吸気系の温度が規定温度以上と判定してもよい。もっとも、上記条件 (i) 、条件 (i i) 、および条件 (i i i) の論理積が真となる場合に、吸気系の温度が規定温度以上と判定してもよい。ただし、ここで条件 (i) は、車両を走行可能とする信号がオフからオンに切り替わった後の、吸入空気量 G_a の積算値を総積算空気量 $I_n G_0$ とするものである。また、条件 (i i) は、走行可能とする信号がオフからオンに切り替わった後の2回目以降の始動時からの、吸入空気量 G_a の積算値を再始動後積算空気量 $I_n G_1$ とした条件である。

[0090] またたとえば、アイドルストップ制御を実行しないものであるなら、上記条件 (i) および条件 (i i i) の論理積が真である場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定してもよい。さらなる変更例として、条件 (i) が成立する場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定してもよく、またたとえば条件 (i i i) が成立する場合に、吸気系の温度が規定温度以上であると判定してもよい。

[0091] たとえば、燃料中のアルコール濃度を検出するアルコール濃度センサの検出値等、アルコール濃度を取得可能である場合、判定値 $I_n t h_0$ や判定値 $I_n t h_1$ を、アルコール濃度に応じて可変設定してもよい。この場合、アルコール濃度が高い場合に低い場合よりも、判定値 $I_n t h_0$ や判定値 $I_n t h_1$ を大きい値に設定する。

[0092] ・「選択処理について」

マルチ噴射処理を選択する条件としては、上記実施形態において例示した

ものに限らない。たとえば下記の条件 (v) や条件 (v i) を設けてもよい。

[0093] 条件 (v) : 充填効率 η が、所定値以上である旨の条件である。この条件は、シングル噴射処理をしたのでは、吸気通路 1 2 に付着する燃料量が過度に大きくなることで、PN が顕著となるおそれがある旨の条件である。ただし、この条件は、スタータ ON 後の所定期間経過後の条件である。

[0094] 条件 (v i) : 回転速度 NE が、所定速度 NE t h 以下である旨の条件である。この条件は、吸気非同期噴射の終了タイミングと、吸気同期噴射の噴射開始時期 I s との間の時間間隔を、上記所定時間以上に確保できる旨の条件である。また、この条件は、マルチ噴射処理がシングル噴射処理よりも演算負荷が大きいので、制御装置 5 0 の演算負荷の増大によって発熱量が過大となることを抑制する旨の条件である。

[0095] ・「要求噴射量の分割手法について」

(a) スタータ ON 後の所定期間内

上記実施形態では、S 1 4 の処理によって算出された非同期噴射量 Q_{ns} と、S 1 6 の処理によって算出された同期噴射量 Q_s との和が、要求噴射量 Q_d となるので、S 1 4, S 1 6 の処理によって、要求噴射量 Q_d を同期噴射量 Q_s と非同期噴射量 Q_{ns} とに分割する処理が実行されるとみなせる。ここで、たとえば S 1 6 の処理に代えて、水温 THW に加えて噴射回数と停止時間 T s t p とに応じて、同期噴射量 Q_s を算出してもよい。

[0096] (b) スタータ ON 後の所定期間経過後

上記実施形態では、回転速度 NE、充填効率 η 、水温 THW、および吸気位相差 DIN に基づき、ベース噴射量 Q_b のうちの同期噴射量 Q_s の占める割合を示す同期噴射割合 K_s を可変設定したが、これに限らない。たとえば、燃焼室 2 4 内に充填される新気量を示すパラメータである負荷パラメータとして、充填効率 η に代えて、要求噴射量 Q_d を用いてもよい。また、負荷パラメータと回転速度 NE と水温 THW と吸気位相差 DIN との 4 つのパラメータのうち、3 つパラメータのみに基づき同期噴射割合 K_s を可変設定し

たり、2つのパラメータのみに基づき可変設定したり、1つのパラメータのみに基づき可変設定したりしてもよい。なお、この際、負荷パラメータおよび水温 T_{HW} のうちの少なくとも1つを極力用いて、同期噴射割合 K_s を可変設定することが望ましい。また、上記4つのパラメータ以外にたとえば、吸気圧や、吸入空気の流速を用いてもよい。ただし、上記4つのパラメータによれば、吸気圧や吸入空気の流速を把握することができる。

[0097] また、同期噴射割合 K_s を定めること自体、必須ではない。たとえば上記実施形態やその変更例において、同期噴射割合 K_s を定めたパラメータに基づき、同期噴射量 Q_s を算出してもよい。この場合、非同期噴射量 Q_{ns} を、「 $Q_b \cdot K_{AF} \cdot K_w - Q_s$ 」とすればよい。

[0098] 同期噴射量 Q_s としては、たとえばベース噴射量 Q_b がフィードバック補正係数 K_{AF} によって補正された値「 $K_{AF} \cdot Q_b$ 」を、同期噴射割合 K_s を用いて分割したものを、同期噴射量 Q_s としてもよい。この場合、同期噴射量 Q_s は、「 $K_s \cdot K_{AF} \cdot Q_b$ 」となる。

[0099] ・「吸気バルブの特性可変装置について」

吸気バルブ18の特性を変更する特性可変装置としては、吸気バルブタイミング調整装置44に限らない。たとえば、吸気バルブ18のリフト量を変更するものであってもよい。この場合、吸気バルブ18のバルブ特性を示すパラメータは、吸気位相差 D_{IN} に代えて、リフト量等となるので、上記実施形態やその変更例において吸気位相差 D_{IN} に代えてリフト量等を用いればよい。

[0100] ・「制御装置について」

制御装置がCPU52とROM54とを備えて、ソフトウェア処理を実行するものに限らない。たとえば、上記実施形態においてソフトウェア処理されたものの少なくとも一部を、ハードウェア処理する専用のハードウェア回路（たとえばASIC等）を備えてもよい。すなわち、制御装置は、以下の（a）～（c）のいずれかの構成であればよい。（a）上記処理の全てを、プログラムに従って実行する処理装置と、プログラムを記憶するROM等の

プログラム格納装置（非一時的なコンピュータ読取可能な記録媒体を含む）とを備える。（b）上記処理の一部をプログラムに従って実行する処理装置およびプログラム格納装置と、残りの処理を実行する専用のハードウェア回路とを備える。（c）上記処理の全てを実行する専用のハードウェア回路を備える。ここで、処理装置およびプログラム格納装置を備えたソフトウェア処理回路や、専用のハードウェア回路は複数であってもよい。すなわち、上記処理は、1または複数のソフトウェア処理回路および1または複数の専用のハードウェア回路の少なくとも一方を備えた処理回路によって実行されればよい。

[0101] ・「そのほか」

内燃機関10が、吸気バルブ18の特性を変更する特性可変装置を備えることは必須ではない。内燃機関10が、スロットルバルブ14を備えることは必須ではない。

[0102] <第2実施形態>

以下、内燃機関の制御装置にかかる第2実施形態について、図7～図12を参照しつつ説明する。

[0103] 図7に示す内燃機関10の吸気通路12には、上流から順に、スロットルバルブ14およびポート噴射弁16が設けられている。吸気通路12に吸入された空気と、ポート噴射弁16から噴射された燃料とは、吸気バルブ18の開弁に伴って、シリンダ20およびピストン22によって区画された燃焼室24に流入する。燃焼室24において、燃料と空気との混合気は、点火装置26の火花放電によって燃焼に供される。そして、燃焼によって生成される燃焼エネルギーは、ピストン22を介して、クランクシャフト28の回転エネルギーに変換される。燃焼に供された混合気は、排気バルブ30の開弁に伴って、排気として排気通路32に排出される。排気通路32には、触媒34が設けられている。

[0104] クランクシャフト28の回転動力は、タイミングチェーン38を介して、吸気カム軸40および排気カム軸42に伝達される。なお、本実施形態では

、吸気カム軸40には、吸気バルブタイミング調整装置44を介して、タイミングチェーン38の動力が伝達される。吸気バルブタイミング調整装置44は、クランクシャフト28と吸気カム軸40との回転位相差を調整することによって、吸気バルブ18の開弁タイミングを調整するアクチュエータである。

[0105] なお、クランクシャフト28には、内燃機関10とともに車両の推力を生成するモータジェネレータ136が、機械的に連結されている。すなわち、本実施形態にかかる車両は、内燃機関10とモータジェネレータ136とを、車両の推力生成装置とするハイブリッド車両である。

[0106] 制御装置50は、内燃機関10を制御対象とし、内燃機関10の制御量（トルク、排気成分比率等）を制御するために、上記スロットルバルブ14や、ポート噴射弁16、点火装置26、吸気バルブタイミング調整装置44等の内燃機関10の操作部を操作する。この際、制御装置50は、クランク角センサ60の出力信号 S_{cr} や、エアフローメータ62によって検出される吸入空気量 G_a 、吸気圧センサ70によって検出される吸気通路12内の圧力のうちのスロットルバルブ14の下流の圧力（吸気圧 P_{in} ）を参照する。また、制御装置50は、空燃比センサ64によって検出される空燃比 A_f 、吸気カム角センサ66の出力信号 S_{ca} 、水温センサ68によって検出される内燃機関10の冷却水の温度（水温 T_{HW} ）、大気圧センサ72によって検出される大気圧 P_a を参照する。

[0107] また、制御装置50は、モータジェネレータ136を制御対象とし、モータジェネレータ136の制御量（トルク、回転速度等）を制御する。なお、図7には、スロットルバルブ14、ポート噴射弁16、点火装置26、モータジェネレータ136、および吸気バルブタイミング調整装置44のそれぞれを操作するための操作信号 $MS_1 \sim MS_3$ 、 MS_{14} 、および MS_5 を記載している。

[0108] 制御装置50は、CPU52、ROM54、および電源回路56を備えており、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52が実行することで

、上記制御量の制御を実行する。電源回路56は、制御装置50内の各箇所に電力を供給する。

[0109] 本実施形態では、燃料噴射処理として、図8の(a)部分に例示する処理と、図8の(b)部分に例示する処理との2通りの処理を有する。

図8の(a)部分は、吸気バルブ18の開弁期間に同期して燃料を噴射する「吸気同期噴射」と、吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する「吸気非同期噴射」との2つの燃料噴射を実行するマルチ噴射処理である。詳しくは、吸気同期噴射は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置（吸気ポートの下流端、換言すれば燃焼室24への入り口部分）に到達する期間が、吸気バルブ18の開弁期間に収まるように燃料を噴射するものである。ここで、「到達する期間」の始点は、ポート噴射弁16から噴射された燃料のうち、最も早いタイミングで噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達するタイミングであり、「到達する期間」の終点は、ポート噴射弁16から噴射された燃料のうち、最も遅いタイミングで噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達するタイミングである。これに対し、「吸気非同期噴射」は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18が開弁する前に吸気バルブ18に到達するように、燃料を噴射するものである。換言すれば、吸気非同期噴射は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18が開弁するまでは吸気通路12内で滞留し、吸気バルブ18が開弁した後に燃焼室24内に流入する、噴射である。なお、本実施形態において「吸気非同期噴射」は、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の開弁期間に収まるように燃料を噴射するものとする。

