

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6274188号
(P6274188)

(45) 発行日 平成30年2月7日(2018.2.7)

(24) 登録日 平成30年1月19日(2018.1.19)

(51) Int. Cl. F I
FO2P 5/15 (2006.01) FO2P 5/15 E
FO2D 45/00 (2006.01) FO2D 45/00 368Z

請求項の数 7 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-222322 (P2015-222322)
 (22) 出願日 平成27年11月12日(2015.11.12)
 (65) 公開番号 特開2017-89549 (P2017-89549A)
 (43) 公開日 平成29年5月25日(2017.5.25)
 審査請求日 平成28年12月13日(2016.12.13)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (72) 発明者 武井 拓也
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
 審査官 山村 秀政

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の点火時期制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

クランク軸の互いに異なる複数の回転角度のそれぞれを示す被検出部が設けられた検出対象物と、前記被検出部を検出することによって前記クランク軸の回転角度を検出する回転角度センサと、を備える内燃機関に適用され、前記内燃機関の始動時において、点火時期の角度指令値を設定する角度指令値設定処理部と、前記内燃機関の点火装置を操作することによって、前記内燃機関の点火時期を前記角度指令値に応じて制御する操作処理部と、を備える内燃機関の点火時期制御装置において、

前記操作処理部は、前記回転角度センサによる前記被検出部の検出タイミングのうちの上死点よりも進角側の基準角度に対応する基準タイミングに対する前記クランク軸の回転角度が前記角度指令値となると想定されるタイミングの遅延時間を前記角度指令値に応じて設定する遅延時間設定処理部を備え、少なくとも前記角度指令値が前記検出タイミングに対応する回転角度のいずれにも一致しない場合、前記内燃機関の点火時期を前記基準タイミングから前記遅延時間が経過するタイミングに制御するものであり、

前記遅延時間設定処理部は、前記遅延時間を設定する以前における複数の前記検出タイミング間の時間間隔に基づき、当該遅延時間を設定するものであり、

前記内燃機関の始動時において、失火の有無を判定する失火判定処理部を備え、

前記角度指令値設定処理部は、前記失火が生じたことと判定されることを条件に、当該失火が検出された次の前記点火時期を定めるべく前記操作処理部に入力される前記角度指令値を、当該失火時の前記角度指令値よりも遅角側に位置する被検出部によって定まる回転角

10

20

度である遅角側角度に変更する変更処理部を備え、

前記操作処理部は、前記角度指令値が前記遅角側角度である場合、前記遅延時間設定処理部によって設定される遅延時間によらずに、前記遅角側角度の前記検出タイミングである遅角側検出タイミングに前記点火時期を制御するものである内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項 2】

前記内燃機関の燃料噴射弁から噴射される燃料の成分に起因した当該燃料の気化のしやすさである気化容易度が規定値未満であるか否かの情報である容易度情報を取得する容易度情報取得処理部を備え、

前記気化容易度は、前記規定値未満の場合には前記規定値以上の場合よりも気化しにくいことを示し、

前記角度指令値設定処理部は、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値未満であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定し、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値以上であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度に設定する請求項 1 記載の点火時期制御装置。

【請求項 3】

前記角度指令値設定処理部は、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値未満であって且つ、前記内燃機関の冷却水の温度が所定温度未満である場合に、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定し、前記気化容易度が前記規定値未満であって前記冷却水の温度が前記所定温度以上であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度に設定する請求項 2 記載の点火時期制御装置。

【請求項 4】

前記角度指令値設定処理部は、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定する場合、前記クランク軸の回転速度が高い場合に低い場合よりも前記上死点に対する進角量を大きくする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の点火時期制御装置。

【請求項 5】

前記クランク軸の回転速度が所定回転速度以上となることにより、始動の完了を判定する完了判定処理部を備え、

前記変更処理部は、前記クランク軸の回転速度が閾値速度以上の場合、前記失火判定処理部によって失火が生じたと判定されることに起因した前記遅角側に変更する処理を実行せず、

前記閾値速度は、前記所定回転速度よりも低い請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の点火時期制御装置。

【請求項 6】

前記検出タイミングは、前記基準角度に対して規定角度間隔だけ進角側の前記被検出部に対応する前記検出タイミングである進角側検出タイミングを含み、

前記遅延時間設定処理部は、前記進角側検出タイミングから前記基準タイミングまでの時間間隔である瞬時回転時間と、前記角度指令値と前記基準角度との角度間隔を前記規定角度間隔で除算した値との積を、前記遅延時間とするものである請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項 7】

前記失火判定処理部は、前記内燃機関のクランク軸の回転角度の検出値に基づき、失火の判定対象となる気筒における前記点火装置の放電に伴って前記クランク軸の回転速度が上昇すると想定される所定角度領域および前記上昇すると想定される以前の所定角度領域における平均回転速度の差に基づき、失火の有無を判定する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の点火時期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クランク軸の互いに異なる複数の回転角度のそれぞれを示す被検出部が設け

10

20

30

40

50

られた検出対象物と、前記被検出部を検出することによって前記クランク軸の回転角度を検出する回転角度センサと、を備える内燃機関に適用され、前記内燃機関の始動時において、点火時期の角度指令値を設定する角度指令値設定処理部と、前記内燃機関の点火装置を操作することによって、前記内燃機関の点火時期を前記角度指令値に応じて制御する操作処理部と、を備える内燃機関の点火時期制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば特許文献1には、内燃機関の始動時に気筒内の壁面に付着した燃料量が所定量以上である場合、点火時期をMBT (Minimum advance for the Best Torque) よりも進角させる装置が記載されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-13997号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、内燃機関の始動時においては、失火が生じることにより、回転速度が低下しやすい。そして、回転速度が低下すると、実際の点火時期が制御で意図した点火時期よりも過度に進角側となり、ピストンが上死点を越える前の筒内圧が過度に高くなることにより、内燃機関の回転を妨げるトルクがスタータトルクを上回り、スタータロックが生じるおそれがある。

20

【0005】

本発明は、そうした実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、点火時期の過度の進角によってスタータロックが生じることを抑制できるようにした内燃機関の点火時期制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下、上記課題を解決するための手段およびその作用効果について記載する。

1. クランク軸の互いに異なる複数の回転角度のそれぞれを示す被検出部が設けられた検出対象物と、前記被検出部を検出することによって前記クランク軸の回転角度を検出する回転角度センサと、を備える内燃機関に適用され、前記内燃機関の始動時において、点火時期の角度指令値を設定する角度指令値設定処理部と、前記内燃機関の点火装置を操作することによって、前記内燃機関の点火時期を前記角度指令値に応じて制御する操作処理部と、を備える内燃機関の点火時期制御装置において、前記操作処理部は、前記回転角度センサによる前記被検出部の検出タイミングのうちの上死点よりも進角側の基準角度に対応する基準タイミングに対する前記クランク軸の回転角度が前記角度指令値となると想定されるタイミングの遅延時間を前記角度指令値に応じて設定する遅延時間設定処理部を備え、少なくとも前記角度指令値が前記検出タイミングに対応する回転角度のいずれにも一致しない場合、前記内燃機関の点火時期を前記基準タイミングから前記遅延時間が経過するタイミングに制御するものであり、前記遅延時間設定処理部は、前記遅延時間を設定する以前における複数の前記検出タイミング間の時間間隔に基づき、当該遅延時間を設定するものであり、前記内燃機関の始動時において、失火の有無を判定する失火判定処理部を備え、前記角度指令値設定処理部は、前記失火が生じたと判定されることを条件に、当該失火が検出された次の前記点火時期を定めるべく前記操作処理部に入力される前記角度指令値を、当該失火時の前記角度指令値よりも遅角側に変更する変更処理部を備える。

30

40

【0007】

上記構成では、遅延時間設定処理部が、上死点よりも進角側の基準角度における被検出部の検出タイミングからの遅延時間を設定し、操作処理部が、同遅延時間が経過するタイミングに点火時期を制御する。ここで、遅延時間は、当該遅延時間の設定以前における検

50

出タイミング間の時間間隔に基づき設定される。この時間間隔は、クランク軸の回転速度を示すものである。したがって、遅延時間は、過去のクランク軸の回転速度に応じて設定されることとなる。

【 0 0 0 8 】

ところで、内燃機関の始動時においては、クランク軸の回転速度は、1度の失火によっても大きく低下する傾向がある。したがって、失火が生じることにより、基準タイミング以降における回転速度が大きく低下していく場合、遅延時間は、実際の回転速度を反映したものとならず、実際よりも高い回転速度にとって適切な値となる。この場合、遅延時間が経過したタイミングは、回転角度が角度指令値となるタイミングよりも過度に早くなるおそれがある。そして、その場合、点火時期が上死点に対して過度に進角されたタイミングとなり、ひいては、スタータロックが生じるおそれがある。

10

【 0 0 0 9 】

そこで上記構成では、失火判定処理部が失火が生じたと判定することを条件に、変更処理部によって、角度指令値を、失火時の角度指令値よりも遅角側に変更する。これにより、点火時期が上死点に対して過度に進角されたタイミングとなることを抑制することができ、ひいては、点火時期の過度の進角によってスタータロックが生じることを抑制できる。

