

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-172902

(P2020-172902A)

(43) 公開日 令和2年10月22日(2020.10.22)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F 0 2 D 41/04 (2006.01) F 0 2 D 41/04 3 0 5 B 3 G 3 0 1
F 0 2 D 41/02 (2006.01) F 0 2 D 41/02 3 0 1 H

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2019-75649 (P2019-75649)
 (22) 出願日 平成31年4月11日(2019.4.11)

(71) 出願人 000003137
 マツダ株式会社
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号
 (74) 代理人 110001427
 特許業務法人前田特許事務所
 (72) 発明者 上地 大河
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 平野 拓男
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内
 (72) 発明者 大久 千華子
 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ
 株式会社内

最終頁に続く

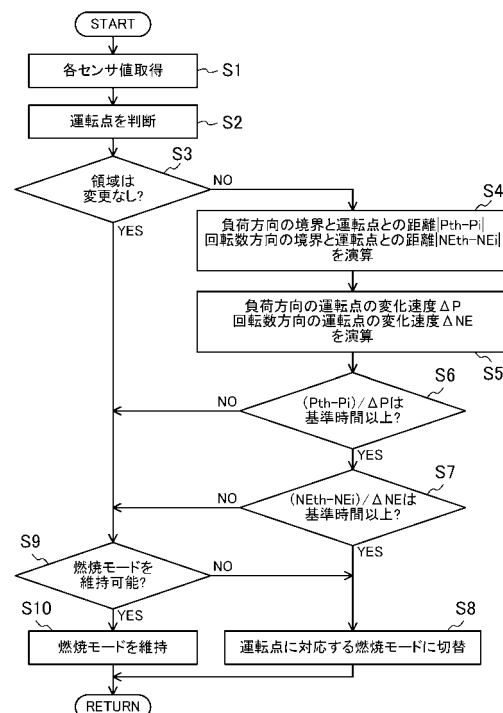
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置および制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ストイキ燃焼モードとリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関において、燃焼モードが頻繁に切り替わることを抑制して燃費性能の悪化を抑制する。

【解決手段】 内燃機関の制御方法は、制御部が、各センサの信号に基づき、運転マップにおける内燃機関の運転点が、第一領域と第二領域との境界を跨いで、第一領域から第二領域へ移行したことを判断するステップと、制御部が、運転点が第二領域内に滞在する時間を予測するステップと、制御部が、予測した滞在時間が所定時間以上の場合に、第二領域に対応する燃焼モードに切り替えるステップと、制御部が、予測した滞在時間が所定時間未満の場合に、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えずに、第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続するステップと、を備えている。

【選択図】 図 9



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ストイキ燃焼モードと、該ストイキ燃焼モードよりもリーンな空燃比で運転するリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関の制御方法であって、

負荷と回転数とによって規定される前記内燃機関の運転マップにおいて、前記ストイキ燃焼モードで前記内燃機関が運転する第一領域と、前記リーン燃焼モードで前記内燃機関が運転する第二領域とが定められ、

制御部が、センサの信号に基づき、前記運転マップにおける前記内燃機関の運転点が、前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて、前記第一領域から前記第二領域へ移行したことを判断するステップと、

前記制御部が、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測するステップと、

前記制御部が、予測した滞在時間が所定時間以上の場合に、前記第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えるステップと、

前記制御部が、予測した滞在時間が前記所定時間未満の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えずに、前記第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続するステップと、を備えている内燃機関の制御方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法において、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記距離が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御方法。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法において、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて前記第二領域へ移行した時の速度が所定値以下の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記速度が前記所定値を超える場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御方法。

30

【請求項 4】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御方法において、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離を、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて前記第二領域へ移行した時の速度で除算した値が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記値が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御方法。

40

【請求項 5】

ストイキ燃焼モードと、該ストイキ燃焼モードよりもリーンな空燃比で運転するリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関の制御装置であって、

負荷と回転数とによって規定される前記内燃機関の運転マップにおいて、前記ストイキ燃焼モードで前記内燃機関が運転する第一領域と、前記リーン燃焼モードで前記内燃機関が運転する第二領域とが定められ、

前記内燃機関の運転に係る信号を出力するセンサと、

前記センサの信号が入力されかつ、前記センサの信号に基づいて判断した前記内燃機関の運転点と前記運転マップとに基づいて前記内燃機関を前記ストイキ燃焼モード又は前記リーン燃焼モードで運転させる制御部と、を備え、

前記制御部は、

50

前記センサの信号に基づき、前記運転マップにおける前記内燃機関の運転点が、前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて、前記第一領域から前記第二領域へ移行したことを判断する移行判断部と、

前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測する予測部と、

前記予測部が予測した滞在時間が所定時間以上の場合に、前記第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えると共に、予測した滞在時間が前記所定時間未満の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えずに、前記第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する燃焼モード切替部と、
を有している内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

10

請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

前記燃焼モード切替部は、前記距離が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記距離が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて前記第二領域へ移行した時の速度に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

20

前記燃焼モード切替部は、前記速度が所定値以下の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記速度が前記所定値を超える場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御装置。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離を、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて前記第二領域へ移行した時の速度で除算した値に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

30

前記燃焼モード切替部は、前記値が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記値が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここに開示する技術は、内燃機関の制御装置及び制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

40

特許文献 1 には、スロットル開度が基準値よりも小さい場合は、混合気を理論空燃比よりもリーンにしたリーン制御を行い、スロットル開度が基準値以上の場合は、混合気を理論空燃比にしたストイキ制御を行うエンジンが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 177569 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

ところで、特許文献 1 とは異なり、内燃機関の負荷と回転数とによって規定される運転マップにおいて、リーン燃焼モードで運転する領域と、ストイキ燃焼モードで運転する領域とを定めた内燃機関が知られている。

【0005】

この構成の内燃機関においては、例えば自動車が市街地を走行している時に、運転者のアクセルペダルの踏込量が頻繁に変化することによって、前記の運転マップにおける内燃機関の運転点が、リーン燃焼モードで運転する領域と、ストイキ燃焼モードで運転する領域との間を行き来する場合がある。

【0006】

ストイキ燃焼モードからリーン燃焼モードへの切り替え時、及び、リーン燃焼モードからストイキ燃焼モードへの切り替え時のそれぞれにおいて、内燃機関は、筒内状態量を大きく変更しなければならない。前述のように、内燃機関の運転点が、リーン燃焼モードで運転する領域と、ストイキ燃焼モードで運転する領域との間を頻繁に行き来してしまうと、筒内状態量の調節が間に合わなくなり、燃焼が不安定になって燃費性能が悪化してしまう恐れがある。

【0007】

ここに開示する技術は、ストイキ燃焼モードとリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関において、燃焼モードが頻繁に切り替わることを抑制して燃費性能の悪化を抑制する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

ここに開示する技術は、ストイキ燃焼モードと、該ストイキ燃焼モードよりもリーンな空燃比で運転するリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関の制御方法に関する。

【0009】

この制御方法の前提として、負荷と回転数とによって規定される前記内燃機関の運転マップにおいて、前記ストイキ燃焼モードで前記内燃機関が運転する第一領域と、前記リーン燃焼モードで前記内燃機関が運転する第二領域とが定められている。

【0010】

この制御方法は、

制御部が、センサの信号に基づき、前記運転マップにおける前記内燃機関の運転点が、前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて、前記第一領域から前記第二領域へ移行したことを判断するステップと、