[0110] 図8の(b)部分は、吸気非同期噴射のみを実行するシングル噴射処理である。

本実施形態においてマルチ噴射処理は、排気中の粒子状物質(PM)の数(PN)を低減することを狙って実行される。すなわち、吸気通路12や吸

気バルブ18等の内燃機関10の吸気系の温度が、ある程度低い場合、シングル噴射処理を実行するとPNが増加する傾向がある。この理由としては、吸気系の温度が低い場合には、1燃焼サイクルにおいてポート噴射弁16から噴射すべき燃料量である要求噴射量が、大きい値となり、結果、吸気系に付着する燃料量が多くなることに起因していると考えられる。詳しくは、吸気系に付着した燃料量が、ある程度多くなる場合、付着した燃料のせん断によって、付着した燃料の一部が、液滴のまま燃焼室24に流入するからであると推察される。そこで本実施形態では、要求噴射量が多い場合であっても、要求噴射量の一部を吸気同期噴射によって噴射することで、吸気系に付着する燃料量を要求噴射量が多い割に少なくし、ひいてはPNの低減を図る。

[0111] 図9に、本実施形態にかかる、内燃機関10の始動時における処理の手順を示す。図9に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52がたとえば所定期間で繰り返し実行することで実現される。なお、以下では、先頭に「S」が付与された数字によって、各処理のステップ番号を表現する。

[0112] 図9に示す一連の処理において、CPU52は、まず、クランキング開始後の所定期間内であるか否かを判定する(S110)。ここで「所定期間」とは、エアフローメータ62によって検出される吸入空気量 G_a によっては、燃焼室24内に充填される空気量を精度よく把握することができず、結果、吸入空気量 G_a に基づき要求噴射量を精度よく算出することができない期間とする。CPU52は、クランキング開始後の所定期間内であると判定する場合(S110: YES)、マルチ噴射処理の要求があるか否かを判定する(S112)。そしてCPU52は、マルチ噴射処理の要求があると判定する場合(S112: YES)、水温THW、およびクランキング開始後の噴射回数に基づき、吸気非同期噴射の噴射量のベース値である、非同期ベース噴射量 Q_{nsb} を算出する(S114)。ここでCPU52は、水温THWが低い場合に高い場合よりも、非同期ベース噴射量 Q_{nsb} を大きい値に算出する。この処理は、水温THWおよび噴射回数を入力変数とし、非同期

ベース噴射量 Q_{nsb} を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって非同期ベース噴射量 Q_{nsb} をマップ演算することで実現できる。ここで、「マップデータ」とは、入力変数の離散的な値と、入力変数の値のそれぞれに対応する出力変数の値と、の組データである。また「マップ演算」は、たとえば、入力変数の値がマップデータの入力変数の値のいずれかに一致する場合、対応するマップデータの出力変数の値を演算結果とする一方、一致しない場合、マップデータに含まれる複数の出力変数の値の補間によって得られる値を演算結果とする処理とすればよい。

- [0113] 次にCPU52は、内燃機関10の再始動時であるか否かを判定する(S116)。ここで、「内燃機関10の再始動時」とは、車両の起動スイッチがオン状態とされてからオフ状態とされるまでの期間における、内燃機関10の2回目以降の始動時のことである。また、「車両の起動スイッチ」とは、ユーザがブレーキを解放するとともにアクセルを操作することで、車両の走行が可能となる状態とするためのスイッチである。CPU52は、内燃機関10の再始動時ではないと判定する場合(S116:NO)、非同期ベース噴射量 Q_{nsb} の補正係数である圧力補正係数 K_a を、大気圧 P_a に応じて算出する(S118)。詳しくは、図10Aに示すように、大気圧 P_a が高い場合に低い場合よりも、圧力補正係数 K_a を大きい値に算出する。この理由は、大気圧 P_a が高い場合には低い場合と比較して、始動時における吸気通路12内の圧力が高くなるので、燃焼室24内に充填される空気量が多くなることに鑑みたものである。すなわち大気圧 P_a が高いことで燃焼室24内に充填される空気量が多い場合には少ない場合と比較して、吸気非同期噴射の噴射量である非同期噴射量 Q_{ns} を大きい値とする。したがって、大気圧 P_a が高い場合であっても、燃焼室24内において燃焼対象とされる混合気の空燃比が過度にリーンとなることを抑制する。なお、この処理は、大気圧 P_a を入力変数とし、圧力補正係数 K_a を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって圧力補正係数 K

aをマップ演算することで実現できる。

[0114] 図9に戻り、CPU52は、内燃機関10の再始動時であると判定する場合(S116: YES)、圧力補正係数 K_a を、大気圧 P_a および吸気圧 P_{in} に応じて可変設定する(S120)。ここで、CPU52は、再始動時ではない場合と同様、大気圧 P_a が高い場合に低い場合よりも、圧力補正係数 K_a を大きい値に算出する。また、CPU52は、図10Bに示すように、吸気圧 P_{in} が低い場合に高い場合と比較して、圧力補正係数 K_a を小さい値に算出する。この理由は、内燃機関10の再始動時においては、吸気通路12内の圧力が未だ大気圧 P_a よりも低いことがあり、その場合、吸気通路12内の圧力が大気圧 P_a となっている場合と比較すると、吸気通路12内における燃料の蒸気圧が低くなるので、燃料が霧化しやすいからである。すなわち、燃料が霧化しやすい場合、たとえば再始動直前に吸気通路12内の圧力が大気圧に収束している場合と比較すると、ポート噴射弁16から噴射された燃料のうち、燃焼室24に流入することなく内燃機関10の吸気系に留まる燃料量が少なくなる傾向がある。よって、仮に、吸気圧 P_{in} が低い場合に高い場合と同量の燃料を噴射したのでは、燃焼室24内において燃焼対象とされる混合気の空燃比が、過度にリッチとなるおそれがある。なお、この処理は、大気圧 P_a および吸気圧 P_{in} を入力変数とし、圧力補正係数 K_a を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって圧力補正係数 K_a をマップ演算することで実現できる。

[0115] 図9に戻り、CPU52は、S120の処理が完了する場合、内燃機関10が前回停止してから今回の始動までの経過時間である、内燃機関10の停止時間 T_{stp} に基づき、非同期ベース噴射量 Q_{nsb} に対する停止時間補正係数 K_{s1} を算出する(S122)。詳しくは、CPU52は、図11に示すように、停止時間 T_{stp} が長い場合に短い場合よりも、停止時間補正係数 K_{s1} を大きい値に算出する。すなわちこの処理は、内燃機関10の停止時から始動までの経過時間(T_{stp})が短い場合に長い場合よりも、非

同期噴射量 Q_{ns} を小さい値に算出する処理である。この処理は、停止時間 T_{stp} を入力変数とし、停止時間補正係数 K_{s1} を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって停止時間補正係数 K_{s1} をマップ演算することで実現できる。

[0116] 図9に戻り、CPU52は、S122またはS118の処理が完了する場合、非同期ベース噴射量 Q_{nsb} に、圧力補正係数 K_a および停止時間補正係数 K_{s1} を乗算した値を、非同期噴射量 Q_{ns} に代入する(S124)。

[0117] 次にCPU52は、再始動時であるか否かを判定する(S126)。そしてCPU52は再始動時ではないと判定する場合(S126:NO)、水温 THW および大気圧 P_a に基づき、吸気同期噴射の噴射量である同期噴射量 Q_s を算出する(S128)。これに対し、CPU52は、再始動時であると判定する場合(S126:YES)、水温 THW 、大気圧 P_a 、および吸気圧 P_{in} に基づき、同期噴射量 Q_s を算出する(S130)。なお、S128、S130の処理において、水温 THW 、大気圧 P_a 、および吸気圧 P_{in} を用いる理由は、非同期噴射量 Q_{ns} の算出の場合と同様である。

[0118] なお、非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s との和が、1燃焼サイクルにおける要求噴射量であるので、S114~S130の処理は、要求噴射量を、非同期噴射量 Q_{ns} と同期噴射量 Q_s とに分割する処理とみなせる。

[0119] CPU52は、S128、S130の処理が完了する場合、水温 THW 、回転速度 NE 、および吸気位相差 D_{IN} に基づき、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s を算出する(S132)。これは、水温 THW 、回転速度 NE 、および吸気位相差 D_{IN} を入力変数とし、噴射開始時期 I_s を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって噴射開始時期 I_s をマップ演算する処理となる。吸気位相差 D_{IN} は、クランクシャフト28の回転角度に対する、吸気カム軸40の回転角度の位相差である。なお、始動時において吸気位相差 D_{IN} は、固定値とされてもよい。その場合であっても、車両に応じて、始動時における吸気位相差 D_{IN} の固定値が異なる場合等には、吸気位相差 D_{IN} に応じて噴射開始時期 I_s を算

出することは有効である。

[0120] 次にCPU52は、吸気同期噴射の噴射開始時期 I_s に対して所定時間以上前に吸気非同期噴射が終了するように、吸気非同期噴射の噴射開始時期 I_{ns} を算出する(S134)。ここで「所定時間」は、ポート噴射弁16の構造によって定まるものであり、時系列的に隣り合う2つの燃料噴射のうち、進角側の噴射の終了前に、遅角側の噴射が始まることを回避するための時間である。そしてCPU52は、噴射開始時期 I_{ns} となると非同期噴射量 Q_{ns} の燃料をポート噴射弁16から噴射させ、噴射開始時期 I_s となると同期噴射量 Q_s の燃料をポート噴射弁16から噴射させるべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作する(S136)。

[0121] これに対し、CPU52は、マルチ噴射処理の実行要求がないと判定する場合(S112:NO)、水温THW、クランキング開始後の噴射回数、および停止時間 T_{stp} に基づき、1燃焼サイクルに要求される噴射量である要求噴射量 Q_d を算出する(S138)。次にCPU52は、噴射開始時期 I_{sin} を設定する(S40)。そしてCPU52は、噴射開始時期 I_{sin} となると、要求噴射量 Q_d の燃料を噴射させるべく、ポート噴射弁16に操作信号MS2を出力することでポート噴射弁16を操作する(S136)。