【 0 0 1 0 】

2. 上記1記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記遅角側に変更する処理は、前記基準角度よりも遅角側に位置する被検出部によって定まる回転角度である遅角側角度に前記角度指令値を設定する処理であり、前記操作処理部は、前記角度指令値が前記遅角側角度である場合、前記遅延時間設定処理部によって設定される遅延時間によらずに、前記遅角側角度の前記検出タイミングである遅角側検出タイミングに前記点火時期を制御する。

20

【 0 0 1 1 】

上記構成では、遅角側に変更する処理を、基準タイミングよりも遅角側のタイミングである遅角側検出タイミングに点火時期を制御させる処理とするために、遅角側に変更する処理を実行する場合には、過去の回転速度に応じて設定される遅延時間に含まれる誤差の影響を受けることなく点火時期を設定することができる。このため、基準タイミングからの遅延時間に基づき点火時期を制御する場合と比較すると、遅角側に変更する処理が実行されるときに点火時期の制御性を高めることができる。

30

【 0 0 1 2 】

3. 上記2記載の点火時期制御装置において、前記内燃機関の燃料噴射弁から噴射される燃料の成分に起因した当該燃料の気化のしやすさである気化容易度が規定値未満であるか否かの情報である容易度情報を取得する容易度情報取得処理部を備え、前記気化容易度は、前記規定値未満の場合には前記規定値以上の場合よりも気化しにくいことを示し、前記角度指令値設定処理部は、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値未満であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定し、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値以上であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度に設定する。

40

【 0 0 1 3 】

気化容易度が規定値未満の燃料の場合、気化しにくいことに起因した着火性の低下を補償するうえでは、角度指令値を進角側に設定することが有効である。こうした観点から、上記構成では、気化容易度が規定値未満であることを条件に、角度指令値を遅角側角度よりも進角側とする。その一方、気化容易度が規定値以上である場合には、角度指令値を遅角側角度に設定する。したがって、気化しやすい燃料の場合には、角度指令値を遅角側角度とすることにより、スタータロックが生じる可能性を極力低減することができる。

【 0 0 1 4 】

4. 上記3記載の点火時期制御装置において、前記角度指令値設定処理部は、前記容易度情報に基づく前記気化容易度が前記規定値未満であって且つ、前記内燃機関の冷却水の

50

温度が所定温度未満である場合に、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定し、前記気化容易度が前記規定値未満であっても前記冷却水の温度が前記所定温度以上であることを条件に、前記角度指令値を前記遅角側角度に設定する。

【 0 0 1 5 】

冷却水の温度が所定温度以上である場合、燃料噴射弁から噴射された燃料の気化が促進される。このため、上記構成では、気化容易度が規定値未満であっても且つ、内燃機関の冷却水の温度が所定温度未満である場合に、角度指令値を遅角側角度よりも進角側とする。そして、燃料が気化しやすい状態にあること条件に、角度指令値を遅角側角度とすることにより、スタータロックが生じる可能性を極力低減することができる。

【 0 0 1 6 】

5. 上記2～4のいずれか1項に記載の点火時期制御装置において、前記角度指令値設定処理部は、前記角度指令値を前記遅角側角度よりも進角側に設定する場合、前記クランク軸の回転速度が高い場合に低い場合よりも前記上死点に対する進角量を大きくする。

【 0 0 1 7 】

回転速度が高い場合には低い場合よりも、所定の回転量だけ回転するのに要する時間が短くなるため、火炎が十分に伝搬する際の回転量は大きくなる。したがって、回転速度が高い場合には低い場合よりも角度指令値をより進角側にしてもスタータロックが生じるリスクは低下する。ただし、回転速度が高い場合に角度指令値をより進角側に設定する場合、失火が生じると、角度指令値を設定した際の回転速度より点火時期における回転速度の方が過度に低くなるおそれがある。そしてその場合、角度指令値が回転速度が低い割りに進角側となる。したがって、上記構成では、失火が生じた場合に実際の点火時期が過度に進角側となりやすいため、上記変更処理部の利用価値が特に大きい。

【 0 0 1 8 】

6. 上記3～5のいずれか1項に記載の点火時期制御装置において、前記クランク軸の回転速度が所定回転速度以上となることにより、始動の完了を判定する完了判定処理部を備え、前記変更処理部は、前記クランク軸の回転速度が閾値速度以上の場合、前記失火判定処理部によって失火が生じたことと判定されることに起因した前記遅角側に変更する処理を実行せず、前記閾値速度は、前記所定回転速度よりも低い。

【 0 0 1 9 】

回転速度が高い場合には、低い場合と比較して、失火による回転速度の低下量が小さく、また点火時期が進角側となってもスタータロックが生じにくくなる。このため、上記構成では、回転速度が閾値速度以上である場合、失火が生じたことと判定されることに起因して遅角側に変更する処理を実行しないこととした。これにより、点火時期を極力進角側とすることができる。

【 0 0 2 0 】

7. 上記1～6のいずれか1つに記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記検出タイミングは、前記基準角度に対して規定角度間隔だけ進角側の前記被検出部に対応する前記検出タイミングである進角側検出タイミングを含み、前記遅延時間設定処理部は、前記進角側検出タイミングから前記基準タイミングまでの時間間隔である瞬時回転時間と、前記角度指令値と前記基準角度との角度間隔を前記規定角度間隔で除算した値との積を、前記遅延時間とするものである。

【 0 0 2 1 】

上記構成では、基準角度から角度指令値まで回転する回転速度を、進角側検出タイミングから基準タイミングまでの回転速度の平均値に等しいと見なすことにより、上記積によって上記遅延時間を設定する。すなわち、等しいと見なすなら、基準角度から角度指令値まで回転するのに要する時間と、上記瞬時回転時間との比は、基準角度から角度指令値までの角度間隔と規定角度間隔との比となると考えられるため、上記積によって遅延時間を設定することができる。

【 0 0 2 2 】

しかしその場合、失火によって基準角度から角度指令値までの角度領域の回転速度が大

10

20

30

40

50

きく低下する場合には、遅延時間経過時の回転角度が角度指令値よりも過度に進角側に位置することとなるおそれがある。このため、上記変更処理部の利用価値が特に大きい。

【0023】

8. 上記1～7のいずれか1つに記載の内燃機関の点火時期制御装置において、前記失火判定処理部は、前記内燃機関のクランク軸の回転角度の検出値に基づき、失火の判定対象となる気筒における前記点火装置の放電に伴って前記クランク軸の回転速度が上昇すると想定される所定角度領域および前記上昇すると想定される以前の所定角度領域における平均回転速度の差に基づき、失火の有無を判定する。

【0024】

失火が生じていない場合には、上昇すると想定される以前の所定角度領域における平均回転速度よりも上昇すると想定される所定角度領域における平均回転速度の方が高くなると考えられる。一方、失火が生じた場合には、上昇すると想定される以前の所定角度領域における平均回転速度よりも上昇すると想定される所定角度領域における平均回転速度の方が低くなると考えられる。失火判定処理部は、この点に着目して失火の有無を判定する。

10

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】内燃機関の点火時期制御装置にかかる一実施形態および内燃機関を示す図。

【図2】同実施形態にかかる制御装置が実行する処理の一部を示すブロック図。

【図3】(a)および(b)は、同実施形態にかかるクランク角の検出信号の推移を示すタイムチャート。

20

【図4】同実施形態にかかる点火時期制御処理部が実行する処理を示す流れ図。

【図5】同実施形態にかかる角度指令値の算出処理を示す流れ図。

【図6】同実施形態にかかるガード値の算出処理を示す流れ図。

【図7】(a)～(c)は、同実施形態にかかる始動時の点火時期の設定例を示すタイムチャート。

【図8】(a)～(c)は、同実施形態にかかる繰り返し始動時の点火時期の設定例を示すタイムチャート。

【発明を実施するための形態】

【0026】

30

以下、内燃機関の点火時期制御装置にかかる一実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図1に示す内燃機関10は、4気筒を有する。内燃機関10は、走行のための動力を車両の駆動輪に付与する車載原動機である。同車両は、駆動輪に動力を付与する車載原動機として内燃機関10のみを備えるものである。図1に示すように、内燃機関10の吸気通路12には、燃料噴射弁14が設けられている。吸気通路12に吸入された空気と燃料噴射弁14によって噴射された燃料との混合気は、吸気バルブ16の開動作によって、シリンダ18およびピストン20によって区画された燃焼室22に吸入される。燃焼室22には、点火装置24の点火プラグ24aが設けられている。点火プラグ24aの両電極間を流れる放電電流によって、燃焼室22内の混合気が燃焼すると、燃焼エネルギーは、ピストン20を介してクランク軸26の回転エネルギーに変換される。そして、燃焼に供された混合気は、排気バルブ40の開動作に伴って、排気として排気通路42に排出される。