前記制御部が、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測するステップと、

前記制御部が、予測した滞在時間が所定時間以上の場合に、前記第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えるステップと、

前記制御部が、予測した滞在時間が前記所定時間未満の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えずに、前記第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続するステップと、を備えている。

【0011】

この構成によると、内燃機関の運転点が、第一領域と第二領域との境界を跨いて、第一領域から第二領域へ移行したときに、制御部は、運転点が第二領域内に滞在する時間を予測する。予測した滞在時間が所定時間以上の場合には、内燃機関の運転点が、第二領域から第一領域へ直ぐに戻ってしまうことがないため、制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替える。

【0012】

一方、予測した滞在時間が所定時間未満の場合には、内燃機関の運転点が、第二領域から第一領域へ直ぐに戻ってしまう可能性が高い。このため、内燃機関は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えずに、第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する。これにより、内燃機関の運転点が、第二領域から第一領域へ直ぐに戻ってしまったとしても、燃焼モードは、ストイキ燃焼モードのままになる。頻繁な燃焼モードの切り替えに

10

20

30

40

50

伴う燃焼の不安定性を抑制することができ、燃費性能が悪化してしまうことを抑制することができる。

【0013】

リーン燃焼は、燃焼不安定性を回避するために特定の運転領域においてのみ実行が可能であるのに対し、ストイキ燃焼は、基本的には、内燃機関の全運転領域において実行が可能である。第一領域と第二領域との間を運転点が頻繁に行き来する恐れがある場合に、ストイキ燃焼モードを継続することにより、内燃機関の燃焼を安定化させることができる。内燃機関の燃費性能が悪化することが抑制される。

【0014】

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記距離が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

10

【0015】

運転マップにおいて、現在の内燃機関の運転点と境界までの距離が長いと、第二領域から第一領域へ運転点に移行するまでに長い時間を要する。つまり、滞在時間が長いと予測することができる。制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えて内燃機関を運転させる。運転モードは頻繁に切り替わらない。

【0016】

これに対し、運転マップにおいて、現在の内燃機関の運転点と境界までの距離が短いと、運転点が早期に第二領域から第一領域へ移行してしまう可能性がある。つまり、滞在時間が短いと予測することができる。制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えることを禁止して、第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する。運転モードは頻繁に切り替わらない。

20

【0017】

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いで前記第二領域へ移行した時の速度が所定値以下の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記速度が前記所定値を超える場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

【0018】

内燃機関の運転点の移行速度が遅いと、運転点が第二領域から第一領域へ移行するまでに長い時間を要する。つまり、滞在時間が長いと予測することができる。制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えて内燃機関を運転させる。燃焼モードは頻繁に切り替わらない。

30

【0019】

これに対し、運転点の移行速度が速いと、運転点が第二領域から第一領域へ移行するまでの時間が短い可能性がある。つまり、滞在時間が短いと予測することができる。制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えることを禁止して、第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する。燃焼モードは頻繁に切り替わらない。

【0020】

前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離を、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いで前記第二領域へ移行した時の速度で除算した値が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替え、前記制御部は、前記運転マップにおいて、前記値が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

40

【0021】

前述したように、運転マップにおいて、第二領域内の内燃機関の運転点から、第一領域と第二領域との境界までの距離が所定値以上の場合は、現在の内燃機関の運転点と境界までの距離が長い。しかしながら、内燃機関の運転点に移行する速度が速いと、第二領域か

50

ら第一領域へ運転点に移行するまでに要する時間が短い可能性がある。

【0022】

逆に、運転マップにおいて、現在の内燃機関の運転点と境界までの距離が短くても、内燃機関の運転点に移行する速度が遅いと、第二領域から第一領域へ運転点に移行するまでに要する時間が長い可能性がある。

【0023】

そこで、運転マップにおいて、運転点から境界までの距離を、運転点に移行した速度で除算した値が所定値以上の場合には、滞在時間が長いと予測することができる。制御部は、第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替える。前記値が所定値未満の場合には、滞在時間が短い可能性があることから、制御部は、第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する。これにより、より適切に、第一燃焼モードと第二燃焼モードとの切り替えを実現することができる。

【0024】

ここに開示する技術は、ストイキ燃焼モードと、該ストイキ燃焼モードよりもリーンな空燃比で運転するリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関の制御装置に係る。この制御装置は、

負荷と回転数とによって規定される前記内燃機関の運転マップにおいて、前記ストイキ燃焼モードで前記内燃機関が運転する第一領域と、前記リーン燃焼モードで前記内燃機関が運転する第二領域とが定められ、

前記内燃機関の運転に係る信号を出力するセンサと、

前記センサの信号が入力されかつ、前記センサの信号に基づいて判断した前記内燃機関の運転点と前記運転マップとに基づいて前記内燃機関を前記ストイキ燃焼モード又は前記リーン燃焼モードで運転させる制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記センサの信号に基づき、前記運転マップにおける前記内燃機関の運転点が、前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて、前記第一領域から前記第二領域へ移行したことを判断する移行判断部と、

前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測する予測部と、

前記予測部が予測した滞在時間が所定時間以上の場合に、前記第二領域に対応するリーン燃焼モードに切り替えると共に、予測した滞在時間が前記所定時間未満の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えずに、前記第一領域に対応するストイキ燃焼モードを継続する燃焼モード切替部と、を有している。

【0025】

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

前記燃焼モード切替部は、前記距離が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記距離が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

【0026】

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記内燃機関の運転点が前記第一領域と前記第二領域との境界を跨いて前記第二領域へ移行した時の速度に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

前記燃焼モード切替部は、前記速度が所定値以下の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記速度が前記所定値を超える場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

【0027】

前記予測部は、前記運転マップにおいて、前記第二領域内の前記内燃機関の運転点から、前記第一領域と前記第二領域との境界までの距離を、前記内燃機関の運転点が前記第一

10

20

30

40

50

領域と前記第二領域との境界を跨いで前記第二領域へ移行した時の速度で除算した値に基づいて、前記内燃機関の運転点が、前記第二領域内に滞在する時間を予測し、

前記燃焼モード切替部は、前記値が所定値以上の場合に、前記リーン燃焼モードに切り替えると共に、前記値が前記所定値未満の場合に、前記ストイキ燃焼モードを継続する、としてもよい。

【発明の効果】

【0028】

以上説明したように、前記の内燃機関の制御装置及び制御方法は、ストイキ燃焼モードとリーン燃焼モードとを切り替える内燃機関において、燃焼モードが頻繁に切り替わることを抑制して燃費性能の悪化を抑制することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1は、エンジンの構成を例示する図である。

【図2】図2は、燃焼室の構成を例示する図であり、上図は燃焼室の平面視相当図、下図はII-II線断面図である。

【図3】図3は、エンジンの制御装置の構成を例示するブロック図である。

【図4】図4は、SPCCI燃焼の波形を例示する図である。

【図5】図5は、エンジンの運転マップを例示する図である。

【図6】図6は、エンジンの運転マップのレイヤ構造を説明する図である。

【図7】図7は、エンジンの運転点の変化を例示する図である。

20

【図8】図8は、エンジンの燃焼モードの切り替えに関する制御を実行するECUの機能ブロックを例示するブロック図である。

【図9】図9は、エンジンの燃焼モードの切り替えに係る制御を例示するフローチャートである。

【図10】図10は、図9のフローチャートの変形例である。

【図11】図11は、図9及び図10のフローチャートの変形例である。

【発明を実施するための形態】

【0030】

以下、内燃機関の制御装置に関する実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。以下の説明は、内燃機関としてのエンジン、及び、エンジンの制御装置の一例である。