[0122] なお、CPU52は、S136の処理が完了する場合や、S110の処理において否定判定する場合には、図9に示す一連の処理を一旦終了する。

図12に、マルチ噴射処理の実行要求の判定に関する処理の手順を示す。図12に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52がたとえば所定周期で繰り返し実行することで実現される。

[0123] 図12に示す一連の処理において、CPU52は、まず、車両の起動スイッチがオン状態とされてから、最初のクランキング開始時であるか否かを判定する(S150)。CPU52は、車両の起動スイッチがオン状態とされてから最初のクランキング開始時であると判定する場合(S150:YES

）、初期水温 T_{HW0} に、現時点での水温 T_{HW} を代入する（S152）。CPU52は、S152の処理が完了する場合や、S150の処理において否定判定する場合には、クランキング後、エアフローメータ62によって検出される吸入空気量 G_a が、要求噴射量 Q_d を精度良く算出可能な値として取得可能となったか否かを判定する（S154）。この処理は、クランキング開始後、エアフローメータ62によって燃焼室24内に充填される空気量を精度よく把握することができない上記所定期間が経過したか否かの判定となる。

[0124] CPU52は、クランキング後、エアフローメータ62によって検出される吸入空気量 G_a が、要求噴射量 Q_d を精度良く算出可能な値として取得可能となったと判定する場合（S154：YES）、内燃機関10の再始動時であるか否かを判定する（S156）。CPU52は、内燃機関10の再始動時であると判定する場合（S156：YES）、再始動時水温 T_{HW1} に、現時点での水温 T_{HW} を代入する（S158）。

[0125] 次にCPU52は、内燃機関10の直前の自動停止時から、現在までの経過時間として、停止時間 T_{stp} を取得する（S160）。

CPU52は、S160の処理が完了する場合や、S156の処理において否定判定する場合には、最初のクランキング開始後の吸入空気量の積算値である、総積算空気量 I_{nG0} を更新する（S162）。ここでは、前回のS162の処理における総積算空気量 I_{nG0} の値に、吸入空気量 G_a を加算した値によって、総積算空気量 I_{nG0} を更新すればよい。なお、総積算空気量 I_{nG0} の初期値は、「0」とする。またCPU52は、再始動後である場合には、上記総積算空気量 I_{nG0} の更新に加えて、再始動時からの吸入空気量 G_a の積算値である、再始動後積算空気量 I_{nG1} を更新する。なお、再始動後積算空気量 I_{nG1} の初期値は「0」であり、再始動後積算空気量 I_{nG1} は、再始動時となる都度、初期化される。

[0126] CPU52は、S162の処理が完了する場合や、S154の処理において否定判定する場合には、S164の処理に移行する。CPU52は、S1

64の処理において、現時点での水温 T_{HW} が水規定温度 T_{th1} 以上である旨の条件 (x_i) と、総積算空気量 I_{nG0} が判定値 I_{nth0} 以上である旨の条件 (x_{ii}) と、再始動後積算空気量 I_{nG1} が判定値 I_{nth1} 以上である旨の条件 (x_{iii}) との論理積が、真であるか否かを判定する。この処理は、吸気通路12や吸気バルブ18等からなる内燃機関10の吸気系の温度が、シングル噴射処理を実行しても PN が許容範囲内に収まる温度の下限値以上となったか否かを判定する処理である。

[0127] ここで、CPU52は、初期水温 T_{HW0} が低い場合に高い場合よりも、判定値 I_{nth0} を大きい値に算出する。これは、たとえば、初期水温 T_{HW0} を入力変数とし、判定値 I_{nth0} を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって、判定値 I_{nth0} をマップ演算することによって実現すればよい。また、CPU52は、再始動時水温 T_{HW1} が低い場合に高い場合よりも、判定値 I_{nth1} を大きい値に算出する。またCPU52は、停止時間 T_{stp} が長い場合に短い場合よりも、判定値 I_{nth1} を大きい値に算出する。これは、たとえば、再始動時水温 T_{HW1} および停止時間 T_{stp} を入力変数とし、判定値 I_{nth1} を出力変数とするマップデータが予めROM54に記憶された状態で、CPU52によって判定値 I_{nth1} をマップ演算することによって実現すればよい。ここで、初期水温 T_{HW0} が、水規定温度 T_{th1} よりも高い初期所定温度以上である場合には、判定値 I_{nth0} はゼロとされる。また、再始動時水温 T_{HW1} が初期所定温度以上である場合には、判定値 I_{nth1} はゼロとされる。さらに、停止時間 T_{stp} が規定時間以下の場合には、判定値 I_{nth1} はゼロとされる。なお、CPU52は、再始動後ではない場合、判定値 I_{nth1} をゼロとする。よって、再始動時ではない場合、上記条件 (x_{iii}) は自動的に成立することとなる。

[0128] CPU52は、条件 (x_i) ～条件 (x_{iii}) の論理積が真であると判定する場合(S164: YES)、シングル噴射処理を選択する(S166)。これに対しCPU52は、条件 (x_i) ～条件 (x_{iii}) の論理積が

偽であると判定する場合（S 1 6 4 : N O）、水温 T H W が、上記水規定温度 T t h 1 よりも低い低閾値 T L 以上であるか否かを判定する（S 1 6 8）。ここで、低閾値 T L は、水温 T H W が低いために要求噴射量 Q d が過度に大きくなることで、吸気非同期噴射の噴射終了時期と、吸気同期噴射の噴射開始時期 I s との間の時間間隔を上記所定時間以上とすることができないか否かを判定するものである。C P U 5 2 は、S 1 6 8 の処理において否定判定する場合には、マルチ噴射処理を実行することが困難であるとして、S 1 6 6 の処理に移行する。これに対し C P U 5 2 は、水温 T H W が低閾値 T L 以上であると判定する場合（S 1 6 8 : Y E S）、マルチ噴射処理を選択する（S 1 7 0）。この場合、マルチ噴射要求があることとなる。

[0129] なお、C P U 5 2 は、S 1 6 6、S 1 7 0 の処理が完了する場合、図 1 2 に示す一連の処理を一旦終了する。

ちなみに、本実施形態では、C P U 5 2 は、S 1 1 0 の処理において否定判定する場合であっても、図 1 2 の処理に基づき、マルチ噴射処理またはシングル噴射処理を選択する。ただし C P U 5 2 は、S 1 1 0 の処理において否定判定する場合には、選択結果に応じて、吸入空気量 G a から定まる要求噴射量の燃料を噴射する制御を実行する。

[0130] ここで、本実施形態の作用および効果について説明する。

C P U 5 2 は、内燃機関 1 0 の始動に際し、上記条件 (x i) ~ 条件 (x i i i) の論理積が真となる場合にはシングル噴射処理を選択し、偽となる場合にはマルチ噴射処理を選択する。ここで、最初の始動時には、上記条件 (x i i) は自動的に満たされる。しかし、最初の始動時には総積算空気量 I n G O が算出できず、初期値であるゼロとされているので、C P U 5 2 は、初期水温 T H W 0 が、水規定温度 T t h 1 よりも高い上記初期所定温度以上でない場合には、水温 T H W が低閾値 T L 未満でない限り、マルチ噴射処理を選択する。これに対し、C P U 5 2 は、初期水温 T H W 0 が初期所定温度以上である場合、上記条件 (x i) ~ 条件 (x i i i) の論理積が真となるので、シングル噴射処理を実行する。

- [0131] また、CPU52は、再始動時であっても、停止時間 T_{stop} が過度に短くない限り、初期水温 T_{HW0} が、水規定温度 T_{th1} よりも高い上記初期所定温度以上でない場合には、水温 T_{HW} が低閾値 T_L 未満でない限り、マルチ噴射処理を選択する。
- [0132] これに対し、CPU52は、再始動時において、停止時間 T_{stop} が過度に短い場合には、判定値 I_{nth1} がゼロとなるので、水温 T_{HW} が水規定温度 T_{th1} 以上であって且つ、総積算空気量 I_{NG0} が判定値 I_{nth0} 以上である場合には、シングル噴射処理を選択する。すなわち、内燃機関10の停止直前において、総積算空気量 I_{NG0} が判定値 I_{NG0} 以上となっている場合には、CPU52は、水温 T_{HW} が水規定温度 T_{th1} 以上である場合、シングル噴射処理を選択する。
- [0133] ただし、水温 T_{HW} が水規定温度 T_{th1} 以上であっても、総積算空気量 I_{NG0} が判定値 I_{nth0} 未満となることがある。そしてその場合、吸気バルブ18の温度が、PNを許容範囲内にできる温度領域に満たないおそれがある。この理由は、吸気バルブ18が燃焼室24内の熱を直接受けることで、吸気バルブ18の温度が、燃焼室24内で生じた熱量に大きく依存するので、水温 T_{HW} によっては吸気バルブ18の温度が一義的に定まらないからである。したがって、総積算空気量 I_{NG0} が判定値 I_{nth0} 未満である場合には、水温 T_{HW} が高い割に、吸気バルブ18の温度が未だ十分高くないという事態となりうる。ここで、水温 T_{HW} の判定値である水規定温度 T_{th1} を、吸気バルブ18等の温度が初期所定温度以上となる値に設定するなら、上記条件(xii)を設けないことも可能である。しかしその場合には、水規定温度 T_{th1} を過度に大きい値に設定せざるを得ない。したがって、シングル噴射処理に移行してもPNを許容範囲内とすることができるときであっても、マルチ噴射処理が実行されるケースが生じる。
- [0134] これに対し本実施形態では、上記条件(xii)を設けるので、たとえば上記条件(xi)のみからマルチ噴射処理の実行要求があるか否かを判定する場合と比較すると、水規定温度 T_{th1} を小さい値に設定することができ

る。よって、PNを許容範囲内とすることができるときには極力、シングル噴射処理を実行することができる。よって、ポート噴射弁16の駆動回数の増加を抑制することができるので、ポート噴射弁16の耐久力の低下を抑制できる。また、シングル噴射処理によれば、マルチ噴射処理と比較して燃料の霧化を促進することができ、またHCの発生を抑制することができる。