40

【0027】

クランク軸26には、クランク軸26に回転力を付与する電子制御式のスタータモータ28が連結されている。また、クランク軸26には、クランク軸26の複数の回転角度のそれぞれを示す歯部32が設けられたタイミングロータ30が結合されている。タイミングロータ30には、基本的には、10°CA間隔で歯部32が設けられているものの、隣接する歯部32間の間隔が30°CAとなる箇所である欠け歯部34が1箇所設けられている。これは、クランク軸26の基準となる回転角度を示すためのものである。

【0028】

50

燃料タンク 50 には、燃料噴射弁 14 から噴射される燃料 52 が貯蔵されている。燃料 52 は、ガソリン燃料とアルコール燃料とが所定の割合で混合された燃料である。ただし、ここでの割合は、たとえばアルコール燃料の割合がゼロであるというように、一方の燃料の割合がゼロである場合を含む。

【0029】

点火時期制御装置（制御装置 60）は、内燃機関 10 の制御量（排気成分、トルク）を制御すべく、燃料噴射弁 14 や、点火装置 24、スタータモータ 28 等の各種アクチュエータを操作する。すなわち、燃料噴射弁 14 に操作信号 MSq を出力して燃料噴射弁 14 を操作し、点火装置 24 に操作信号 MSi を出力して点火装置 24 を操作し、スタータモータ 28 に操作信号 MSs を出力してスタータモータ 28 を操作する。制御装置 60 は、
10 制御量の制御に際して、クランク軸 26 の回転角度を検出する回転角度センサ 70 の出力（第 1 検出信号 Sd1）や、水温センサ 72 によって検出される内燃機関 10 の冷却水の温度（水温 THW）、排気の成分に基づき燃焼室 22 において燃焼に供される混合気の空燃比を検出する空燃比センサ 74 の出力信号 VAF を取り込む。制御装置 60 は、中央処理装置（CPU 62）およびメモリ 64 を備えている。

【0030】

図 2 に、メモリ 64 に記憶されたプログラムを CPU 62 が実行することにより実現される処理の一部を、処理の種類毎に示す。

空燃比フィードバック処理部 M10 は、空燃比センサ 74 の出力信号 VAF に基づき、燃焼室 22 における混合気の空燃比を目標空燃比にフィードバック制御するための操作量
20 として、補正係数 KAF を算出して出力する。補正係数 KAF の算出は、出力信号 VAF の値と目標空燃比に応じた出力値との差に基づき実行される。補正係数 KAF は、燃料噴射弁 14 から噴射される燃料量のベース値に対する補正係数であり、補正係数 KAF が大きいほど、噴射される燃料量が増加補正される。補正係数 KAF は、上記操作信号 MSq を生成する噴射量制御器や、アルコール濃度推定処理部 M12 に取り込まれる。

【0031】

アルコール濃度推定処理部 M12 は、目標空燃比が理論空燃比に設定されているときの補正係数 KAF に基づき、燃料 52 中のアルコール濃度 Ca を算出して出力する。ここでは、補正係数 KAF が大きいほど、アルコール濃度 Ca を高い値に算出する。なお、アルコール濃度推定処理部 M12 は、補正係数 KAF が入力されない時などにおいては、以前
30 に算出したアルコール濃度 Ca を保持し、保持しているアルコール濃度 Ca を燃料噴射弁 14 から現在噴射されている燃料 52 のアルコール濃度として出力する。

【0032】

検出信号生成処理部 M14 は、回転角度センサ 70 が出力する第 1 検出信号 Sd1 に基づき第 2 検出信号 Sd2 を生成して出力する。

図 3（a）に、第 1 検出信号 Sd1 の推移を示し、図 3（b）に第 2 検出信号 Sd2 の推移を示す。図 3 に示すように、第 1 検出信号 Sd1 は、10°CA 毎に周期的に出現するパルス信号であるのに対し、第 2 検出信号 Sd2 は、第 1 検出信号 Sd1 のパルス信号を間引きし、30°CA 毎に出現するパルス信号となっている。詳しくは、第 2 検出信号 Sd2 は、第 1 検出信号 Sd1 の 30°CA 毎のパルス信号の立ち下りエッジを示す信号
40 である。また、第 2 検出信号 Sd2 は、欠け歯部 34 を挟む一对の歯部 32 のそれぞれに対応した第 1 検出信号 Sd1 の立ち下りエッジを示すパルス信号を含む。第 2 検出信号 Sd2 のパルス信号が生じるタイミングは、回転角度センサ 70 による歯部 32 の検出タイミングとして、点火時期の制御に利用される。なお、図 3 に記載したいくつかの記号については、後の説明に利用する。

【0033】

図 2 に戻り、瞬時回転時間算出処理部 M16 は、第 2 検出信号 Sd2 の隣接する一对のパルス間の間隔である 30°CA の回転に要する時間である瞬時回転時間 T30 を都度算出する。回転速度算出処理部 M18 は、360°CA 分の瞬時回転時間 T30 に基づき、
50 回転速度 NE を算出する。

【 0 0 3 4 】

点火制御処理部 M 2 0 は、アルコール濃度 C a、第 2 検出信号 S d 2、瞬時回転時間 T 3 0、回転速度 N E、および水温 T H W に基づき、点火時期を制御するために操作信号 M S i を算出して、点火装置 2 4 に出力する。

【 0 0 3 5 】

図 4 に、点火制御処理部 M 2 0 が実行する処理の手順を示す。この処理は、各気筒の「 $90 + \text{ }^\circ \text{BTDC}$ 」となるタイミングである図 3 に示したセットタイミング $t(\text{set})$ となる毎に、繰り返し実行される。なお、以下では便宜上、主体を CPU 6 2 として記載する。

【 0 0 3 6 】

この一連の処理において、CPU 6 2 は、まず始動時であるか否かを判定する (S 1 0)。ここで、始動完了とは、回転速度 N E が所定回転速度 $N E c$ 以上となることとする。すなわち、CPU 6 2 は、スタータモータ 2 8 を起動しクランク軸 2 6 を回転させ始めたときから内燃機関 1 0 における燃料 5 2 の燃焼によって回転速度 N E が所定回転速度 $N E c$ に達する直前までの期間である場合、始動時と判定する。なお、CPU 6 2 は、始動の間、スタータモータ 2 8 を駆動し続ける。また、本実施形態において、所定回転速度 $N E c$ は、アイドル回転速度制御の目標回転速度の 7 ~ 8 割程度の速度以上に設定される。

【 0 0 3 7 】

CPU 6 2 は、始動時ではないと判定する場合 (S 1 0 : N O)、始動後の点火時期の制御を実行する (S 1 2)。これは、たとえば、トルクの発生効率が最大となる点火時期である M B T に、実際の点火時期を極力近づける制御とすればよい。具体的には、たとえば、M B T と、ノッキングの発生を回避可能な点火時期の進角限界であるトレースノック点火時期との 2 つの点火時期のうち遅角側の時期に制御する処理とすればよい。ただし、始動完了判定時に、駆動輪へのトルクが要求されない場合にはアイドル回転速度制御を実行するため、回転速度 N E を、アイドル回転速度制御の目標回転速度に制御するための操作量として点火時期を操作してもよい。

【 0 0 3 8 】

一方、CPU 6 2 は、始動時であると判定する場合 (S 1 0 : Y E S)、アルコール濃度 C a を取得する (S 1 4)。次に、CPU 6 2 は、水温 T H W を取得する (S 1 6)。次に、CPU 6 2 は、クランク軸 2 6 の回転角度によって特定された点火時期の指令値 (角度指令値 $a o p$) を算出する (S 1 8)。

【 0 0 3 9 】

図 5 に、角度指令値 $a o p$ の算出処理の手順を示す。なお、本実施形態において、角度指令値 $a o p$ は、上死点からの進角量を定める。

すなわち、CPU 6 2 は、現在の水温 T H W と内燃機関 1 0 の前回の停止時における水温 T H W との差の絶対値が規定値 $t h$ よりも小さいか否かを判定する。この処理は、内燃機関 1 0 の停止から今回の始動までの時間が短く、シリンダ 1 8 の内壁面の温度がある程度高くなっており、燃料噴射弁 1 4 から噴射された燃料 5 2 の気化が促進されるか否かを判定するためのものである。規定値 $t h$ は、内燃機関 1 0 の停止時間が、シリンダ 1 8 の内壁面の温度が前回の内燃機関 1 0 の稼働時の温度からあまり低下しない時間である場合の水温 T H W の低下量の絶対値の上限値に基づき設定される。なお、停止時の水温 T H W は、たとえば車両の起動スイッチがオフとなることにより、制御装置 6 0 の電源がオフとされるのに先立って、CPU 6 2 によって実行される後処理によって、メモリ 6 4 に記憶されるものとする。

【 0 0 4 0 】

そして、CPU 6 2 は、規定値 $t h$ よりも小さいと判定する場合 (S 4 0 : Y E S)、内燃機関 1 0 の停止から今回の始動までの時間が短く、シリンダ 1 8 の内壁面の温度がある程度高くなっていると見なして、角度指令値 $a o p$ を進角量が小さい (たとえば $2 \sim 8 \text{ }^\circ \text{CA}$) 遅角側角度 とする (S 4 4)。遅角側角度 は、図 3 に示すように、第 2 検出信号 S d 2 のパルス信号に対応する回転角度に設定されている。この設定の前提として