30

【0031】

図1は、エンジンシステムの構成を例示する図である。図2は、エンジンの燃焼室の構成を例示する図である。尚、図1における吸気側は紙面左側であり、排気側は紙面右側である。図2における吸気側は紙面右側であり、排気側は紙面左側である。図3は、エンジンの制御装置の構成を例示するブロック図である。

【0032】

エンジン1は、燃焼室17が吸気行程、圧縮行程、膨張行程及び排気行程を繰り返すことにより運転する4ストロークエンジンである。エンジン1は、四輪の自動車に搭載されている。エンジン1が運転することによって、自動車は走行する。エンジン1の燃料は、この構成例においてはガソリンである。燃料は、少なくともガソリンを含む液体燃料であればよい。燃料は、例えばバイオエタノール等を含むガソリンであってもよい。

40

【0033】

(エンジンの構成)

エンジン1は、シリンダブロック12と、その上に載置されるシリンダヘッド13とを備えている。シリンダブロック12の内部に複数のシリンダ11が形成されている。図1及び図2では、一つのシリンダ11のみを示す。エンジン1は、多気筒エンジンである。

【0034】

各シリンダ11内には、ピストン3が摺動自在に内挿されている。ピストン3は、コネクティングロッド14を介してクランクシャフト15に連結されている。ピストン3は、シリンダ11及びシリンダヘッド13と共に燃焼室17を区画する。尚、「燃焼室」は広

50

義で用いる場合がある。つまり、「燃焼室」は、ピストン 3 の位置に関わらず、ピストン 3、シリンダ 1 1 及びシリンダヘッド 1 3 によって形成される空間を意味する場合がある。

【0035】

シリンダヘッド 1 3 の下面、つまり、燃焼室 1 7 の天井面は、図 2 の下図に示すように、傾斜面 1 3 1 1 と、傾斜面 1 3 1 2 とによって構成されている。傾斜面 1 3 1 1 は、吸気側から、後述するインジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 に向かって上り勾配となっている。傾斜面 1 3 1 2 は、排気側から噴射軸心 X 2 に向かって上り勾配となっている。燃焼室 1 7 の天井面は、いわゆるペントルフ形状である。

【0036】

ピストン 3 の上面は燃焼室 1 7 の天井面に向かって隆起している。ピストン 3 の上面には、キャビティ 3 1 が形成されている。キャビティ 3 1 は、ピストン 3 の上面から凹陷している。キャビティ 3 1 は、この構成例では、浅皿形状を有している。キャビティ 3 1 の中心は、シリンダ 1 1 の中心軸 X 1 よりも排気側にずれている。

【0037】

エンジン 1 の幾何学的圧縮比は、10 以上 30 以下に設定されている。後述するようにエンジン 1 は、一部の運転領域において、S I 燃焼と C I 燃焼とを組み合わせた S P C C I 燃焼を行う。S P C C I 燃焼は、S I 燃焼による発熱と圧力上昇とを利用して、C I 燃焼をコントロールする。エンジン 1 は、圧縮着火式である。このエンジン 1 は、ピストン 3 が圧縮上死点に至った時の燃焼室 1 7 の温度（つまり、圧縮端温度）を高くする必要がない。エンジン 1 は、幾何学的圧縮比を、比較的 low に設定することが可能である。幾何学的圧縮比を低くすると、冷却損失の低減、及び、機械損失の低減に有利になる。エンジン 1 の幾何学的圧縮比は、レギュラー仕様（燃料のオクタン価が 91 程度の低オクタン価燃料）においては、1.4 ~ 1.7 とし、ハイオク仕様（燃料のオクタン価が 96 程度の高オクタン価燃料）においては、1.5 ~ 1.8 としてもよい。

【0038】

シリンダヘッド 1 3 には、シリンダ 1 1 毎に、吸気ポート 1 8 が形成されている。吸気ポート 1 8 は、図示は省略するが、第 1 吸気ポート及び第 2 吸気ポートを有している。吸気ポート 1 8 は、燃焼室 1 7 に連通している。吸気ポート 1 8 は、詳細な図示は省略するが、いわゆるタンブルポートである。つまり、吸気ポート 1 8 は、燃焼室 1 7 の中にタンブル流が形成されるような形状を有している。

【0039】

吸気ポート 1 8 には、吸気弁 2 1 が配設されている。吸気弁 2 1 は、燃焼室 1 7 と吸気ポート 1 8 との間を開閉する。吸気弁 2 1 は動弁機構によって、所定のタイミングで開閉する。動弁機構は、バルブタイミング及び / 又はバルブリフトを可変にする可変動弁機構とすればよい。この構成例では、図 3 に示すように、可変動弁機構は、吸気電動 S - V T (Sequential-Valve Timing) 2 3 を有している。吸気電動 S - V T 2 3 は、吸気カムシャフトの回転位相を所定の角度範囲内で連続的に変更する。吸気弁 2 1 の開弁タイミング及び閉弁タイミングは、連続的に変化する。尚、吸気動弁機構は、電動 S - V T に代えて、油圧式の S - V T を有していてもよい。吸気弁 2 1 及び吸気電動 S - V T 2 3 は、状態量調節部の一例である。

【0040】

シリンダヘッド 1 3 にはまた、シリンダ 1 1 毎に、排気ポート 1 9 が形成されている。排気ポート 1 9 も、第 1 排気ポート及び第 2 排気ポートを有している。排気ポート 1 9 は、燃焼室 1 7 に連通している。

【0041】

排気ポート 1 9 には、排気弁 2 2 が配設されている。排気弁 2 2 は、燃焼室 1 7 と排気ポート 1 9 との間を開閉する。排気弁 2 2 は動弁機構によって、所定のタイミングで開閉する。この動弁機構は、バルブタイミング及び / 又はバルブリフトを可変にする可変動弁機構とすればよい。この構成例では、図 3 に示すように、可変動弁機構は、排気電動 S -

10

20

30

40

50

V T 2 4 を有している。排気電動 S - V T 2 4 は、排気カムシャフトの回転位相を所定の角度範囲内で連続的に変更する。排気弁 2 2 の開弁タイミング及び閉弁タイミングは、連続的に変化する。尚、排気動弁機構は、電動 S - V T に代えて、油圧式の S - V T を有していてもよい。排気弁 2 2 及び排気電動 S - V T 2 4 は、状態量調節部の一例である。

【 0 0 4 2 】

吸気電動 S - V T 2 3 及び排気電動 S - V T 2 4 は、吸気弁 2 1 と排気弁 2 2 との両方が開弁するオーバーラップ期間の長さを調節する。オーバーラップ期間の長さを長くすると、燃焼室 1 7 の中の残留ガスを掃気することができる。また、オーバーラップ期間の長さを調節することによって、内部 E G R (Exhaust Gas Recirculation) ガスを燃焼室 1 7 の中に導入することができる。吸気電動 S - V T 2 3 及び排気電動 S - V T 2 4 は、内