[0135] <第3実施形態>

以下、本開示を具体化した第3実施形態について、第2実施形態との相違点を中心に、図13を参照しつつ説明する。

[0136] 上記実施形態では、再始動に際して、その直前の停止時間 T_{stop} に基づき、非同期噴射量 Q_{ns} を算出した。しかし、直前の停止時間 T_{stop} からは、内燃機関10の吸気系の温度を精度良く把握できない懸念がある。特にハイブリッド車の場合、内燃機関10の駆動および停止が、短時間の間に頻繁に繰り返されることがありうるので、この問題は深刻である。すなわち、駆動時間や停止時間が短くなる場合、吸気系の温度は、再始動直前の停止時間 T_{stop} のみならず、それ以前の駆動の仕方や停止時間にも、大きく影響されうるからである。

[0137] そこで本実施形態では、間欠積算停止時間 I_{nT} に基づき、非同期噴射量 Q_{ns} を補正する。間欠積算停止時間 I_{nT} は、車両の起動スイッチがオン状態とされている期間において、内燃機関10が駆動された後の総停止時間が長いほど大きくなる量であるとともに、内燃機関10の再始動後の燃焼エネルギー量が大きいほど小さくなる量である。

[0138] 図13に、間欠積算停止時間 I_{nT} の算出処理の手順を示す。図13に示す処理は、ROM54に記憶されたプログラムを、CPU52がたとえば所定周期で繰り返し実行することで実現される。

[0139] 図13に示す一連の処理において、CPU52は、まず内燃機関10が停止しているか否かを判定する(S80)。そしてCPU52は、内燃機関10が停止していると判定する場合(S80: YES)、間欠積算停止時間 I_{nT} に、図13に示す一連の処理の周期に等しい所定量 ΔT を加算した値に

よって、間欠積算停止時間 $I_n T$ を更新する (S 8 2)。

[0140] これに対し、CPU 5 2 は、内燃機関 1 0 が停止していないと判定する場合 (S 8 0 : N O)、内燃機関 1 0 の駆動時であるか否かを判定する (S 8 4)。ここで、CPU 5 2 は、クランキング時ではない場合、内燃機関 1 0 の駆動時と判定する。そして CPU 5 2 は、内燃機関 1 0 の駆動時と判定する場合 (S 8 4 : Y E S)、吸入空気量 G_a にゲイン K_t を乗算した値を、間欠積算停止時間 $I_n T$ の減少補正量 ΔT_1 に代入する (S 8 6)。そして CPU 5 2 は、間欠積算停止時間 $I_n T$ から減少補正量 ΔT_1 を減算した値と、ゼロとのうちの大きい方によって、間欠積算停止時間 $I_n T$ を更新する (S 8 8)。

[0141] CPU 5 2 は、S 8 2, S 8 8 の処理が完了する場合には、停止時間 $T_{st p}$ に間欠積算停止時間 $I_n T$ を代入する (S 9 0)。この処理は、図 9 の S 1 2 2 の処理や、図 1 2 の S 1 6 0 の処理において利用されるパラメータを定めるためのものである。よって、CPU 5 2 は、間欠積算停止時間 $I_n T$ が長い場合には短い場合よりも、停止時間補正係数 $K_{s 1}$ を大きい値に算出することとなる。

[0142] なお、CPU 5 2 は、S 9 0 の処理が完了する場合や、S 8 4 の処理において否定判定する場合には、図 1 3 に示す一連の処理を一旦終了する。

<対応関係>

上記実施形態における事項と、上記「概要」の欄に記載した事項との対応関係は、次の通りである。以下では、「概要」の欄に記載した例の番号毎に、対応関係を示している。

[0143] [6] 「マルチ噴射処理」は、図 8 の (a) 部分に示す処理に対応し、「シングル噴射処理」は、図 8 の (b) 部分に示す処理に対応する。

「選択処理」は、図 1 2 の処理に対応し、「操作処理」は、S 1 3 6 の処理に対応する。

[0144] [7] 例 7 は、停止時間 $T_{st p}$ が短い場合における、S 1 6 4 の処理に対応する。すなわち、停止時間 $T_{st p}$ が短い場合、判定値 $I_{n t h 1}$ がゼ

口となるので、上記条件 (x_i) および条件 (x_{ii}) の論理積が真となる場合に、S 1 6 4 の処理において肯定判定される。

[0145] [8] ~ [1 1] 「非同期噴射量算出処理」は、S 1 1 4 ~ S 1 2 4 の処理に対応する。なお、「停止時間算出処理」は、図 1 3 の処理に対応する。

[1 2] 「同期噴射量算出処理」は、S 1 2 6 ~ S 1 3 0 の処理に対応する。

[0146] <その他の実施形態>

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施することができる。上記各実施形態および以下の変更例は、技術的に矛盾しない範囲で互いに組み合わせ実施することができる。

[0147] ・「非同期噴射量算出処理について」

上記実施形態では、再始動時ではない場合、水温 T_{HW} 、噴射回数、および大気圧 P_a に基づき、非同期噴射量 Q_{ns} を算出したが、これに限らない。たとえば、非同期噴射量 Q_{ns} を、上記 3 つのパラメータのうち、水温 T_{HW} のみに基づき算出したり、水温 T_{HW} および噴射回数のみに基づき算出したり、水温 T_{HW} および大気圧 P_a のみに基づき算出したりしてもよい。

[0148] 上記実施形態では、再始動時の場合、水温 T_{HW} 、噴射回数、停止時間 T_{stp} 、大気圧 P_a 、および吸気圧 P_{in} に基づき、非同期噴射量 Q_{ns} を算出したが、これに限らない。たとえば、非同期噴射量 Q_{ns} を、上記 5 つのパラメータのうち、水温 T_{HW} 、停止時間 T_{stp} 、噴射回数、および吸気圧 P_{in} のみに基づき算出する等、4 つのパラメータのみに基づき算出してもよい。またたとえば、水温 T_{HW} 、停止時間 T_{stp} 、および吸気圧 P_{in} のみに基づき算出する等、3 つのパラメータのみに基づき算出したり、水温 T_{HW} および停止時間 T_{stp} のみに基づき算出する等、2 つのパラメータのみに基づき算出したり、水温 T_{HW} のみに基づき算出する等、1 つのパラメータのみに基づき算出したりしてもよい。

[0149] ・「同期噴射量算出処理について」

上記実施形態では、再始動時ではない場合、水温 T_{HW} および大気圧 P_a

に基づき同期噴射量 Q_s を算出したが、これに限らない。たとえば、水温 T_{HW} および大気圧 P_a の2つのパラメータのうち、水温 T_{HW} のみを用いて算出してもよい。またたとえば再始動時の場合と同様に、吸気圧 P_{in} を用いて同期噴射量 Q_s を算出してもよい。

[0150] 上記実施形態では、再始動時の場合には、水温 T_{HW} 、大気圧 P_a 、および吸気圧 P_{in} に基づき同期噴射量 Q_s を算出したが、これに限らない。たとえば、それら3つのパラメータのうち、水温 T_{HW} および吸気圧 P_{in} のみに基づき、同期噴射量 Q_s を算出してもよい。もっとも、これに限らず、たとえば上記3つのパラメータのうち、水温 T_{HW} および大気圧 P_a に基づき同期噴射量 Q_s を算出したり、水温 T_{HW} のみを用いて算出したりしてもよい。

[0151] ・「マルチ噴射処理における吸気非同期噴射について」

上記実施形態では、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の閉弁期間に収まるように燃料を噴射するものを吸気非同期噴射としたがこれに限らない。たとえば回転速度 N_E が高くて且つ、非同期噴射量 Q_{ns} が過度に多い場合、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間の一部が、吸気バルブ18の開弁期間と重複してもよい。

[0152] ・「吸気同期噴射について」

上記実施形態では、水温 T_{HW} 、回転速度 N_E 、および吸気位相差 D_{IN} に基づき、噴射開始時期 I_s を設定したが、これに限らない。たとえば上記3つのパラメータのうち、そのうちの1つのみに基づき設定したり、2つのみに基づき設定したりしてもよい。

[0153] ・「シングル噴射処理について」

上記実施形態では、シングル噴射処理を、ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間が、吸気バルブ18の閉弁期間に収まるように燃料を噴射する処理としたがこれに限らない。たとえば、回転速度 N_E が高くて且つ、要求噴射量 Q_d が大きい場合には、

ポート噴射弁16から噴射された燃料が、吸気バルブ18の開弁前の位置に到達する期間の一部が、吸気バルブ18の閉弁期間と重複することがあってもよい。

[0154] ・「選択処理について」

上記実施形態では、上記条件(x i)、条件(x i i)、および条件(x i i i)の論理積が真である場合に、シングル噴射処理を選択したが、これに限らない。たとえば、上記条件(x i)および条件(x i i)との論理積が真である場合に、シングル噴射処理を選択してもよい。

[0155] また、たとえば、上記条件(x i)が成立する場合に、シングル噴射処理を選択してもよい。これは、特に、下記「車両について」の欄に記載したように、車両の推力を生成する原動機として内燃機関のみを備えた車両であって且つ、アイドルリングストップ制御を実行しないものの場合に有効である。

[0156] たとえば、燃料中のアルコール濃度を検出するアルコール濃度センサの検出値等、アルコール濃度を取得可能である場合、判定値I n t h 0や判定値I n t h 1を、アルコール濃度に応じて可変設定してもよい。この場合、アルコール濃度が高い場合に低い場合よりも、判定値I n t h 0や判定値I n t h 1を大きい値に設定する。

[0157] ・「制御装置について」

制御装置がCPU52とROM54とを備えて、ソフトウェア処理を実行するものに限らない。たとえば、上記実施形態においてソフトウェア処理されたものの少なくとも一部を、ハードウェア処理する専用のハードウェア回路(たとえばASIC等)を備えてもよい。すなわち、制御装置は、以下の(a)～(c)のいずれかの構成であればよい。(a)上記処理の全てを、プログラムに従って実行する処理装置と、プログラムを記憶するROM等のプログラム格納装置(非一時的なコンピュータ読取可能な記録媒体を含む)とを備える。(b)上記処理の一部をプログラムに従って実行する処理装置およびプログラム格納装置と、残りの処理を実行する専用のハードウェア回路とを備える。(c)上記処理の全てを実行する専用のハードウェア回路を

備える。ここで、処理装置およびプログラム格納装置を備えたソフトウェア処理回路や、専用のハードウェア回路は複数であってもよい。すなわち、上記処理は、1または複数のソフトウェア処理回路および1または複数の専用のハードウェア回路の少なくとも一方を備えた処理回路によって実行されればよい。