10

20

30

40

50

、本実施形態では、各気筒の上死点よりも遅角側角度 θ だけ進角した回転角度に歯部 32 が配置されている。

【0041】

一方、CPU62は、規定値 t_h 以上であると判定する場合 (S40:NO)、アルコール濃度 C_a および水温 T_{HW} に基づき、角度指令値 a_{op} をマップ演算する (S42)。図5には、マップ演算に用いるマップデータを記載している。マップデータは、メモリ64に予め記憶されているものであり、図5に示すように、マップデータは、アルコール濃度 C_a および水温 T_{HW} のそれぞれが、離散的な複数の値のいずれかとなるときの、角度指令値 a_{op} を定めたものである。

【0042】

特に、本実施形態では、水温 T_{HW} が所定温度 $T_{HW t_h}$ 以上である場合やアルコール濃度 C_a が規定濃度 $C_{a t_h}$ 以下の場合には、角度指令値 a_{op} を上記遅角側角度 θ とする。また、水温 T_{HW} が所定温度 $T_{HW t_h}$ 未満の特定の温度 $T_{HW 1}$ 以下であって且つ、アルコール濃度 C_a が規定濃度 $C_{a t_h}$ よりも高い特定の濃度 $C_{a 1}$ 以上である場合に、角度指令値 a_{op} を遅角側角度 θ よりも大きい所定値 θ_1 とする。これは、水温 T_{HW} が所定温度 $T_{HW t_h}$ 未満の領域においては、アルコール濃度 C_a が高い場合に低い場合よりも、燃料52の着火性が低くなることに鑑みたものである。すなわち、アルコール燃料は、ガソリン燃料と比較して気化しにくいと、着火性が低い。そして、着火性が低い場合、火炎が燃焼室22の全体に十分に広がるまでに要する時間が長くなることから、点火時期をより進角側に設定する。ちなみに、水温 T_{HW} が所定温度 $T_{HW t_h}$ 以上である場合等に、角度指令値 a_{op} を、所定値 θ_1 よりも遅角側の遅角側角度 θ_2 とする理由は、スタータロックが生じる事態を抑制するためである。すなわち、内燃機関10の始動時において上死点よりも進角側に点火時期を設定する場合、上死点よりも前に、燃焼室22内の容積を拡大するようにピストン20を変位させる力がピストン20に働き、ひいてはクランク軸26の回転を阻止するトルクとなるおそれがある。ちなみに、所定値 θ_1 は、「 $\theta + 30^\circ \text{ BTDC}$ 」と「 $\theta_1^\circ \text{ BTDC}$ 」との間の値に設定されている。

【0043】

CPU62は、アルコール濃度 C_a および水温 T_{HW} が、マップデータの入力変数の複数の組み合わせのいずれかに一致する場合、対応する出力変数の値を角度指令値 a_{op} とする。これに対し、CPU62は、アルコール濃度 C_a および水温 T_{HW} が、マップデータの入力変数の複数の組み合わせのいずれにも一致しない場合、補間演算によって角度指令値 a_{op} を算出する。すなわち、CPU62は、たとえば、水温 T_{HW} が所定温度 $T_{HW t_h}$ 未満であって上記特定の温度 $T_{HW 1}$ より高くして且つ、アルコール濃度 C_a が規定濃度 $C_{a t_h}$ よりも高くして上記特定の濃度 $C_{a 1}$ よりも低い場合、遅角側角度 θ と所定値 θ_1 との補間演算を行う。

【0044】

なお、CPU62は、ステップS42, S44の処理が完了する場合、図4のステップS18の処理を一旦終了する。

図4に戻り、CPU62は、角度指令値 a_{op} のガード値 G_{aop} を算出する (S20)。そして、CPU62は、ステップS18においてマップ演算された角度指令値 a_{op} がガード値 G_{aop} よりも大きいと判定する場合 (S22:NO)、角度指令値 a_{op} をガード値 G_{aop} とする (S24)。そして、CPU62は、マップ演算された角度指令値 a_{op} がガード値 G_{aop} 以下であると判定する場合 (S22:YES) や、ステップS24の処理が完了する場合には、角度指令値 a_{op} が遅角側角度 θ であるか否かを判定する (S26)。この処理は、点火時期を、第2検出信号 S_{d2} の特定のパルスの出力タイミングに制御するか否かを判定するためのものである。

【0045】

そして、CPU62は、角度指令値 a_{op} が遅角側角度 θ であると判定する場合 (S26:YES)、第2検出信号 S_{d2} が遅角側検出タイミング $t(stan2)$ を示すか否かを判定する (S28)。ここで、遅角側検出タイミング $t(stan2)$ は、図3に示

10

20

30

40

50

すように、第2検出信号S d 2に基づく検出タイミングのうち遅角側角度 となるタイミングである。そして、CPU 6 2は、遅角側検出タイミング $t(stan2)$ であると判定する場合(S 2 8 : Y E S)、操作信号M S iによって点火指令を出力する(S 3 0)。なお、点火指令は、たとえば点火装置2 4がフライバック方式である場合、点火コイルへの通電の停止指令となる。ちなみに、フライバック方式の場合、点火コイルへの通電開始指令は、角度指令値a o pよりも進角側に適宜設定される。

【0 0 4 6】

これに対し、CPU 6 2は、角度指令値a o pが遅角側角度 ではないと判定する場合(S 2 6 : N O)、第2検出信号S d 2が基準タイミング $t(stan1)$ を示すか否かを判定する(S 3 2)。ここで、基準タイミング $t(stan1)$ は、図3に示すように、検出タイミングのうち、基準角度 $ref(= +30^\circ BTDC)$ に対応するタイミングである。そして、CPU 6 2は、基準タイミング $t(stan1)$ となるまで待機し(S 3 2 : N O)、基準タイミング $t(stan1)$ であると判定する場合(S 3 2)、基準タイミング $t(stan1)$ に対する遅延時間T i gを設定する(S 3 4)。遅延時間T i gは、角度指令値a o pにて指定された点火時期を、基準タイミング $t(stan1)$ からの経過時間によって表現するパラメータである。

10

【0 0 4 7】

CPU 6 2は、遅延時間T i gを、以下の式(c 1)にて算出して設定する。

$$T i g = T r e f \cdot \{ (30 - a o p +) / 30 \} \dots (c 1)$$

上記の式(c 1)において、瞬時回転時間T r e fは、図2に示した瞬時回転時間算出処理部M 1 6が算出する瞬時回転時間T 3 0のうち、図3に示す基準タイミング $t(stan1)$ 直前の時間である。上記の式(c 1)では、基準タイミング $t(stan1)$ 以降のクランク軸2 6の回転速度を、基準角度 ref までの $30^\circ CA$ の角度間隔における回転速度の平均値に等しいと見なす近似を用いている。すなわち、その場合、遅延時間T i gは、基準角度 ref から角度指令値a o pにて指定される回転角度までの回転角度間隔と $30^\circ CA$ との比「 $(30 - a o p +) / 30$ 」に、瞬時回転時間T r e fを乗算したものとなる。

20

【0 0 4 8】

そして、CPU 6 2は、基準タイミング $t(stan1)$ からの経過時間が遅延時間T i gとなるまで待機し(S 3 6 : N O)、遅延時間T i gとなると(S 3 6 : Y E S)、操作信号M S iによって点火指令を出力する(S 3 0)。

30

【0 0 4 9】

なお、CPU 6 2は、ステップS 1 2 , S 3 0の処理が完了する場合、この一連の処理を一旦終了する。

図6に、ステップS 2 0の処理の詳細を示す。

【0 0 5 0】

この一連の処理において、CPU 6 2は、まず、1つ前の点火時期における点火装置2 4の放電に伴って回転速度が上昇すると想定される以前の所定角度領域の瞬時回転時間T aから上昇すると想定される所定回転角度領域の瞬時回転時間T bを減算した値が、閾値T t hよりも小さいか否かを判定する(S 5 0)。この処理は、1つ前の点火時期における点火によっては火炎が混合気全体に行き渡らず、ほとんどトルクを生成しない状態(失火)が生じたか否かを判定するためのものである。

40

【0 0 5 1】

ここで、失火の有無の判定対象となる気筒を基準とすると、上昇すると想定される以前の所定角度領域は、図3に示す「 $^\circ BTDC$ 」から「 $30 - ^\circ ATDC$ 」までの角度領域であり、上昇すると想定される所定角度領域は、「 $60 - ^\circ ATDC$ 」から「 $90 - ^\circ ATDC$ 」までの角度領域である。失火が生じていない場合、回転速度が上昇するため、瞬時回転時間T bは瞬時回転時間T aよりも短くなると考えられる。これに対し、失火が生じる場合、回転速度が低下していくため、瞬時回転時間T bは、瞬時回転時間T aよりも長くなると考えられる。