10

【 0 0 4 3 】

シリンダヘッド 1 3 には、シリンダ 1 1 毎に、インジェクタ 6 が取り付けられている。インジェクタ 6 は、燃焼室 1 7 の中に燃料を直接噴射する。インジェクタ 6 は、燃料供給部の一例である。インジェクタ 6 は、傾斜面 1 3 1 1 と傾斜面 1 3 1 2 とが交差するペントルーフの谷部に配設されている。図 2 に示すように、インジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 は、シリンダ 1 1 の中心軸 X 1 よりも排気側に位置している。インジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 は、中心軸 X 1 に平行である。インジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 とキャビティ 3 1 の中心とは一致している。インジェクタ 6 は、キャビティ 3 1 に対向している。尚、インジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 は、シリンダ 1 1 の中心軸 X 1 と一致していてもよい。その構成の場合に、インジェクタ 6 の噴射軸心 X 2 と、キャビティ 3 1 の中心とは一致していてもよい。

20

【 0 0 4 4 】

インジェクタ 6 は、詳細な図示は省略するが、複数の噴口を有する多噴口型の燃料噴射弁によって構成されている。インジェクタ 6 は、図 2 に二点鎖線で示すように、燃料噴霧が、燃焼室 1 7 の中央から放射状に広がるように燃料を噴射する。インジェクタ 6 は、本構成例においては、十個の噴孔を有しており、噴孔は、周方向に等角度に配置されている。

【 0 0 4 5 】

インジェクタ 6 には、燃料供給システム 6 1 が接続されている。燃料供給システム 6 1 は、燃料を貯留するよう構成された燃料タンク 6 3 と、燃料タンク 6 3 とインジェクタ 6 とを互いに連結する燃料供給路 6 2 とを備えている。燃料供給路 6 2 には、燃料ポンプ 6 5 とコモンレール 6 4 とが介設している。燃料ポンプ 6 5 は、コモンレール 6 4 に燃料を送る。燃料ポンプ 6 5 は、この構成例においては、クランクシャフト 1 5 によって駆動されるプランジャー式のポンプである。コモンレール 6 4 は、燃料ポンプ 6 5 から送られた燃料を、高い燃料圧力で蓄える。インジェクタ 6 が開弁すると、コモンレール 6 4 に蓄えられていた燃料が、インジェクタ 6 の噴口から燃焼室 1 7 の中に噴射される。燃料供給システム 6 1 は、30 MPa 以上の高い圧力の燃料を、インジェクタ 6 に供給することが可能である。インジェクタ 6 に供給する燃料の圧力は、エンジン 1 の運転状態に応じて変更してもよい。尚、燃料供給システム 6 1 の構成は、前記の構成に限定されない。

30

【 0 0 4 6 】

シリンダヘッド 1 3 には、シリンダ 1 1 毎に、点火プラグ 2 5 が取り付けられている。点火プラグ 2 5 は、燃焼室 1 7 の中の混合気に強制的に点火をする。点火プラグ 2 5 は、この構成例では、シリンダ 1 1 の中心軸 X 1 よりも吸気側に配設されている。点火プラグ 2 5 は、2 つの吸気ポート 1 8 の間に位置している。点火プラグ 2 5 は、上方から下方に向かって、燃焼室 1 7 の中央に近づく方向に傾いて、シリンダヘッド 1 3 に取り付けられている。点火プラグ 2 5 の電極は、図 2 に示すように、燃焼室 1 7 の中に臨んでかつ、燃焼室 1 7 の天井面の付近に位置している。尚、点火プラグ 2 5 を、シリンダ 1 1 の中心軸 X 1 よりも排気側に配置してもよい。また、点火プラグ 2 5 をシリンダ 1 1 の中心軸 X 1

40

50

上に配置してもよい。

【0047】

エンジン1の一側面には吸気通路40が接続されている。吸気通路40は、各シリンダ11の吸気ポート18に連通している。燃焼室17に導入するガスは、吸気通路40を流れる。吸気通路40の上流端部には、エアクリナー41が配設されている。エアクリナー41は、新気を濾過する。吸気通路40の下流端近傍には、サージタンク42が配設されている。サージタンク42よりも下流の吸気通路40は、シリンダ11毎に分岐する独立通路を構成している。独立通路の下流端が、各シリンダ11の吸気ポート18に接続されている。

【0048】

吸気通路40におけるエアクリナー41とサージタンク42との間には、スロットル弁43が配設されている。スロットル弁43は、弁の開度を調節することによって、燃焼室17の中への新気の導入量を調節する。スロットル弁43は状態量調節部の一例である。

【0049】

吸気通路40にはまた、スロットル弁43の下流に、過給機44が配設されている。過給機44は、燃焼室17に導入するガスを過給する。この構成例において、過給機44は、エンジン1によって駆動される機械式の過給機である。機械式の過給機44は、ルーツ式、リショルム式、ペーン式、又は遠心式であってもよい。

【0050】

過給機44とエンジン1との間には、電磁クラッチ45が介設している。電磁クラッチ45は、過給機44とエンジン1との間で、エンジン1から過給機44へ駆動力を伝達したり、駆動力の伝達を遮断したりする。後述するように、ECU10が電磁クラッチ45の接続及び遮断を切り替えることによって、過給機44はオンとオフとが切り替わる。

【0051】

吸気通路40における過給機44の下流には、インタークーラー46が配設されている。インタークーラー46は、過給機44において圧縮されたガスを冷却する。インタークーラー46は、例えば水冷式又は油冷式に構成してもよい。

【0052】

吸気通路40には、バイパス通路47が接続されている。バイパス通路47は、過給機44及びインタークーラー46をバイパスするよう、吸気通路40における過給機44の上流部とインタークーラー46の下流部とを互いに接続する。バイパス通路47には、エアバイパス弁48が配設されている。エアバイパス弁48は、バイパス通路47を流れるガスの流量を調節する。

【0053】

ECU10は、過給機44をオフにしたとき（つまり、電磁クラッチ45を遮断したとき）に、エアバイパス弁48を全開にする。吸気通路40を流れるガスは、過給機44をバイパスして、エンジン1の燃焼室17に導入される。エンジン1は、非過給、つまり自然吸気の状態で作動する。

【0054】

過給機44をオンにすると、エンジン1は過給状態で作動する。ECU10は、過給機44をオンにしたとき（つまり、電磁クラッチ45を接続したとき）に、エアバイパス弁48の開度を調節する。過給機44を通過したガスの一部は、バイパス通路47を通過して過給機44の上流に逆流する。ECU10がエアバイパス弁48の開度を調節すると、燃焼室17に導入するガスの過給圧が変わる。尚、過給時とは、サージタンク42内の圧力が大気圧を超える時をいい、非過給時とは、サージタンク42内の圧力が大気圧以下になる時をいう、と定義してもよい。

【0055】

この構成例においては、過給機44とバイパス通路47とエアバイパス弁48とによって、過給システム49が構成されている。過給システム49は状態量調節部の一例である

10

20

30

40

50

。

【 0 0 5 6 】

エンジン 1 は、燃焼室 1 7 内に、スワール流を発生させるスワール発生部を有している。スワール流は、図 2 に白抜きの矢印で示すように流れる。スワール発生部は、吸気通路 4 0 に取り付けられたスワールコントロール弁 5 6 を有している。スワールコントロール弁 5 6 は、詳細な図示は省略するが、二つの吸気ポート 1 8 のうちの一方の吸気ポート 1 8 につながるプライマリ通路と、他方の吸気ポート 1 8 につながるセカンダリ通路との内の、セカンダリ通路に配設されている。スワールコントロール弁 5 6 は、セカンダリ通路の断面を絞ることができる開度調節弁である。スワールコントロール弁 5 6 の開度が小さいと、一方の吸気ポート 1 8 から燃焼室 1 7 に入る吸気流量が相対的に多くかつ、他方の吸気ポート 1 8 から燃焼室 1 7 に入る吸気流量が相対的に少ないから、燃焼室 1 7 内のスワール流が強くなる。スワールコントロール弁 5 6 の開度が大きいと、二つの吸気ポート 1 8 のそれぞれから燃焼室 1 7 に入る吸気流量が略均等になるから、燃焼室 1 7 内のスワール流が弱くなる。スワールコントロール弁 5 6 を全開にすると、スワール流が発生しない。