[0158] ・「車両について」

上記実施形態では、たとえば車両の推力を生成する原動機として、内燃機関に加えてモータジェネレータを備えるいわゆるハイブリッド車両を例示したが、これに限らない。たとえば、車両の推力を生成する原動機として内燃機関のみを備え、アイドリングストップ制御を実行する車両であってもよい。この場合であっても、シングル噴射処理の実行条件に、上記条件（ x_i ）を含めることで、上記条件（ x_i ）のみとする場合と比較して、水規定温度 T_{th1} を低い値とすることができる。

[0159] なお、アイドリングストップ制御を実行すること自体、必須ではない。

・「そのほか」

内燃機関10が、吸気バルブ18の特性を変更する特性可変装置を備えることは必須ではない。内燃機関10が、スロットルバルブ14を備えることは必須ではない。

請求の範囲

[請求項1]

内燃機関の制御装置であって、前記制御装置は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御装置は、

1 燃焼サイクル内において要求される噴射量である要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理と
を実行するように構成され、

前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記吸気系の温度が前記規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理である、

内燃機関の制御装置。

[請求項2]

前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が前記規定温度以上であるか否かを判定する判定処理を含み、

前記判定処理は、前記内燃機関の吸入空気量の積算値が判定値以上であることを条件に、前記吸気系の温度が前記規定温度以上であると判定する処理であり、

前記制御装置はさらに、前記内燃機関の気筒内に充填される新気量に基づき、空燃比を目標空燃比に制御するための噴射量として、前記要求噴射量を算出する要求噴射量算出処理を実行するように構成される、

請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項3] 前記制御装置はさらに、第 1 判定値可変処理を実行するように構成され、

前記第 1 判定値可変処理は、前記内燃機関の始動時における前記内燃機関の冷却水の温度が低い場合に高い場合よりも、前記判定値を大きい値に設定する、

請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項4] 前記制御装置はさらに、第 2 判定値可変処理を実行するように構成され、

前記第 2 判定値可変処理は、前記内燃機関の停止から始動までの期間が長い場合に短い場合よりも、前記判定値を大きい値に設定する、

請求項 2 または 3 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項5] 前記判定処理は、前記積算値が前記判定値以上であること、) と、前記内燃機関の冷却水の温度が所定温度以上であること) との論理積が真である場合、前記吸気系の温度が前記規定温度以上であると判定する処理を含む、

請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項6] 前記要求噴射量の燃料が前記内燃機関の始動時において噴射されるべく、前記要求噴射量は吸入空気量の検出値によらずに算出され、

前記選択処理はさらに、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記冷却水の温度が前記水規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項7] 前記選択処理は、前記内燃機関が間欠駆動される場合、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合であっても、前記吸気通路に吸入される空気量の積算値が所定値以上となるまでは、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む、

請求項 6 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項8]

前記制御装置はさらに、前記マルチ噴射処理における前記吸気非同期噴射の噴射量である、非同期噴射量を算出する非同期噴射量算出処理を実行するように構成され、

前記非同期噴射量算出処理は、

前記内燃機関の冷却水の温度が低い場合に高い場合よりも、前記非同期噴射量を大きい値に算出する処理と、

前記内燃機関の停止時から始動までの経過時間が短い場合に長い場合よりも、前記非同期噴射量を小さい値に算出する処理とを含む、

請求項 6 または 7 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項9]

前記制御装置はさらに、前記内燃機関が間欠駆動されている場合、間欠積算停止時間を算出する停止時間算出処理を実行するように構成され、

前記停止時間算出処理は、前記内燃機関が停止している時間の累積時間を、前記内燃機関の始動後に減少補正比率で減少補正することで前記間欠積算停止時間を算出し、前記吸気通路に吸入される空気量の積算値が大きい場合に小さい場合よりも、前記減少補正比率は大きく、

前記非同期噴射量算出処理は、前記間欠積算停止時間が長い場合に短い場合よりも、前記非同期噴射量を大きい値に算出する処理を含む、

請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項10]

前記非同期噴射量算出処理は、大気圧が高い場合に低い場合と比較して、前記非同期噴射量を大きい値に算出する処理を含む、

請求項 8 または 9 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項11]

前記内燃機関はスロットルバルブを備え、

前記非同期噴射量算出処理は、前記内燃機関の始動時が前記内燃機

関の再始動時である場合、吸気圧が低い場合に高い場合と比較して、前記非同期噴射量を小さい値に算出する処理を含む、

請求項 10 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項12]

前記制御装置はさらに、前記吸気同期噴射の噴射量である同期噴射量を算出する同期噴射量算出処理を実行するように構成され、

前記同期噴射量算出処理は、前記内燃機関の停止時から始動までの経過時間に依存することなく、前記内燃機関の冷却水の温度に基づき前記同期噴射量を算出する、

請求項 9～11 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項13]

内燃機関の制御装置であって、前記制御装置は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御装置は、

前記内燃機関の始動時において、吸入空気量の検出値によらずに算出される要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理と

を実行するように構成され、

前記選択処理は、前記内燃機関の冷却水の温度が水規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記冷却水の温度が前記水規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理を含む、

内燃機関の制御装置。

[請求項14] 内燃機関の制御方法であって、前記制御方法は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御方法は、

1 燃焼サイクル内において要求される噴射量である要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理とを含み、

前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記吸気系の温度が前記規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理である、

内燃機関の制御方法。

[請求項15] 内燃機関の制御処理を処理装置に実行させるプログラムを記憶した、非一時的なコンピュータ読取可能な記録媒体であって、前記制御処理は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁を備える内燃機関に適用され、前記制御処理は、

1 燃焼サイクル内において要求される噴射量である要求噴射量の燃料を噴射すべく、マルチ噴射処理とシングル噴射処理とのいずれかを選択する選択処理であって、前記マルチ噴射処理は、吸気バルブの開弁期間に同期して燃料を噴射する吸気同期噴射と、前記吸気同期噴射よりも進角側のタイミングにて燃料を噴射する吸気非同期噴射とを実行し、前記シングル噴射処理は、前記要求噴射量の燃料を前記吸気非

同期噴射によって噴射する、前記選択処理と、

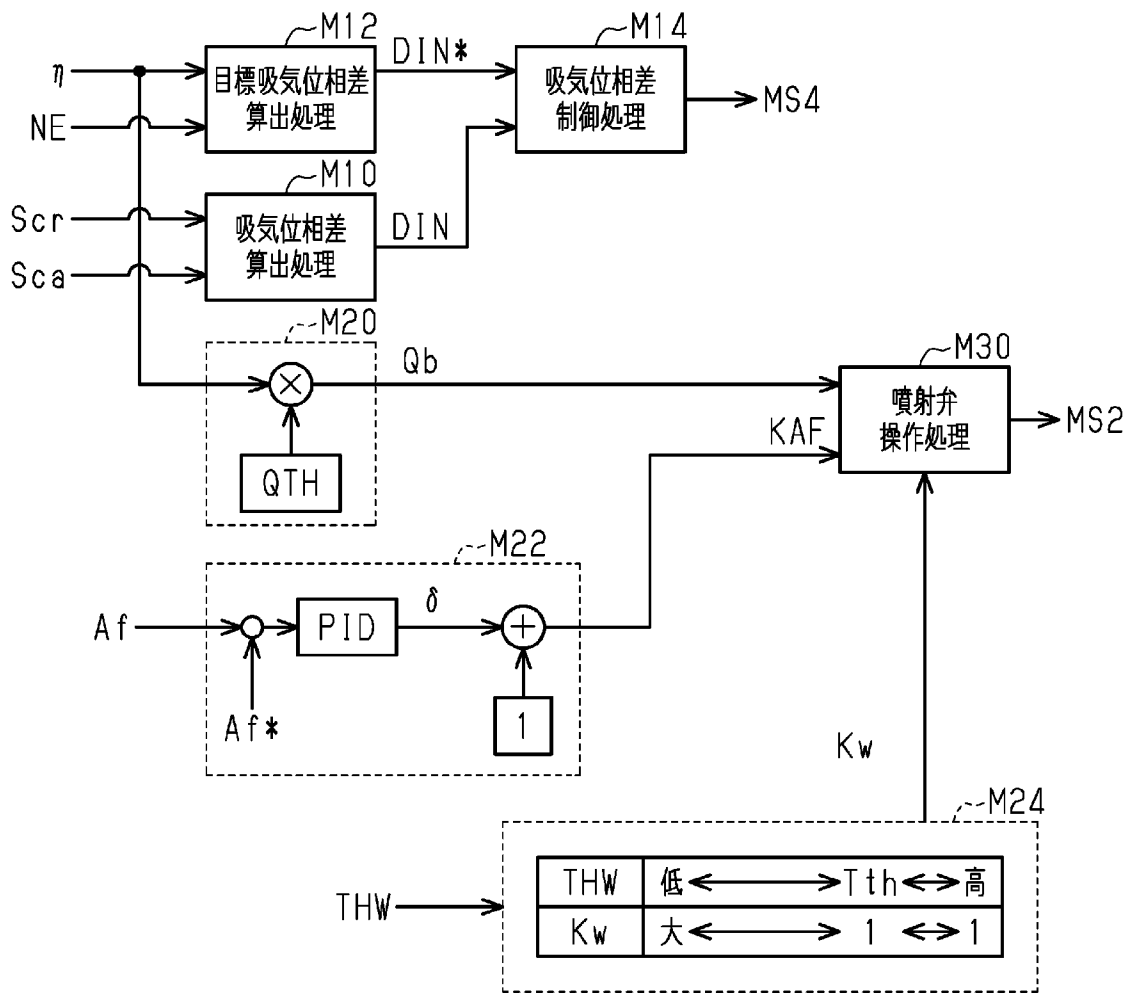
前記ポート噴射弁を操作することで、前記選択処理によって選択された処理を実行する操作処理と