50

【 0 0 5 2 】

そして、CPU 62は、閾値 T_{th} よりも小さいと判定する場合 (S 5 0 : YES)、失火が生じたと判定して、上記瞬時回転時間 T_b が閾値時間 T_{thL} よりも大きいかなかを判定する (S 5 1)。この処理は、失火によって角度指令値 a_{op} を制限するべきかなかを判定するためのものである。ここで、閾値時間 T_{thL} は、所定回転速度 NEc に対応する時間よりも長い。換言すれば、所定回転速度 NEc の単位が「rpm」であり、閾値時間 T_{thL} の単位が秒である場合、「 $60 / (T_{thL} \times 12)$ 」は、所定回転速度 NEc よりも小さい値となる。この処理は、回転速度がある程度高くなる場合、角度指令値 a_{op} を遅角側としなくても、スタータロックが生じにくいことに鑑みて設けられたものである。

10

【 0 0 5 3 】

そして、CPU 62は、閾値時間 T_{thL} よりも大きいと判定する場合 (S 5 1 : YES)、最新の瞬時回転時間 T_{30} を想定最大値 T_{MAX} とする (S 5 2)。ここで、最新の瞬時回転時間 T_{30} は、この処理がなされるタイミングである図3のセットタイミング $t(set)$ にとって最新のものであり、図3における瞬時回転時間 T_b と一致する。

【 0 0 5 4 】

CPU 62は、ステップ S 5 2 の処理を完了する場合や、ステップ S 5 0, S 5 1 において否定判定する場合には、瞬時回転時間 T_{30} に基づき、ガード値 G_{aop} をマップ演算する (S 5 4)。ここでマップデータは、メモリ 64 に予め記憶されているものであり、瞬時回転時間 T_{30} の離散的な複数の値のそれぞれと、ガード値 G_{aop} との関係を決めたものである。図6に示すように、マップデータは、瞬時回転時間 T_{30} が小さいほど、換言すれば回転速度が高いほど、ガード値 G_{aop} をより大きい値である進角側の値とするものである。これは、回転速度が高いほど、所定の回転量だけ回転するのに要する時間が短くなるために、火災が十分に伝搬する際の回転角度が過度に遅角側とならないうえで適切な角度指令値 a_{op} が進角側となることに鑑みた設定である。また、回転速度が高いほどクランク軸 26 の慣性力が大きくなることから、角度指令値 a_{op} を進角させてもスタータロックが生じにくくなることに鑑みた設定でもある。マップデータは、瞬時回転時間 T_{30} が想定最大値 T_{MAX} よりも小さい規定時間 T_{th} 以上である場合、ガード値 G_{aop} を遅角側角度 とする。規定時間 T_{th} は、内燃機関 10 において燃料の燃焼がなされず、スタータモータ 28 によってクランク軸 26 が連れ回されるクランキング時の最大回転速度に対応する時間よりも長い。

20

30

【 0 0 5 5 】

なお、CPU 62は、ステップ S 5 4 の処理を完了する場合、図4のステップ S 2 0 の処理が一旦終了する。

ここで、本実施形態の作用を説明する。

【 0 0 5 6 】

図7(a)に、内燃機関 10 の始動時における回転速度 NE の推移を示し、図7(b)に、角度指令値 a_{op} の推移を示し、図7(c)に、スタータモータ 28 の状態の推移を示す。なお、図7に示す例は、アルコール濃度 Ca が規定濃度 Ca_{th} よりも高い上記特定の濃度 Ca_1 以上であって、水温 THW が所定温度 THW_{th} 未満である場合を想定している。

40

【 0 0 5 7 】

図7に示されるように、時刻 t_1 にスタータモータ 28 が起動され、クランキングが開始され、点火時期の設定対象となる気筒の「 $120 + \text{ }^\circ\text{BTDC}$ 」から「 $90 + \text{ }^\circ\text{BTDC}$ 」までの瞬時回転時間 T_{30} が規定時間 T_{th} よりも短くなる時刻 t_2 以降、角度指令値 a_{op} が遅角側角度 よりも大きい値とされる。ちなみに、図7(b)には、ステップ S 5 4 において利用されるマップデータのガード値 G_{aop} のために、回転速度が低い時刻 t_3 より前の期間には角度指令値 a_{op} が遅角側角度 と所定値 との間の値となることを示した。この際、図7では、時刻 $t_2 \sim t_3$ の間に3段階で角度指令値 a_{op} が段階的に増加しているように記載しているが、これは、ガード値 G_{aop} や角度指令値 a

50

o p が図 4 の制御周期毎に変更されることを模式的に表現したものに過ぎず、角度指令値 a o p が所定値 に到達するまでに要する時間等について何ら規定するものではない。そして、時刻 t 4 に失火が生じたと判定されると、角度指令値 a o p は、遅角側角度 に戻される。これにより、図 4 のステップ S 3 4 の処理に基づきステップ S 3 6 の処理によって点火時期が制御されることが回避される。

【 0 0 5 8 】

図 8 (a) に、内燃機関 1 0 の始動時における回転速度 N E の推移を示し、図 8 (b) に、角度指令値 a o p の推移を示し、図 8 (c) に、水温 T H W の推移を示す。なお、図 8 に示す例は、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h よりも高い上記特定の濃度 C a 1 以上である場合を想定したものである。

10

【 0 0 5 9 】

時刻 t 2 に内燃機関 1 0 が停止した後、比較的短時間経過した時刻 t 3 において内燃機関 1 0 が再始動される場合、C P U 6 2 は、図 5 のステップ S 4 4 の処理によって、角度指令値 a o p を遅角側角度 に設定する。また、時刻 t 4 に内燃機関 1 0 が停止した後、比較的短時間経過した時刻 t 5 において内燃機関 1 0 が再始動される場合も同様である。このように、繰り返し始動時には、角度指令値 a o p が遅角側角度 に設定される。

【 0 0 6 0 】

以上説明した本実施形態によれば、以下に記載する効果が得られるようになる。

(1) C P U 6 2 により、失火が生じたと判定することを条件に、歯部 3 2 の検出タイミングである遅角側検出タイミング t (s t a n 2) に点火時期を制御した。これにより、点火時期の過度の進角によってスタータロックが生じることを抑制することができる。特に、点火時期の制御に遅延時間 T i g を用いないため、失火によって遅延時間 T i g の設定精度が低下する場合であっても、その影響を受けることなく点火時期を制御することができる。

20

【 0 0 6 1 】

(2) C P U 6 2 により、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h を超えることを条件に、角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側に設定し、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h 以下である場合、角度指令値 a o p を遅角側角度 に設定した。これにより、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h を超える場合に、燃料 5 2 が気化しにくいことに起因した着火性の低下を補償しつつも、気化しやすい燃料である場合には角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側に設定することを極力抑制することができ、ひいてはスタータロックが生じる可能性を極力低減することができる。

30

【 0 0 6 2 】

(3) C P U 6 2 により、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h 未満であって且つ、水温 T H W が所定温度 T H W t h 未満である場合に、角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側に設定し、水温 T H W が所定温度 T H W t h 以上である場合、角度指令値 a o p を遅角側角度 に設定した。これにより、水温 T H W がある程度高いために燃料噴射弁 1 4 から噴射された燃料の気化が促進される場合には、角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側に設定することを極力抑制することができ、ひいてはスタータロックが生じる可能性を極力低減することができる。

40

【 0 0 6 3 】

(4) 図 7 の時刻 t 2 ~ t 3 の期間において、クランク軸 2 6 の回転速度が高い場合に低い場合よりも上死点に対する進角量を大きくした。回転速度が高い場合には低い場合よりも、所定の回転量だけ回転するのに要する時間が短くなるため、火炎が十分に伝搬する際の回転量は大きくなる。したがって、回転速度が高い場合には低い場合よりも角度指令値 a o p をより進角側にしてもスタータロックが生じるリスクは低下する。ただし、回転速度が高い場合に角度指令値 a o p をより進角側に設定する場合、失火が生じると、角度指令値 a o p を設定した際の回転速度より点火時期における回転速度の方が過度に低くなるおそれがある。そしてその場合、角度指令値 a o p が回転速度が低い割りに進角側となる。したがって、上記のように角度指令値 a o p を回転速度が高い場合に低い場合よりも

50

進角側とする設定によれば、失火が生じた場合に実際の点火時期が過度に進角側となりやすいため、失火が生じたと判定される場合に角度指令値 aop を遅角側角度 とすることのメリットが特に大きい。

【0064】

(5) 瞬時回転時間 Tb が閾値時間 $TthL$ 以下の場合、失火が生じたと判定されたことに起因してガード値 $Gaop$ を遅角側角度 とする処理を実行しないこととした。これにより、燃料52が気化しにくいときに、角度指令値 aop を極力進角側に設定することができる。

【0065】

(6) 進角側検出タイミング $t(stan3)$ から基準タイミング $t(stan1)$ までの時間である瞬時回転時間 $Tref$ と、角度指令値 aop と基準角度 ref との角度間隔 $(30 - aop + \quad)$ を規定角度間隔 $30 \text{ }^\circ CA$ で除算した値との積を、遅延時間 Tig とした。この場合、基準角度 ref から角度指令値 aop まで回転する回転速度を、進角側検出タイミング $t(stan3)$ から基準タイミング $t(stan1)$ までの回転速度の平均値に等しいと見なすこととなる。このため、失火によって基準角度 ref から角度指令値 aop までの角度領域の回転速度が大きく低下する場合には、遅延時間 Tig 経過時の回転角度が角度指令値 aop よりも過度に進角側に位置することとなるおそれがある。このため、失火時に角度指令値 aop を遅角側角度 に設定することのメリットが特に大きい。