10

【 0 0 5 7 】

エンジン 1 の他側面には、排気通路 5 0 が接続されている。排気通路 5 0 は、各シリンダ 1 1 の排気ポート 1 9 に連通している。排気通路 5 0 は、燃焼室 1 7 から排出された排気ガスが流れる通路である。排気通路 5 0 の上流部分は、詳細な図示は省略するが、シリンダ 1 1 毎に分岐する独立通路を構成している。独立通路の上流端が、各シリンダ 1 1 の排気ポート 1 9 に接続されている。

20

【 0 0 5 8 】

排気通路 5 0 には、複数の触媒コンバーターを有する排気ガス浄化システムが配設されている。上流の触媒コンバーターは、図示は省略するが、エンジンルーム内に配設されている。上流の触媒コンバーターは、三元触媒 5 1 1 と、G P F (Gasoline Particulate Filter) 5 1 2 とを有している。下流の触媒コンバーターは、エンジンルーム外に配設されている。下流の触媒コンバーターは、三元触媒 5 1 3 を有している。尚、排気ガス浄化システムは、図例の構成に限定されるものではない。例えば、G P F は省略してもよい。また、触媒コンバーターは、三元触媒を有するものに限定されない。さらに、三元触媒及び G P F の並び順は、適宜変更してもよい。

30

【 0 0 5 9 】

吸気通路 4 0 と排気通路 5 0 との間には、外部 E G R システムを構成する E G R 通路 5 2 が接続されている。E G R 通路 5 2 は、排気ガスの一部を吸気通路 4 0 に還流させるための通路である。E G R 通路 5 2 の上流端は、排気通路 5 0 における上流の触媒コンバーターと下流の触媒コンバーターとの間に接続されている。E G R 通路 5 2 の下流端は、吸気通路 4 0 における過給機 4 4 の上流部に接続されている。E G R 通路 5 2 を流れる E G R ガスは、バイパス通路 4 7 のエアバイパス弁 4 8 を通らずに、吸気通路 4 0 における過給機 4 4 の上流部に入る。

【 0 0 6 0 】

E G R 通路 5 2 には、水冷式の E G R クーラー 5 3 が配設されている。E G R クーラー 5 3 は、排気ガスを冷却する。E G R 通路 5 2 にはまた、E G R 弁 5 4 が配設されている。E G R 弁 5 4 は、E G R 通路 5 2 を流れる排気ガスの流量を調節する。E G R 弁 5 4 の開度を調節することによって、冷却した排気ガス、つまり外部 E G R ガスの還流量を調節することができる。

40

【 0 0 6 1 】

この構成例において、E G R システム 5 5 は、外部 E G R システムと、内部 E G R システムとによって構成されている。外部 E G R システムは、内部 E G R システムよりも低温の排気ガスを、燃焼室 1 7 に供給することができる。E G R システム 5 5 は、状態量調節部の一例である。

【 0 0 6 2 】

50

図 1 及び図 3 において、符号 57 は、クランクシャフト 15 に連結されたオルタネータ 57 である。オルタネータ 57 は、エンジン 1 によって駆動される。

【0063】

内燃機関の制御装置は、エンジン 1 を運転するための ECU (Engine Control Unit) 10 を備えている。ECU 10 は、周知のマイクロコンピュータをベースとするコントローラーであって、図 3 に示すように、プログラムを実行する中央演算処理装置 (Central Processing Unit: CPU) 101 と、例えば RAM (Random Access Memory) や ROM (Read Only Memory) により構成されてプログラム及びデータを格納するメモリ 102 と、電気信号の入出力をする入出力バス 103 と、を備えている。ECU 10 は、制御部の一例である。

10

【0064】

ECU 10 には、図 1 及び図 3 に示すように、各種のセンサ SW1 ~ SW17 が接続されている。センサ SW1 ~ SW17 は、信号を ECU 10 に出力する。センサには、以下のセンサが含まれる。

【0065】

エアフローセンサ SW1 : 吸気通路 40 におけるエアクリーナー 41 の下流に配置されかつ、吸気通路 40 を流れる新気の流量を計測する

第 1 吸気温度センサ SW2 : 吸気通路 40 におけるエアクリーナー 41 の下流に配置されかつ、吸気通路 40 を流れる新気の温度を計測する

第 1 圧力センサ SW3 : 吸気通路 40 における EGR 通路 52 の接続位置よりも下流でかつ、過給機 44 の上流に配置されかつ、過給機 44 に流入するガスの圧力を計測する

20

第 2 吸気温度センサ SW4 : 吸気通路 40 における過給機 44 の下流でかつ、バイパス通路 47 の接続位置よりも上流に配置されかつ、過給機 44 から流出したガスの温度を計測する

第 2 圧力センサ SW5 : サージタンク 42 に取り付けられかつ、過給機 44 の下流のガスの圧力を計測する

筒内圧センサ SW6 : 各シリンダ 11 に対応してシリンダヘッド 13 に取り付けられかつ、各燃焼室 17 内の圧力を計測する

NOx センサ SW7 : 排気通路 50 における三元触媒 513 の下流に配置されかつ、三元触媒 513 を通過した排気ガス中の NOx 濃度を計測する

30

リニア O₂ センサ SW8 : 排気通路 50 における上流の触媒コンバーターよりも上流に配置されかつ、排気ガス中の酸素濃度を計測する

ラムダ O₂ センサ SW9 : 上流の触媒コンバーターにおける三元触媒 511 の下流に配置されかつ、排気ガス中の酸素濃度を計測する

水温センサ SW10 : エンジン 1 に取り付けられかつ、冷却水の温度を計測する

クランク角センサ SW11 : エンジン 1 に取り付けられかつ、クランクシャフト 15 の回転角を計測する

アクセル開度センサ SW12 : アクセルペダル機構に取り付けられかつ、アクセルペダルの操作量に対応したアクセル開度を計測する

吸気カム角センサ SW13 : エンジン 1 に取り付けられかつ、吸気カムシャフトの回転角を計測する

40

排気カム角センサ SW14 : エンジン 1 に取り付けられかつ、排気カムシャフトの回転角を計測する

EGR 差圧センサ SW15 : EGR 通路 52 に配置されかつ、EGR 弁 54 の上流及び下流の差圧を計測する

燃圧センサ SW16 : 燃料供給システム 61 のコモンレール 64 に取り付けられかつ、インジェクタ 6 に供給する燃料の圧力を計測する

第 3 吸気温度センサ SW17 : サージタンク 42 に取り付けられかつ、サージタンク 42 内のガスの温度、換言すると燃焼室 17 に導入される吸気の温度を計測する。

【0066】

50

ＥＣＵ１０は、これらのセンサＳＷ１～ＳＷ１７の信号に基づいて、エンジン１の運転状態を判断すると共に、予め定められている制御ロジックに従って、各デバイスの制御量を演算する。制御ロジックは、メモリ１０２に記憶されている。制御ロジックは、メモリ１０２に記憶している運転マップを用いて、目標量及び／又は制御量を演算することを含む。