を含み、

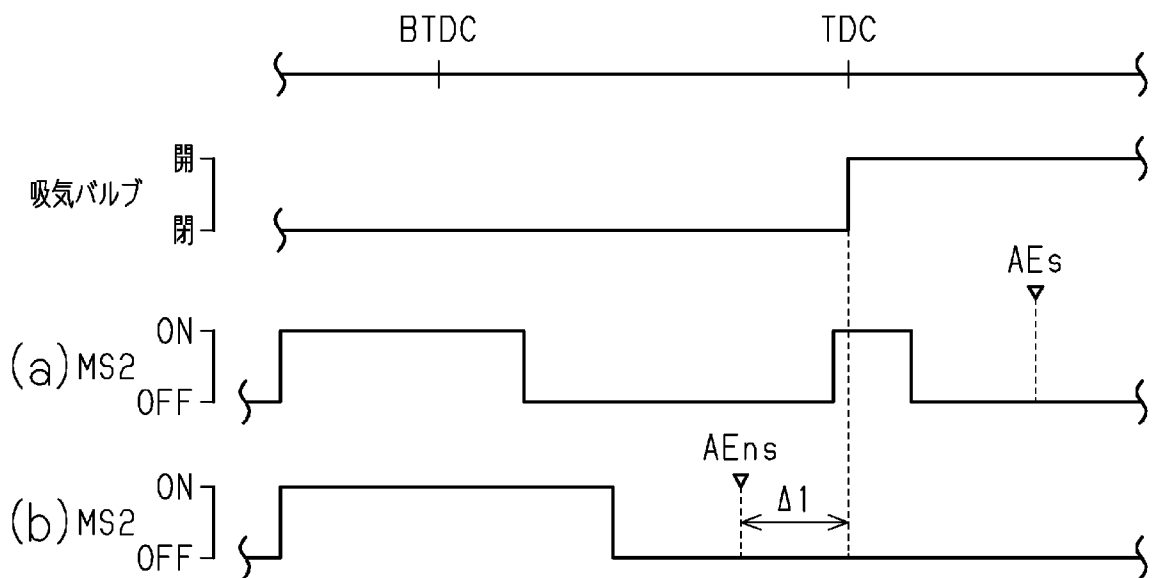
前記選択処理は、前記内燃機関の吸気系の温度が規定温度以上である場合、前記シングル噴射処理を選択する一方、前記吸気系の温度が前記規定温度未満である場合、前記マルチ噴射処理を選択する処理である、

非一時的なコンピュータ読取可能な記録媒体。

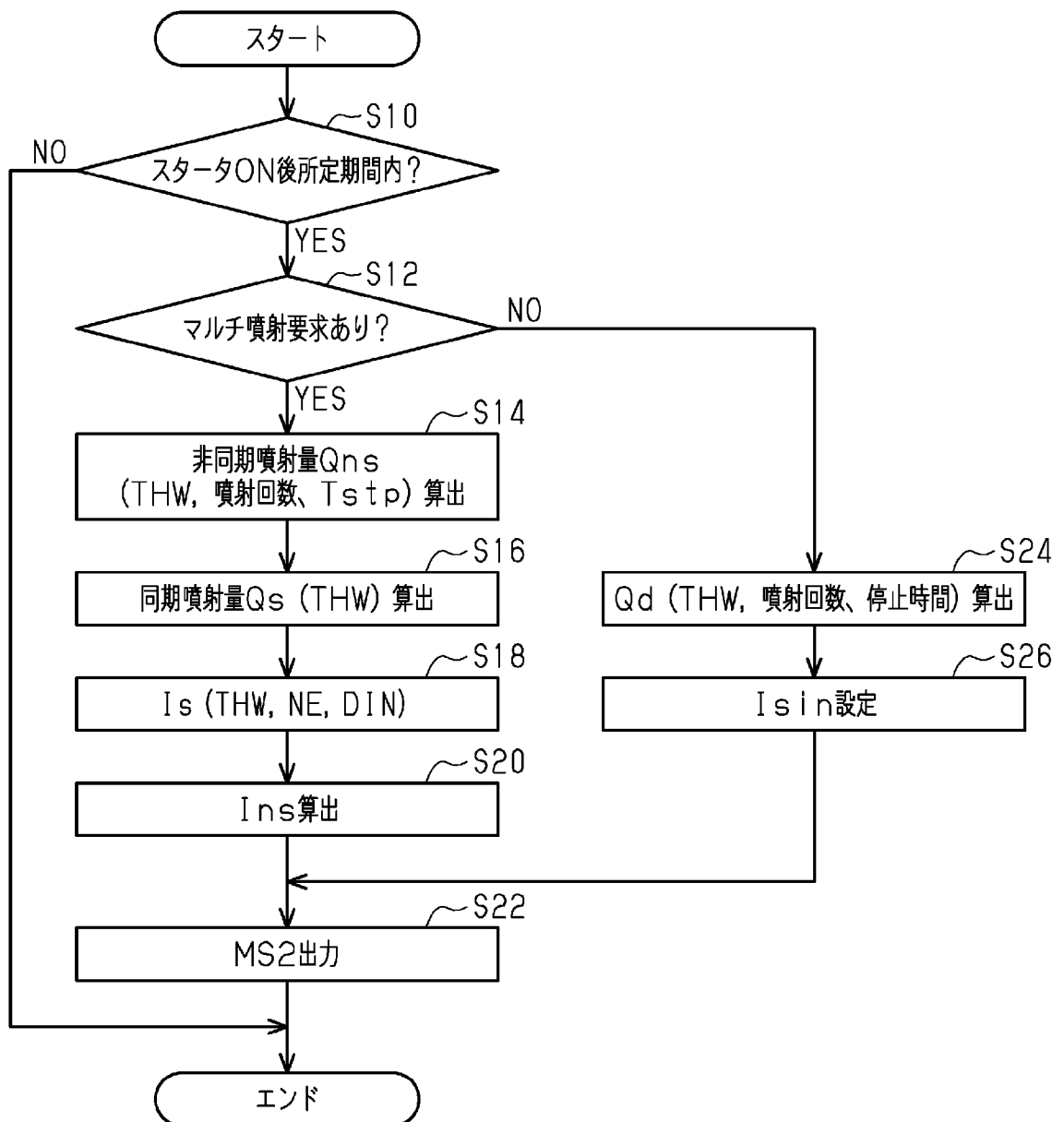
[図2]



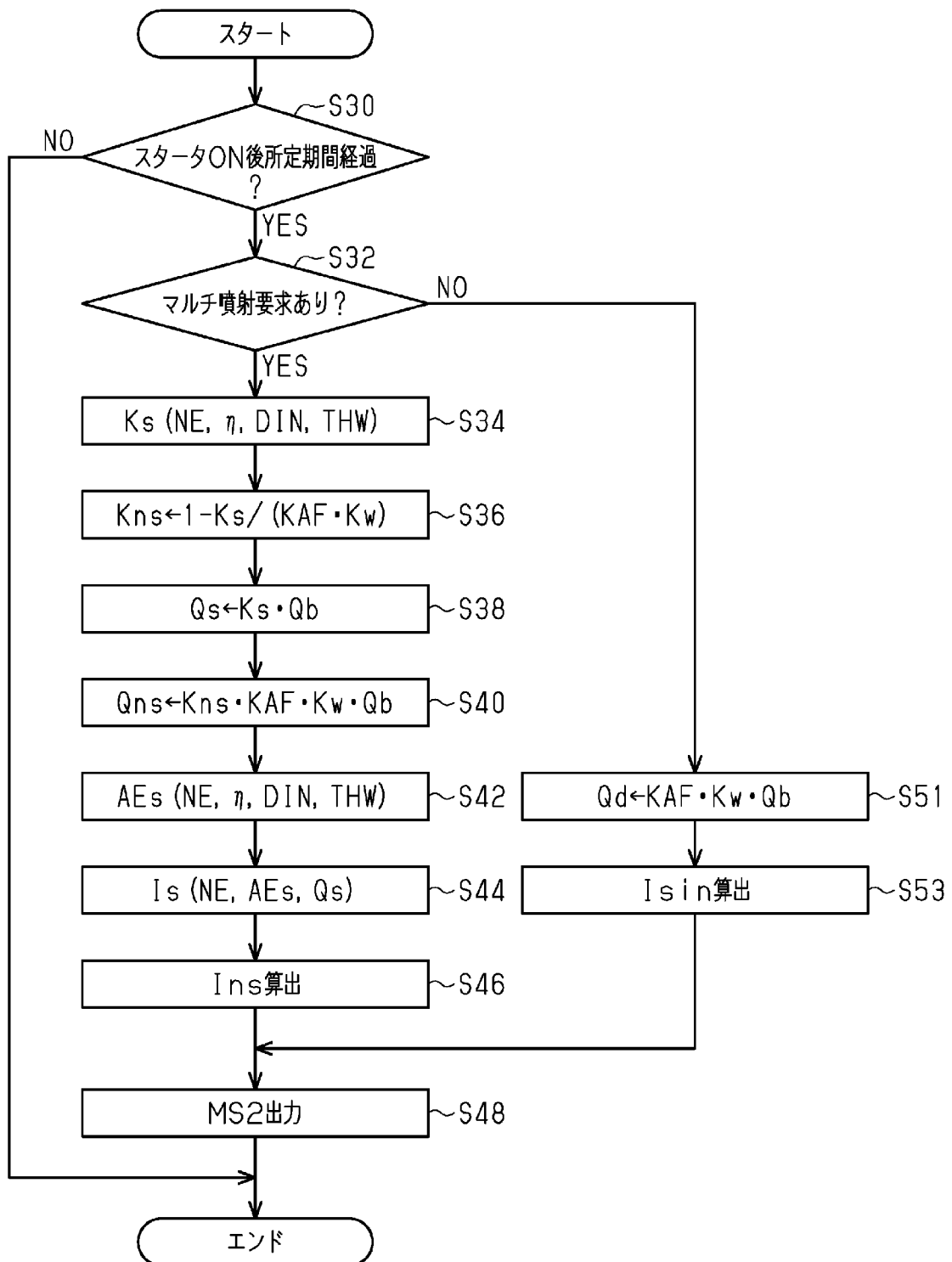
[図3]