【0066】

(7) 失火の判定対象の気筒における点火装置24の放電に伴ってクランク軸26の回転速度が上昇すると想定される所定角度領域 $(60 \text{ }^\circ \sim 90 \text{ }^\circ ATDC)$ および上昇すると想定される以前の所定角度領域 $(\quad \text{ }^\circ BTDC \sim 30 \text{ }^\circ ATDC)$ における平均回転速度(瞬時回転時間 Ta, Tb)の差に基づき、失火の有無を判定した。これにより、回転角度センサ70の出力に基づき、失火の有無を判定することができる。

【0067】

<対応関係>

「課題を解決するための手段」の欄に記載した事項と上記実施形態における事項との対応関係を、以下に示す。なお、以下では、「課題を解決するための手段」に記載の番号との対応付けを併せて示している。また、以下では、「メモリ64に記憶されたプログラムに従って所定の処理を実行するCPU62」のことを、記載を簡素化するために、「所定の処理を実行するCPU62」と記載する。

【0068】

1: 被検出部は、歯部32に対応し、検出対象物は、タイミングロータ30に対応する。遅延時間設定処理部は、ステップS34の処理を実行するCPU62に対応する。角度指令値設定処理部は、ステップS14~S24の処理を実行するCPU62に対応する。操作処理部は、ステップS26~S36の処理を実行するCPU62に対応する。失火判定処理部は、ステップS50の処理を実行するCPU62に対応する。変更処理部は、ステップS20~S24の処理を実行するCPU62に対応する。すなわち、ステップS50, S51において肯定判定された場合にステップS54の処理を実行する場合には、ガード値 $Gaop$ が遅角側角度 に設定されるため、角度指令値 aop が遅角側角度 よりも進角側に設定されているなら、角度指令値 aop が遅角側に変更される。なお、図7の時刻 $t4$ において、遅角側に変更する処理により、角度指令値 aop が、失火時の値(所定値)よりも遅角側の遅角側角度 に変更される処理が記載されている。

【0069】

2: 「遅角側に変更する処理」は、ステップS50において肯定判定されることによってステップS54の処理によってガード値 $Gaop$ が遅角側角度 とされる場合、ステップS24の処理によって角度指令値 aop がガード値 $Gaop$ とされることに対応する。また、「角度指令値が遅角側角度である場合の処理」は、ステップS26において肯定判定されることにより実行される処理に対応する。

【 0 0 7 0 】

3：容易度情報は、アルコール濃度 C_a に対応し、容易度情報取得処理部は、ステップ S 1 4 の処理を実行する CPU 6 2 に対応する。なお、「気化容易度が規定値以上である」ことは、図 5 におけるアルコール濃度 C_a が規定濃度 $C_a t h$ 以下である場合に相当する。

【 0 0 7 1 】

4：図 5 におけるアルコール濃度 C_a が規定濃度 $C_a t h$ よりも高く水温 $T H W$ が所定温度 $T H W t h$ 未満である場合に、マップデータおよび補間演算によって角度指令値 $a o p$ が遅角側角度 よりも進角側に設定されることや、水温 $T H W$ が所定温度 $T H W t h$ 以上である場合に角度指令値 $a o p$ が遅角側角度 に設定されることに対応する。

10

【 0 0 7 2 】

5：「角度指令値を遅角側角度よりも進角側に設定する場合」は、ステップ S 4 2 において角度指令値 $a o p$ が遅角側角度 よりも進角側に設定される場合であって、且つステップ S 5 4 においてガード値 $G a o p$ が遅角側角度 よりも進角側に設定される場合に対応する。また、クランク軸の回転速度が高い場合に低い場合より上死点に対する進角量を大きくする処理は、ステップ S 5 4 の処理によって実現されるものであり、図 7 の時刻 $t 2 \sim t 3$ の期間における角度指令値 $a o p$ の設定に対応している。

【 0 0 7 3 】

6：完了判定処理部は、ステップ S 1 0 の処理を実行する CPU 6 2 に対応する。閾値速度は、閾値時間 $T t h L$ に対応した回転速度であり、閾値時間 $T t h L$ の単位を秒とすると、「 $60 / (T t h L \times 12) r p m$ 」となる。また、「失火が生じた」と判定されることに起因した遅角側に変更する処理」を実行しないことは、ステップ S 5 0 において肯定判定されたにもかかわらず、ステップ S 5 1 において否定判定されることによりステップ S 5 2 の処理に移行しないことに対応する。

20

【 0 0 7 4 】

7：ステップ S 3 4 の処理に対応する。

8：上昇すると想定される以前の所定角度領域は、「 $\circ B T D C$ 」から「 $30 - \circ A T D C$ 」までの領域（図 3 の瞬時回転時間 $T a$ の計測領域）に対応し、上昇されると想定される所定角度領域は、「 $60 - \circ A T D C$ 」から「 $90 - \circ A T D C$ 」までの領域（図 3 の瞬時回転時間 $T b$ の計測領域）に対応する。なお、ステップ S 5 0 の処理においては、上記一対の所定角度領域の平均回転速度の差の大小を、「 $T a - T b$ 」によって把握している。

30

【 0 0 7 5 】

< その他の実施形態 >

なお、上記実施形態の各事項の少なくとも 1 つを、以下のように変更してもよい。

・「アルコール濃度 C_a の取得手法について」

アルコール濃度 C_a の推定値を取得する代わりに、燃料タンク等にアルコール濃度センサを備えて、その検出値を取得してもよい。

【 0 0 7 6 】

・「容易度情報取得処理部について」

40

容易度情報取得処理部としては、容易度情報としてアルコール濃度 C_a を取得するものに限らない。たとえば、容易度情報を重質燃料か軽質燃料かを示す情報としてもよい。この場合、重質燃料である場合に気化容易度が規定値未満であるとし、軽質燃料である場合に気化容易度が規定値以上であるとする。なお、重質燃料であるか否かは、たとえば、燃料タンク 5 0 に、重質度を検出するセンサを備え、同センサの値によって判定すればよい。

【 0 0 7 7 】

・「失火判定処理部について」

放電に伴って回転速度が上昇すると想定される以前の所定角度領域および上昇すると想定される所定角度領域としては、上記実施形態において例示したものに限らない。たとえ

50

ば、第1検出信号S d 1のエッジを利用して、「10 - ° A T D C」から「40 - ° A T D C」の領域と、「50 - ° A T D C」から「80 - ° A T D C」の領域としてもよい。また、たとえば、失火の判定対象となる気筒において放電に伴って回転速度が上昇すると想定される以前の所定角度領域の回転速度を、1つ前の気筒における放電に伴って回転速度が上昇すると想定される所定角度領域の回転速度としてもよい。

【0078】

また、一对の所定角度領域における回転速度の差に基づき、失火の有無を判定するものにも限らない。たとえば、対象となる気筒において放電に伴って回転速度が上昇すると想定される所定角度領域の回転速度が、点火回数に応じて可変設定される閾値以下となる場合、失火と判定してもよい。ここで、閾値は、失火判定を伴わない点火回数が多いほど大きい値とすればよい。

10

【0079】

回転角度センサ70の出力値(第1検出信号S d 1)に基づき失火の有無を判定するものにも限らない。たとえば、各気筒に筒内圧センサを備え、その出力値に基づき失火の有無を判定してもよい。これは、筒内圧の上昇度合いが低い場合に失火と判定することで実現できる。

【0080】

・「角度指令値設定処理部について」

遅角側角度 としては、上記実施形態において例示したものに限らず、たとえば、上死点であってもよく、上死点よりも数度遅角側であってもよい。始動時における最大の進角量を定める所定値 としては、「 + 30 ° B T D C」と「 ° B T D C」との間の値に限らない。たとえば、「 + 40 ° B T D C」であってもよい。この場合、たとえば、角度指令値 a o p が「 + 40 ° B T D C」以下であっても且つ「 + 30 ° B T D C」よりも大きい値に設定されている場合、「 + 60 ° B T D C」に対応する検出タイミングからの遅延時間 T i g が経過するタイミングに点火時期を制御すればよい。こうした制御がなされるときに失火が生じる場合にも、実際の点火時期が過度に進角側となるおそれがあるため、角度指令値 a o p を遅角側に変更することは有効である。

20

【0081】

また、水温 T H W が所定温度 T H W t h よりも高い閾値温度以上である場合、角度指令値 a o p を上死点よりも遅角側に設定してもよい。なお、この場合、上死点よりも遅角側に設定された際の角度指令値 a o p を、歯部32のいずれかに対応する回転角度としなくてもよい。その場合、操作処理部は、点火時期を、遅角側検出タイミング t (s t a n 2) からの遅延時間によって制御してもよい。ちなみに、この場合、水温 T H W が閾値温度以上である始動時において失火が生じた次の気筒において遅延時間 T i g に基づき点火時期を制御する場合、実際の点火時期が角度指令値 a o p となるタイミングよりも進角側となりうる。しかし、その場合であっても、遅角側検出タイミング t (s t a n 2) よりも遅角側となるため、失火が生じた次の気筒においても遅延時間 T i g に基づく点火時期制御を継続することも可能である。