【００６７】

ＥＣＵ１０は、演算をした制御量に係る電気信号を、インジェクタ６、点火プラグ２５、吸気電動Ｓ－ＶＴ２３、排気電動Ｓ－ＶＴ２４、燃料供給システム６１、スロットル弁４３、ＥＧＲ弁５４、過給機４４の電磁クラッチ４５、エアバイパス弁４８、スワールコントロール弁５６、及び、オルタネータ５７に出力する。

10

【００６８】

例えば、ＥＣＵ１０は、アクセル開度センサＳＷ１２の信号と運転マップとに基づいて、エンジン１の目標トルクを設定すると共に、目標過給圧を決定する。そして、ＥＣＵ１０は、目標過給圧と、第１圧力センサＳＷ３及び第２圧力センサＳＷ５の信号から得られる過給機４４の前後差圧とに基づいて、エアバイパス弁４８の開度を調節するフィードバック制御を行うことにより、過給圧が目標過給圧となるようにする。

【００６９】

また、ＥＣＵ１０は、エンジン１の運転状態と運転マップとに基づいて目標ＥＧＲ率を設定する。ＥＧＲ率は、燃焼室１７の中の全ガスに対するＥＧＲガスの比である。ＥＣＵ１０は、目標ＥＧＲ率とアクセル開度センサＳＷ１２の信号に基づく吸入空気量とに基づき目標ＥＧＲガス量を決定すると共に、ＥＧＲ差圧センサＳＷ１５の信号から得られるＥＧＲ弁５４の前後差圧に基づいてＥＧＲ弁５４の開度を調節するフィードバック制御を行うことにより、燃焼室１７の中に導入する外部ＥＧＲガス量が目標ＥＧＲガス量となるようにする。

20

【００７０】

さらに、ＥＣＵ１０は、所定の制御条件が成立している場合に空燃比フィードバック制御を実行する。具体的にＥＣＵ１０は、リニア O_2 センサＳＷ８、及び、ラムダ O_2 センサＳＷ９が計測した排気中の酸素濃度に基づいて、混合気の空燃比が所望の値となるように、インジェクタ６の燃料噴射量を調節する。

【００７１】

30

尚、その他のＥＣＵ１０によるエンジン１の制御の詳細は、後述する。

【００７２】

（ＳＰＣＣＩ燃焼のコンセプト）

エンジン１は、燃費の向上及び排出ガス性能の向上を主目的として、所定の運転状態にある場合に圧縮自己着火による燃焼を行う。自己着火による燃焼は、圧縮開始前の燃焼室１７の中の温度がばらつくと、自己着火のタイミングが大きく変化する。そこで、エンジン１は、ＳＩ燃焼とＣＩ燃焼とを組み合わせたＳＰＣＣＩ燃焼を行う。

【００７３】

ＳＰＣＣＩ燃焼は、点火プラグ２５が、燃焼室１７の中の混合気に強制的に点火をすることによって、混合気が火炎伝播によりＳＩ燃焼をすると共に、ＳＩ燃焼の発熱により燃焼室１７の中の温度が高くなりかつ、火炎伝播により燃焼室１７の中の圧力が上昇することによって、未燃混合気が自己着火によるＣＩ燃焼をする形態である。

40

【００７４】

ＳＩ燃焼の発熱量を調節することによって、圧縮開始前の燃焼室１７の中の温度のばらつきを吸収することができる。ＥＣＵ１０が点火時期を調節することによって、混合気を目標のタイミングで自己着火させることができる。

【００７５】

ＳＰＣＣＩ燃焼において、ＳＩ燃焼時の熱発生は、ＣＩ燃焼時の熱発生よりも穏やかである。図４は、ＳＰＣＣＩ燃焼における熱発生率の波形８０１を例示している。ＳＰＣＣＩ燃焼における熱発生率の波形８０１は、立ち上がりの傾きが、ＣＩ燃焼の波形における

50

立ち上がりの傾きよりも小さくなる。また、燃焼室 17 の中における圧力変動 ($dp/d\theta$) も、S I 燃焼時は、C I 燃焼時よりも穏やかになる。

【0076】

S I 燃焼の開始後、未燃混合気が自己着火すると、自己着火のタイミングで、熱発生率の波形の傾きが、小から大へと変化する場合がある。熱発生率の波形は、C I 燃焼が開始するタイミング θ_{ci} で、変曲点 X を有する場合がある。

【0077】

C I 燃焼の開始後は、S I 燃焼と C I 燃焼とが並行して行われる。C I 燃焼は、S I 燃焼よりも熱発生が大きいので、熱発生率は相対的に大きくなる。しかし、C I 燃焼は、圧縮上死点後に行われるため、熱発生率の波形の傾きが大きくなりすぎることが回避される。C I 燃焼時の圧力変動 ($dp/d\theta$) も、比較的穏やかになる。

【0078】

圧力変動 ($dp/d\theta$) は、燃焼騒音を表す指標として用いることができる。前述の通り S P C C I 燃焼は、圧力変動 ($dp/d\theta$) を小さくすることができるため、燃焼騒音が大きくなりすぎること回避することが可能になる。エンジン 1 の燃焼騒音は、許容レベル以下に抑えられる。

【0079】

C I 燃焼が終了することによって、S P C C I 燃焼が終了する。C I 燃焼は、S I 燃焼に比べて、燃焼期間が短い。S P C C I 燃焼は、S I 燃焼よりも、燃焼終了時期が早まる。

【0080】

S P C C I 燃焼の熱発生率波形は、S I 燃焼によって形成された第 1 熱発生率部 Q_{SI} と、C I 燃焼によって形成された第 2 熱発生部 Q_{CI} と、が、この順番に連続するように形成されている。

【0081】

(エンジンの運転領域)

図 5 は、エンジン 1 の制御に係る運転マップを例示している。運転マップは、E C U 10 のメモリ 102 に記憶されている。図 5 に例示する運転マップ 501 は、エンジン 1 の半暖機時の運転マップであり、502 は、エンジン 1 の温間時の運転マップである。E C U 10 は、燃焼室 17 の壁温及び吸気の温度それぞれの高低に応じて運転マップ 501 又は運転マップ 502 を選択する。E C U 10 は、選択した運転マップを用いてエンジン 1 を制御する。

【0082】

各運転マップ 501、502 は、エンジン 1 の負荷及び回転数によって規定されている。運転マップ 501 は、回転数の高低に対し二つの領域に分かれる。具体的に運転マップ 501 は、回転数 N_3 以上である高回転の領域 A1 と、低回転及び中回転の領域に広がる領域 A2 とに分かれる。運転マップ 502 は、三つの領域に分かれる。具体的に運転マップ 502 は、前述した高回転の領域 A1 と、低回転及び中回転の領域 A2 と、領域 A2 内における、 N_1 から N_2 の所定回転数範囲でかつ、 L_1 から L_2 の所定負荷範囲の領域 A3 とに分かれる。

【0083】

ここで、低回転領域、中回転領域、及び、高回転領域はそれぞれ、エンジン 1 の全運転領域を回転数方向に、低回転領域、中回転領域及び高回転領域の略三等分にした場合の、低回転領域、中回転領域、及び、高回転領域としてもよい。

【0084】

図 5 の運転マップ 501、502 は、各領域における混合気の状態及び燃焼形態を示している。エンジン 1 は、領域 A1 において S I 燃焼を行う。エンジン 1 はまた、領域 A2 及び A3 において S P C C I 燃焼を行う。以下、図 5 の運転マップ 501、502 の各領域におけるエンジン 1 の運転について詳細に説明をする。