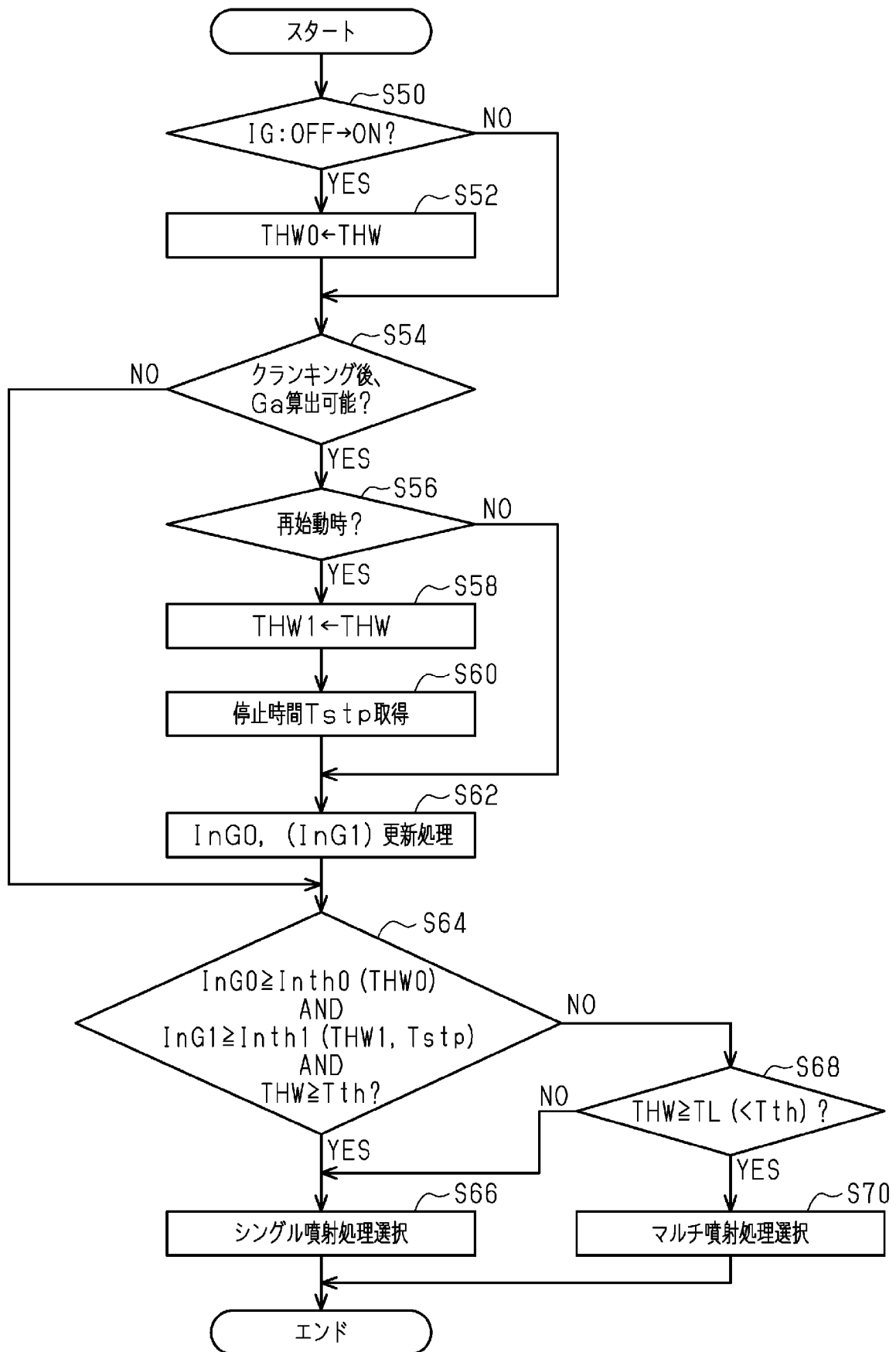
[図4]



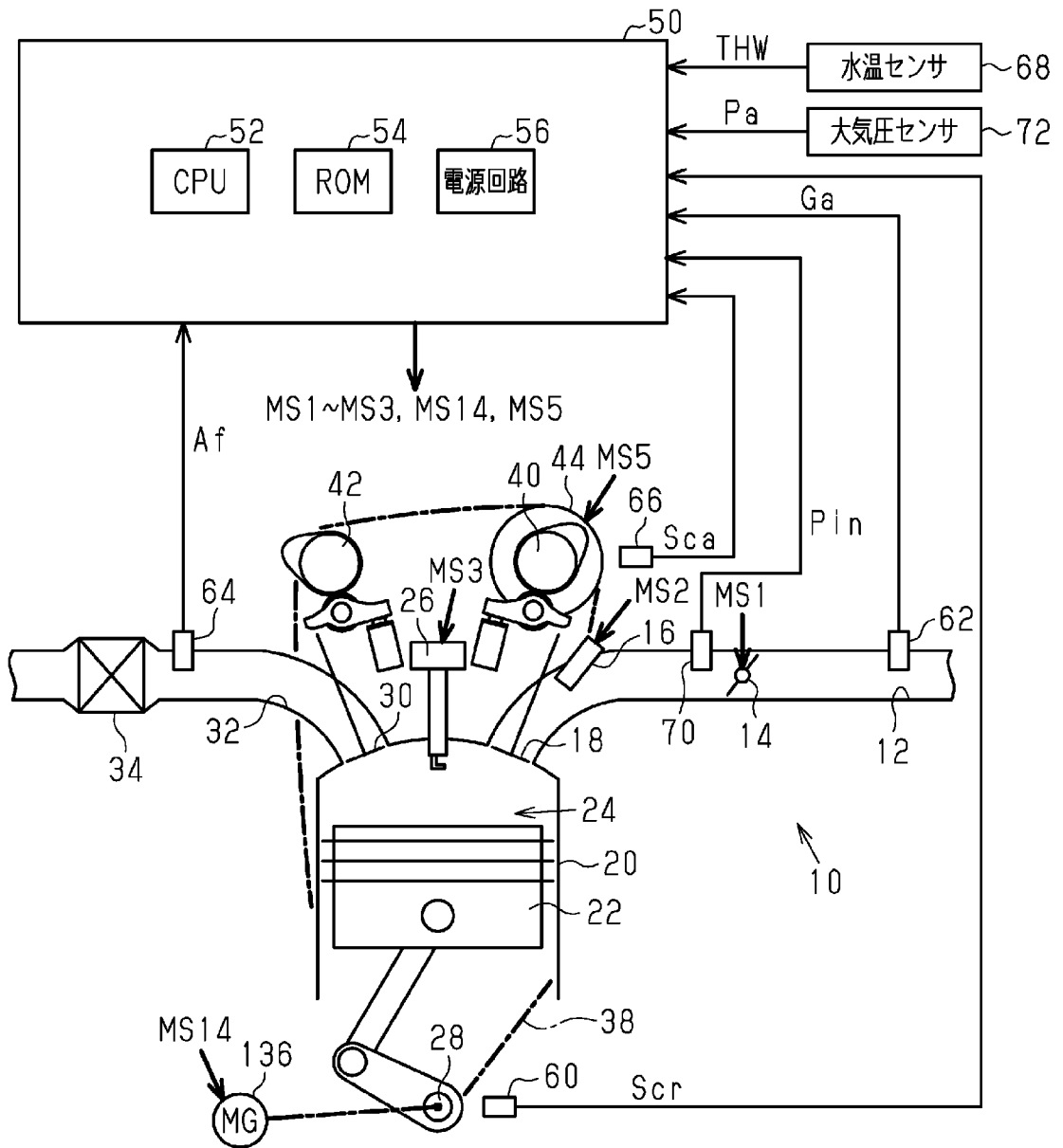
[図5]



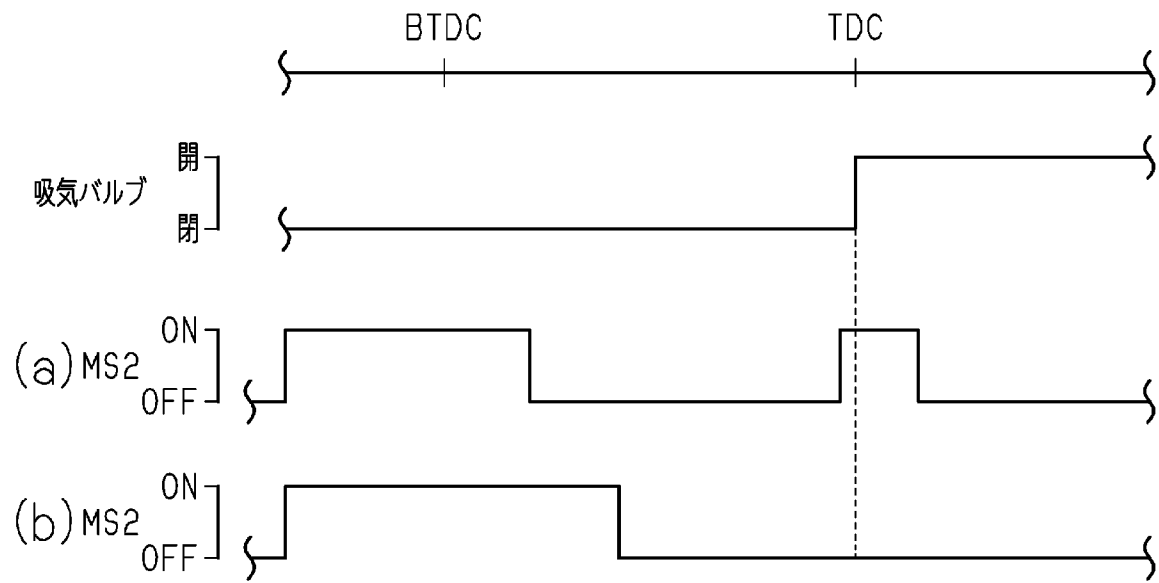
[図6]