30

【0082】

気化容易度および冷却水の温度に応じて角度指令値 a o p を設定することも必須ではない。たとえば、アルコール濃度 C a が規定濃度 C a t h を超えるなど、気化容易度が規定値未満である場合には、水温 T H W にかかわらず、角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側としてもよい。ただし、この際の進角量は、上記実施形態と同一の量とすることなく、スタータロックが生じにくい値に新たに適合したものとすることが望ましい。

40

【0083】

ガード値 G a o p を設定する際に用いる回転速度を示すパラメータとして、瞬時回転時間 T 30 に代えて、回転速度 N E を用いてもよい。

さらに、気化容易度に基づくことなく、始動時においては、角度指令値 a o p を遅角側角度 よりも進角側に設定するものであってもよい。これは、燃料52として重質燃料が使用される地域で内燃機関10を使用することが想定される場合等に特に適している。な

50

お、この場合であっても、回転速度が高い場合に低い場合よりも上死点に対する進角量を大きくすることは有効である。

【0084】

上記実施形態では、歯部32の検出タイミングを点火時期とする場合と、基準タイミング $t(stan1)$ から遅延時間が経過するタイミングを点火時期とする場合との双方において、単一のパラメータ(角度指令値 aop)を操作処理部に出力する構成としたが、これに限らない。たとえば、検出タイミングを点火時期とする場合と、遅延時間 Tig が経過するタイミングを点火時期とする場合とで、互いに異なるパラメータを用いてもよい。これは、たとえば、点火時期を特定の検出タイミングとする場合には、特定の検出タイミングが「 $\text{ }^\circ BTDC$ 」からいくつ前の検出タイミングであるかを指定することによって実現できる。なお、この場合であっても、指定された検出タイミングは、特定の回転角度を示しているため、角度指令値である。また、「点火時期制御装置について」の欄に記載したように、操作処理部を専用のハードウェアにて構成する場合、検出タイミングを点火時期とする場合と、遅延時間 Tig が経過するタイミングを点火時期とする場合とで、CPU62から出力される角度指令値の操作処理部における入力端子を異ならせてもよい。

10

【0085】

・「繰り返し始動について」

上記実施形態では、ステップS40において肯定判定される場合、繰り返し始動であるとして、角度指令値 aop を遅角側角度に設定したが、これに限らない。たとえば、水温 THW の1次元マップに基づき、角度指令値 aop を設定してもよい。この場合、たとえば、水温 THW が所定温度 $THWth$ よりも高い閾値温度以上である場合、角度指令値 aop を上死点よりも遅角側に設定すればよい。

20

【0086】

・「遅延時間設定処理部について」

遅延時間設定処理部としては、基準タイミング $t(stan1)$ を、「 $30 + \text{ }^\circ BTDC$ 」に設定するものに限らない。また、基準タイミング $t(stan1)$ と進角側検出タイミング $t(stan3)$ との間の角度間隔である規定角度間隔としては、「 $30^\circ CA$ 」に限らない。

【0087】

さらに、たとえば、遅延時間 Tig を、上記の式(c1)の左辺の値に、「 $Tref2(n-1)/Tref(n-1)$ 」を乗算した値としてもよい。ここで、瞬時回転時間 $Tref(n-1)$ は、前回の進角側検出タイミング $t(stan3)$ から前回の基準タイミング $t(stan1)$ までの時間であり、瞬時回転時間 $Tref2(n-1)$ は、前回の基準タイミング $t(stan1)$ から前回の遅角側検出タイミング $t(stan2)$ までの時間である。ここで、前回とは、1つ前に点火時期となる気筒に対応している。「 $Tref2(n-1)/Tref(n-1)$ 」は、「 $60 + \text{ }^\circ BTDC$ 」から「 $30 + \text{ }^\circ BTDC$ 」までの間隔の回転に要する時間と、「 $30 + \text{ }^\circ BTDC$ 」から「 $\text{ }^\circ BTDC$ 」までの間隔の回転に要する時間との相違を示すパラメータである。

30

【0088】

・「変更処理部について」

変更処理部によって角度指令値 aop が変更された場合の角度指令値 aop としては、遅角側角度に限らない。たとえば、点火時期の制御に第1検出信号 $Sd1$ を利用することとし、「 $+10^\circ BTDC$ 」としたり、「 $10 - \text{ }^\circ BTDC$ 」としたりしてもよい。

40

【0089】

変更処理部としては、角度指令値 aop を検出タイミングのいずれか1つに制御させるものに限らない。たとえば、上記遅角側角度よりも「 $1^\circ CA$ 」遅角側の値としてもよい。この場合であっても、操作処理部が、第2検出信号 $Sd2$ によって遅角側検出タイミング $t(stan1)$ を確認した時点から設定した遅延時間に基づき点火時期を制御する

50

なら、遅延時間の設定が回転速度を正確に反映したものとなっていなくても、点火時期が過度の進角値に設定される事態を十分に抑制することができる。

【0090】

さらに、基準角度 $r e f$ よりも遅角側の検出タイミングである遅角側検出タイミング $t (s t a n 2)$ 以降に設定するものにも限らない。たとえば、上記実施形態において、失火が生じたと判定される場合に、角度指令値 $a o p$ を「 $+ 1 ^{\circ} B T D C$ 」として、遅延時間 $T i g$ に基づき点火時期を制御するものであってもよい。この場合であっても、変更処理部を備えない場合には角度指令値 $a o p$ が所定値 とされるときなどには、角度指令値 $a o p$ を「 $+ 1 ^{\circ} B T D C$ 」に変更することにより、スタータロックが生じる事態を抑制することはできる。

10

【0091】

ステップ $S 5 1$ の処理において、瞬時回転時間 $T b$ と閾値時間 $T t h L$ との大小比較によって、回転速度と閾値速度との大小を間接的に比較する代わりに、回転速度 $N E$ と閾値速度との直接の大小比較を実行してもよい。また、上記実施形態において、ステップ $S 5 1$ の処理を削除してもよい。また、規定時間 $T t h$ を、始動時の最初の点火に伴う回転上昇の前後の間の速度に対応した時間に設定してもよい。

【0092】

- ・「所定回転速度 $N E c$ について」

所定回転速度 $N E c$ を、アイドル回転速度制御時の目標回転速度の7～8割とするものに限らない。たとえば目標回転速度の7割未満の回転速度であってもよい。なお、「そのほか」の欄に記載しているように、点火時期制御装置がシリーズハイブリッド車に搭載される内燃機関等を制御対象とする場合、アイドル回転速度制御を実行しないことも可能である。その場合、所定回転速度 $N E c$ の設定は、たとえば $M B T$ に実際の点火時期を近づける制御を開始するための回転速度として適切な値に適宜設定するなどすればよい。

20

【0093】

- ・「検出タイミングについて」

点火時期の制御に用いる検出タイミングとしては、第2検出信号 $S d 2$ のパルス発生タイミングに限らず、たとえば第1検出信号 $S d 1$ のパルス信号の立ち下がりエッジであってもよい。また、第2検出信号 $S d 2$ を点火時期の制御に利用する場合において、第2検出信号 $S d 2$ を第1検出信号 $S d 1$ のパルス信号を間引いたものとするのも必須ではない。たとえば、 $30^{\circ} C A$ 毎の第1検出信号 $S d 1$ の立ち下がりエッジタイミングに適宜の補正処理を施した信号であってもよい。この場合、補正処理が施された信号による検出タイミングを、回転角度センサによる被検出部の検出タイミングとする。

30

【0094】

- ・「被検出部について」

歯部 $3 2$ に限らない。たとえば、タイミングロータ $3 0$ の外周よりも内側に複数の孔を設け、これら複数の孔が、互いに相違する回転角度を示すものとしてもよい。

【0095】

- ・「点火時期制御装置について」

点火時期制御装置としては、図2に示した処理の全てをメモリ $6 4$ に記憶されたプログラムに従って $C P U 6 2$ が実行するものに限らない。たとえば、図2に示した処理の少なくとも一部を、専用のハードウェア（特定用途向け集積回路： $A S I C$ ）にて処理するものであってもよい。具体的には、たとえば、検出信号生成処理部 $M 1 4$ 、瞬時回転時間算出処理部 $M 1 6$ および回転速度算出処理部 $M 1 8$ と、ステップ $S 2 2 \sim S 3 6$ の処理をハードウェア処理とし、 $C P U 6 2$ が、ハードウェアの出力する瞬時回転時間 $T 3 0$ や回転速度 $N E$ を取り込むとともに、角度指令値 $a o p$ をハードウェアに出力ようにしてもよい。なお、ここでは、 $C P U 6 2$ から出力された角度指令値 $a o p$ が入力されるハードウェアが操作処理部を構成する。