【0085】

(領域 A 3 におけるエンジンの運転)

エンジン 1 が領域 A 3 において運転している場合に、エンジン 1 は、SPCCI 燃焼を行う。

【0086】

エンジン 1 の燃費性能を向上させるために、EGR システム 55 は、燃焼室 17 の中に EGR ガスを導入する。具体的に、吸気電動 S-VT 23 及び排気電動 S-VT 24 は、排気上死点付近において、吸気弁 21 及び排気弁 22 の両方を開弁するポジティブオーバーラップ期間を設ける。

【0087】

混合気の空燃比 (A/F) は、燃焼室 17 の全体において理論空燃比よりもリーンである (つまり、空気過剰率 $\lambda > 1$)。より詳細に、燃焼室 17 の全体において混合気の A/F は 25 以上 31 以下である。こうすることで、Raw NOx の発生を抑制することができ、排出ガス性能を向上させることができる。スロットル弁 43 は、全開である。

10

【0088】

インジェクタ 6 が燃料噴射を終了した後、点火プラグ 25 は、燃焼室 17 の混合気に点火をする。領域 A 3 でエンジン 1 は、リーン燃焼運転を行う。

【0089】

(領域 A 2 におけるエンジンの運転)

エンジン 1 が領域 A 2 において運転している場合に、エンジン 1 は、SPCCI 燃焼を行う。

20

【0090】

EGR システム 55 は、燃焼室 17 の中に EGR ガスを導入する。具体的に、吸気電動 S-VT 23 及び排気電動 S-VT 24 は、排気上死点付近において、吸気弁 21 及び排気弁 22 の両方を開弁するポジティブオーバーラップ期間を設ける。内部 EGR ガスが、燃焼室 17 の中に導入される。また、EGR システム 55 は、領域 A 2 の少なくとも一部の領域において、EGR クーラー 53 によって冷却した排気ガスを、EGR 通路 52 を通じて燃焼室 17 の中に導入する。つまり、内部 EGR ガスに比べて温度が低い外部 EGR ガスが、燃焼室 17 の中に導入される。外部 EGR ガスは、燃焼室 17 の中の温度を、適切な温度に調節する。EGR システム 55 は、エンジン 1 の負荷が高まるに従い EGR ガスの量を減らす。EGR システム 55 は、全開負荷において、内部 EGR ガス及び外部 EGR ガスを含む EGR ガスを、ゼロにしてもよい。

30

【0091】

混合気の空燃比 (A/F) は、燃焼室 17 の全体において理論空燃比 ($A/F = 14.7$) である。三元触媒 511、513 が、燃焼室 17 から排出された排出ガスを浄化することによって、エンジン 1 の排出ガス性能は良好になる。混合気の A/F は、三元触媒の浄化ウィンドウの中に収まるようにすればよい。混合気の空気過剰率 λ は、 1.0 ± 0.2 としてもよい。尚、エンジン 1 が、全開負荷 (つまり、最高負荷) において運転している場合には、混合気の A/F は、燃焼室 17 の全体において理論空燃比又は理論空燃比よりもリッチにしてもよい (つまり、混合気の空気過剰率 λ は、 $\lambda > 1$)。スロットル弁 43 は、全開又は中間開度に調節される。

40

【0092】

燃焼室 17 内に EGR ガスを導入しているため、燃焼室 17 の中の全ガスと燃料との重量比である G/F は理論空燃比よりもリーンになる。混合気の G/F は 18 以上にしてもよい。こうすることで、いわゆるノッキングの発生を抑制することができる。 G/F は 18 以上 30 以下において設定してもよい。また、 G/F は 18 以上 50 以下において設定してもよい。

【0093】

点火プラグ 25 は、インジェクタ 6 が燃料の噴射を行った後、圧縮上死点付近の所定のタイミングで混合気に点火をする。領域 A 2 においてエンジン 1 は、ストイキ燃焼運転を行う。

50

【 0 0 9 4 】

(領域 A 1 におけるエンジンの運転)

エンジン 1 の回転数が高いと、クランク角が 1° 変化するのに要する時間が短くなる。エンジン 1 の回転数が高くなると、S P C C I 燃焼を行うことが困難になる。

【 0 0 9 5 】

そこで、エンジン 1 が領域 A 1 において運転している場合に、エンジン 1 は、S P C C I 燃焼ではなく、S I 燃焼を行う。

【 0 0 9 6 】

E G R システム 5 5 は、燃焼室 1 7 の中に E G R ガスを導入する。E G R システム 5 5 は、負荷が高まるに従い E G R ガスの量を減らす。E G R システム 5 5 は、全開負荷では、E G R ガスをゼロにしてもよい。

10

【 0 0 9 7 】

混合気の空燃比 (A / F) は、基本的には、燃焼室 1 7 の全体において理論空燃比 (A / F 1 4 . 7) である。混合気の空気過剰率 λ は、 $1 . 0 \pm 0 . 2$ とすればよい。尚、エンジン 1 が全開負荷の付近において運転している場合には、混合気の空気過剰率 λ は 1 未満であってもよい。スロットル弁 4 3 は、全開又は中間開度に調節される。

【 0 0 9 8 】

点火プラグ 2 5 は、インジェクタ 6 が燃料の噴射を終了した後、圧縮上死点付近の適宜のタイミングで、混合気に点火を行う。

【 0 0 9 9 】

20

(運転マップのレイヤ構造)

運転マップ 5 0 1、5 0 2 は、図 6 に示すように、第 1 レイヤ 6 0 1 と第 2 レイヤ 6 0 2 との組み合わせによって構成されている。第 1 レイヤ 6 0 1 は、前述した運転マップ 5 0 1 に対応する。第 1 レイヤ 6 0 1 は、領域 A 1 と領域 A 2 とを含んでいる。

【 0 1 0 0 】

第 2 レイヤ 6 0 2 は、第 1 レイヤ 6 0 1 の上に重なるレイヤである。第 2 レイヤ 6 0 2 は、エンジン 1 の運転領域の一部に相当する。具体的に第 2 レイヤ 6 0 2 は、前述した運転マップ 5 0 2 における領域 A 3 に対応する。

【 0 1 0 1 】

第 2 レイヤ 6 0 2 は、燃焼室 1 7 の壁温及び吸気温度それぞれの高低に応じて選択される。燃焼室 1 7 の壁温が低い、又は、吸気温度が低いときには、第 2 レイヤ 6 0 2 が選択されなくて、第 1 レイヤ 6 0 1 のみによって運転マップ 5 0 1 が構成される。

30

【 0 1 0 2 】

燃焼室 1 7 の壁温が高くかつ、吸気温度が高いときには、第 2 レイヤ 6 0 2 が選択され、第 1 レイヤ 6 0 1 及び第 2 レイヤ 6 0 2 を重ねることにより運転マップ 5 0 2 が構成される。運転マップ 5 0 2 における領域 A 3 は、そこにおいて最上位の第 2 レイヤ 6 0 2 が有効になり、領域 A 1 及び領域 A 3 以外の領域 A 2 は、第 1 レイヤ 6 0 1 が有効になる。

【 0 1 0 3 】

燃焼室 1 7 の壁温が高くかつ、吸気温度が高いと、理論空燃比よりもリーンな混合気を、安定して S P C C I 燃焼させることができる。第 2 レイヤ 6 0 2 を選択することにより、エンジン 1 の一部の運転領域において、リーン混合気が S P C C I 燃焼する。エンジン 1 の燃費性能が向上する。