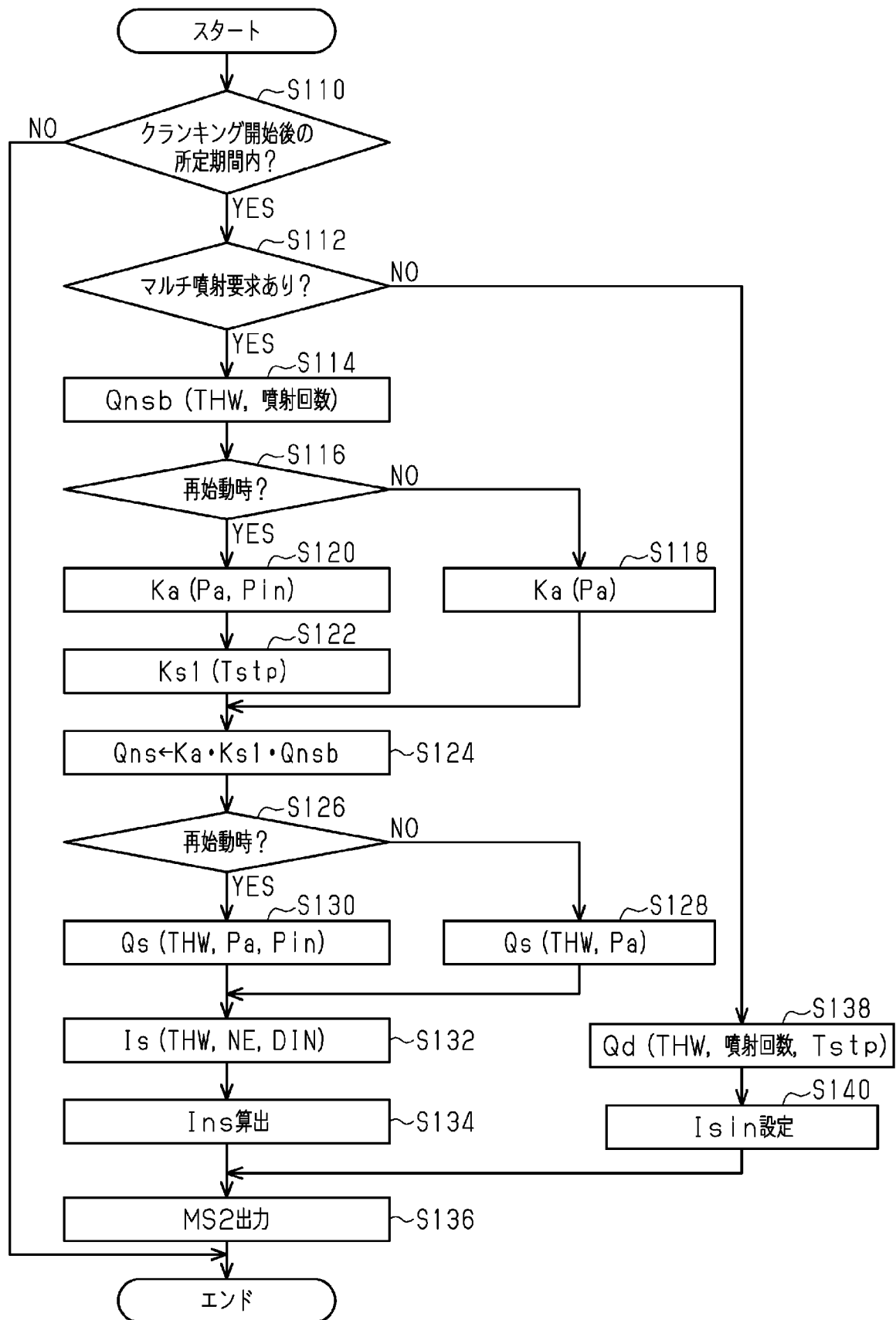
[図7]



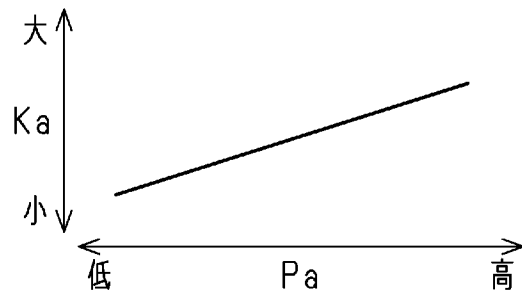
[図8]



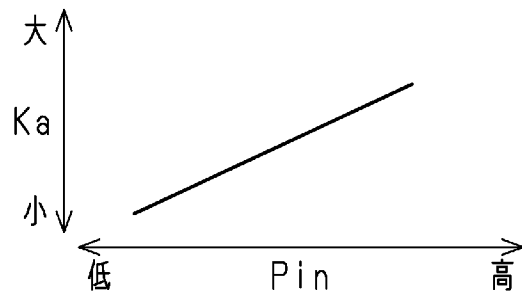
[図9]



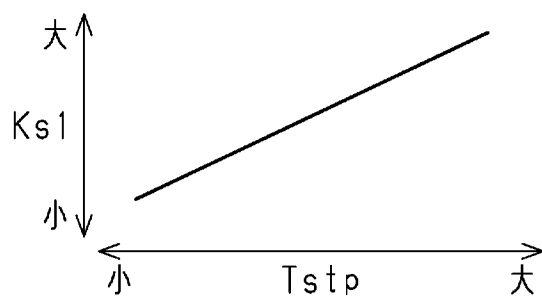
[图10A]



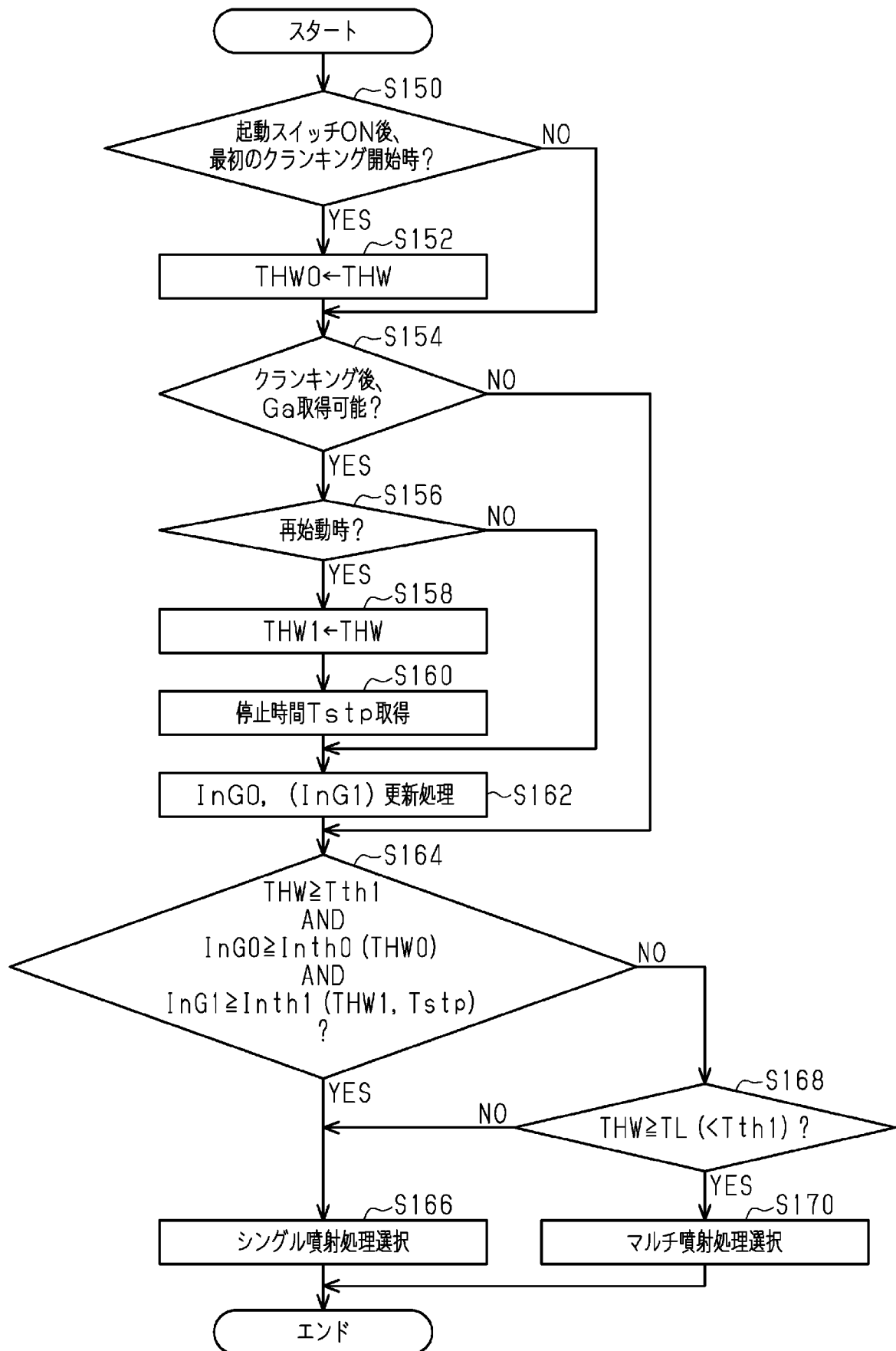
[图10B]



[图11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/031128

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F02D41/34 (2006.01) i, F02D41/04 (2006.01) i, F02D41/14 (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)

Int. Cl. F02D41/34, F02D41/04, F02D41/14

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A | JP 2012-136959 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 19 July 2012, paragraphs [0037], [0057]-[0074], fig. 3, 5 (Family: none) | 13 1-12, 14-15 |
| A | JP 2007-120325 A (ISUZU MOTORS LTD.) 17 May 2007, paragraphs [0017]-[0027] & US 2009/0235647 A1 & EP 1942263 A1, paragraphs [0017]-[0027] & CN 101292080 A | 1-15 |
| A | JP 2005-23850 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 27 January 2005, paragraph [0026] (Family: none) | 1-15 |

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 02.10.2018 | Date of mailing of the international search report 16.10.2018 |
|---|--|

| | |
|--|---|
| 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 REPORTInternational application No.
PCT/JP2018/031128

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 2015-59456 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 30 March 2015, paragraphs [0036]-[0040] (Family: none) | 1-15 |
| A | JP 6-330788 A (NIPPONDENSO CO., LTD.) 29 November 1994, fig. 10 (Family: none) | 1-15 |
| A | JP 60-132043 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 13 July 1985, fig. 5, 6 (Family: none) | 1-15 |

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F02D41/34(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D41/14(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. F02D41/34, F02D41/04, F02D41/14

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 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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 A | JP 2012-136959 A（トヨタ自動車株式会社）2012.07.19, [0037],[0057]-[0074], 図3, 図5（ファミリーなし） | 13 1-12, 14-15 |
| A | JP 2007-120325 A（いすゞ自動車株式会社）2007.05.17, [0017]-[0027] & US 2009/0235647 A1 & EP 1942263 A1, [0017]-[0027] & CN 101292080 A | 1-15 |

☑ 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 | の日の後に公表された文献 |
| 「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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」同一パテントファミリー文献 |
| 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| 国際調査を完了した日 02.10.2018 | 国際調査報告の発送日 16.10.2018 |
|--------------------------|--------------------------|

| | | | |
|--|---|----|------|
| 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） 田村 佳孝 電話番号 03-3581-1101 内線 3395 | 3Z | 3831 |
|--|---|----|------|

| 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 2005-23850 A (トヨタ自動車株式会社) 2005. 01. 27, [0026] (ファミリーなし) | 1-15 |
| A | JP 2015-59456 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015. 03. 30, [0036]-[0040] (ファミリーなし) | 1-15 |
| A | JP 6-330788 A (日本電装株式会社) 1994. 11. 29, 図 10 (ファミリーなし) | 1-15 |
| A | JP 60-132043 A (トヨタ自動車株式会社) 1985. 07. 13, 第 5 図, 第 6 図 (ファミリーなし) | 1-15 |