40

【0096】

また、たとえば回転角度センサ $7 0$ が出力する信号を波形整形前の信号とし、この信号

50

から第1検出信号Sd1を生成するハードウェアを点火時期制御装置に備えてもよい。もっとも波形整形処理をハードウェア処理とすること自体必須ではない。

【0097】

・「そのほか」

4気筒の内燃機関に限らず、たとえば6気筒の内燃機関や8気筒の内燃機関等、5気筒以上の内燃機関であってもよく、また、3気筒以下の内燃機関であってもよい。また、燃料噴射弁14として、ポート噴射式のものを採用する代わりに、筒内噴射式のものを採用してもよく、またそれら双方を備えるものであってもよい。

【0098】

また、内燃機関としては、駆動輪に動力を付与する原動機が内燃機関のみの車両に搭載されるものに限らず、たとえば、パラレルハイブリッド車に搭載されるものであってもよい。さらに、シリーズハイブリッドに搭載される内燃機関であってもよい。

【符号の説明】

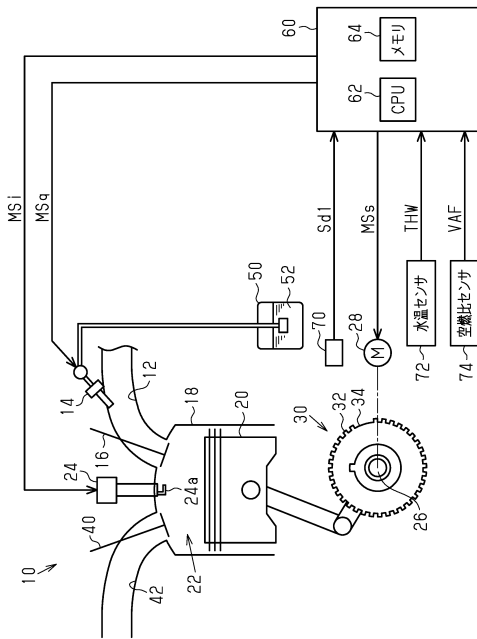
【0099】

10...内燃機関、12...吸気通路、14...燃料噴射弁、16...吸気バルブ、18...シリンダ、20...ピストン、22...燃焼室、24...点火装置、24a...点火プラグ、26...クランク軸、28...スタータモータ、30...タイミングロータ、32...歯部、34...欠け歯部、40...排気バルブ、42...排気通路、50...燃料タンク、52...燃料、60...制御装置、62...CPU、64...メモリ、70...回転角度センサ、72...水温センサ、74...空燃比センサ。

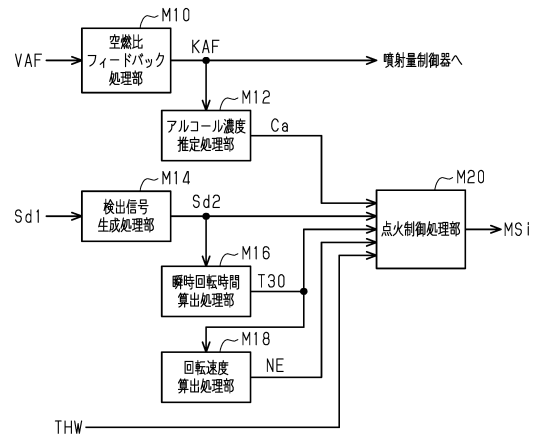
10

20

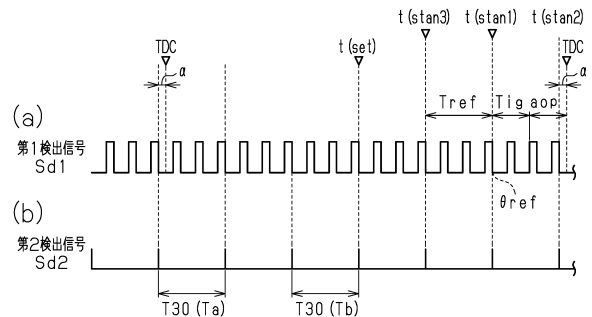
【図1】



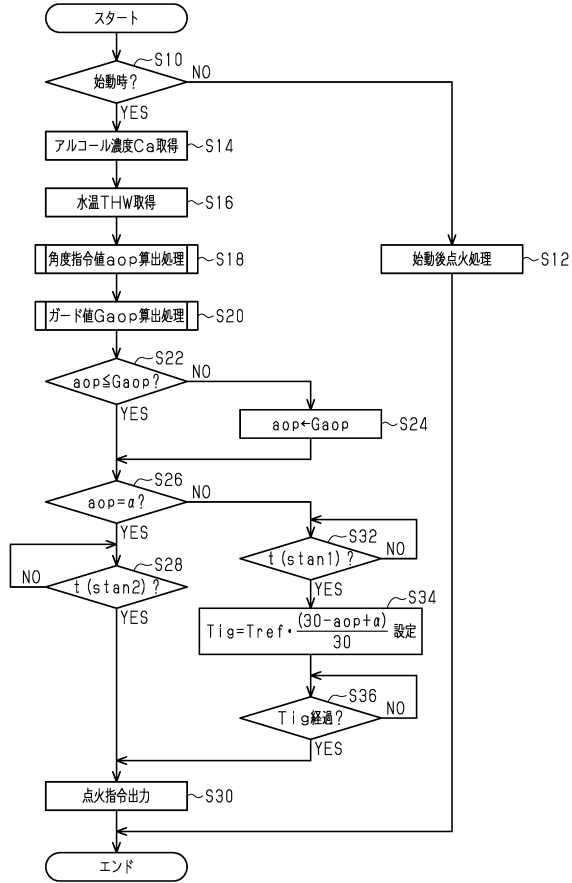
【図2】



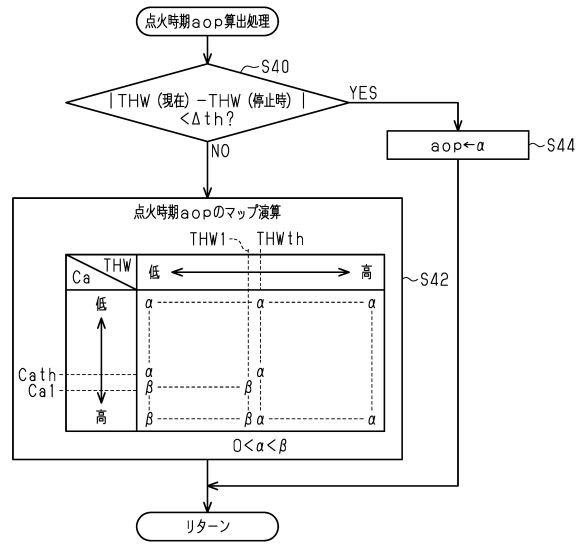
【図3】



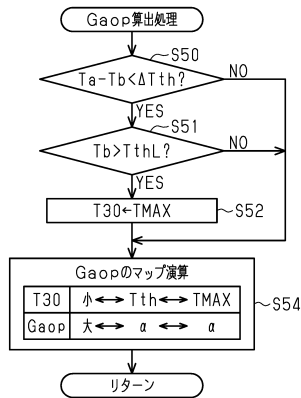
【図4】



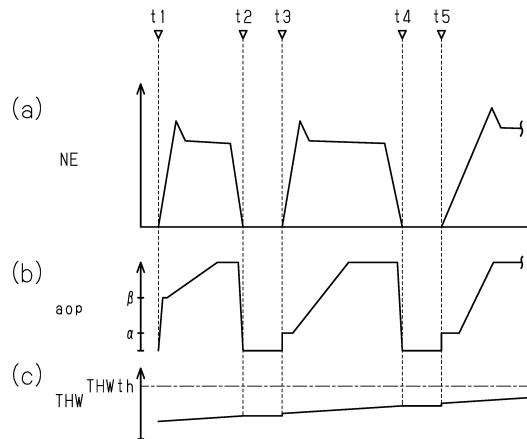
【図5】



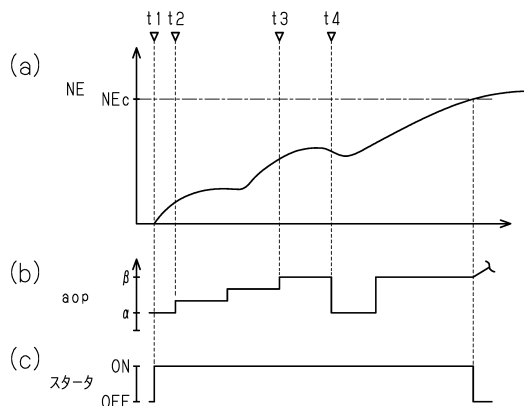
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭61-275573(JP,A)
特開昭59-015676(JP,A)
特開平11-315741(JP,A)
特開2009-150365(JP,A)
特開2009-024686(JP,A)
特開2003-056439(JP,A)
特開2006-132438(JP,A)
特開平08-158999(JP,A)
特開平10-103206(JP,A)
特開2010-156248(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02P 5/15
F02D 45/00