40

【 0 1 0 4 】

燃焼室 1 7 の壁温が低い、又は、吸気温度が低いと、エンジン 1 は、理論空燃比よりもリーンな混合気を安定して S P C C I 燃焼させることはできないが、理論空燃比又はほぼ理論空燃比の混合気を、安定して S P C C I 燃焼させることができる。エンジン 1 の一部の運転領域において、S I 燃焼ではなく、S P C C I 燃焼を行うことによってエンジン 1 の燃費性能が向上する。

【 0 1 0 5 】

(エンジンの運転モードの切り替え)

50

ＥＣＵ１０は、負荷と回転数とによって定まる運転点と運転マップ５０１、５０２とに基づいて、エンジン１をＳＰＣＣＩ燃焼又はＳＩ燃焼で運転させると共に、ＳＰＣＣＩ燃焼時には、ストイキ燃焼モード又はリーン燃焼モードで、エンジン１を運転させる。エンジン１の運転点が変化すると、エンジン１はストイキ燃焼モードからリーン燃焼モードへ切り替わったり、リーン燃焼モードからストイキ燃焼モードへ切り替わったりする。

【０１０６】

図７は、エンジン１の運転マップにおいて、エンジン１の運転点が変化する一例を示している。図７の例は、領域Ａ２においてストイキ燃焼モードでエンジン１が運転している運転点７０１から、例えば運転者のアクセル操作に伴いエンジン１の負荷が下がりがつ、回転数が上がることによって、領域Ａ３内の運転点７０２へ移行した場合を示す。エンジン１の運転点は、領域Ａ２とＡ３との境界（ここでは、負荷Ｌ２の境界）を跨いで、領域Ａ２からＡ３へと移行している。

10

【０１０７】

エンジン１の運転点領域Ａ２から領域Ａ３へと移行すると、ＥＣＵ１０は、領域Ａ３に対応するように、リーン燃焼モードでエンジン１を運転させることになる。しかしながら、混合気の空燃比を、理論空燃比からリーンへと変更するには、燃焼室１７内の状態量を大きく変更しなければならない。また、図７に一点鎖線で示すように、エンジン１の運転点は、領域Ａ３をそのまま通過して、直ぐにまた、領域Ａ２の運転点７０３へ移行する場合もある。さらに、図示は省略するが、運転者がアクセル操作のオンオフを繰り返すことによって、エンジン１の運転点が、例えば負荷Ｌ２の境界を繰り返し跨ぐように、変化する場合もある。

20

【０１０８】

加えて、リーン燃焼モードとストイキ燃焼モードとは燃焼形態が相違するため、燃焼音が異なる。燃焼形態の切り替えによって燃焼音が急激に変化すると、乗員に違和感を与える恐れがある。そのため、燃焼形態の切り替え時には、アクセル踏み込み量等に基づいて設定される目標トルクに対して、点火時期の遅角により、発生トルクを所定量低下させて運転する期間を設けている。

【０１０９】

上述した理由から、エンジン１の運転点が、リーン燃焼モードで運転する領域Ａ３と、ストイキ燃焼モードで運転する領域Ａ２との間を頻繁に行き来してしまうと、筒内状態量の調節が間に合わなくなり、燃焼が不安定になったり、燃焼形態の切り替えのためのトルクダウン運転が頻繁に入ったりして燃費性能が悪化してしまう恐れがある。

30

【０１１０】

そこで、このエンジン１は、エンジン１の運転点領域Ａ２と領域Ａ３との境界を跨いで、領域Ａ２から領域Ａ３へ移行する場合に、運転点が移行した領域に滞在する時間を予測し、その滞在時間の長さに応じて、燃焼モードを切り替えたり、燃焼モードの切り替えを禁止したりする。これにより、頻繁な燃焼モードの切り替えに伴い燃焼が不安定性になることを抑制して、燃費性能の悪化を抑制する。

【０１１１】

図８は、燃焼モードの切り替えに関する制御を実行するＥＣＵ１０の機能ブロックを例示している。ＥＣＵ１０は、移行判断部１０４と、予測部１０５と、燃焼モード切替部１０６とを有している。

40

【０１１２】

移行判断部１０４は、前述した各センサＳＷ１～ＳＷ１７の信号に基づいて、エンジン１の運転点を判断する。移行判断部１０４はまた、その運転点と、メモリ１０２に記憶している運転マップ５０２とに基づいて、エンジン１の運転点が、領域Ａ２から領域Ａ３へ移行したか、又は、領域Ａ３から領域Ａ２へ移行したかの判断を行う。

【０１１３】

予測部１０５は、移行判断部１０４が、領域Ａ２から領域Ａ３への運転点の移行を判断した場合に、運転点が移行した領域Ａ３内に滞在する時間を予測する。具体的に予測部１

50

05は、移行した領域A3内の運転点から、領域A2と領域A3との境界までの距離と、運転点が領域A2と領域A3との境界を跨いて領域A3へ移行した時の速度とに基づいて、滞在時間を予測する。

【0114】

例えば図7に示すように、運転点701から運転点702へ移行した場合を考える。運転点701の負荷及び圧力をそれぞれ、 P_{i-1} 及び NE_{i-1} とし、運転点702の負荷及び圧力をそれぞれ、 P_i 及び NE_i とすると、領域A3内の運転点702から、領域A2と領域A3との境界までの距離は、負荷方向については、 $|P_{th} - P_i|$ で表され、回転数方向については、 $NE_{th} - NE_i$ で表される。ここで、領域A2と領域A3との境界は、運転点の移動方向の先に位置する境界である。図7の例では、負荷方向の境界は、負荷L1に相当し（つまり、 $P_{th} = L1$ ）、回転数方向の境界は、回転数N2に相当する（つまり、 $NE_{th} = N2$ ）。

10

【0115】

また、図7の例では、運転点の負荷方向の速度 ΔP は、運転点701から運転点702への移行に要した時間 Δt を用いて、 $\Delta P = |P_i - P_{i-1}| / \Delta t$ で表され、回転数方向の速度 ΔNE は、 $\Delta NE = |NE_i - NE_{i-1}| / \Delta t$ で表される。

【0116】

ここで、負荷方向についての滞在時間は、 $|P_{th} - P_i| / \Delta P$ で表し、回転数方向についての滞在時間は、 $|NE_{th} - NE_i| / \Delta NE$ で表す。

【0117】

20

燃焼モード切替部106は、予測部105が予測した滞在時間 $|P_{th} - P_i| / \Delta P$ 及び $|NE_{th} - NE_i| / \Delta NE$ に基づいて、滞在時間が予め設定した基準時間以上の場合、運転点が、領域A3内に滞在する時間が長いと判断する。燃焼モード切替部106は、移行した領域A3に対応するリーン燃焼モードに切り替える。

【0118】

一方、燃焼モード切替部106は、滞在時間が基準時間未満の場合は、運転点が、領域A3内に滞在する時間が短いと判断する。燃焼モード切替部106は、移行した領域A3に対応するリーン燃焼モードに切り替えることを禁止し、移行前の領域A2に対応するストイキ燃焼モードを継続する。

【0119】

30

燃焼モード切替部106は、設定した燃焼モードに応じて、インジェクタ6、吸気電動S-VT23、排気電動S-VT24、スロットル弁43、EGR弁54及びエアバイパス弁48に信号を出力し、燃焼室17内の状態量を調節する。つまり、混合気を理論空燃比又は理論空燃比よりもリーンにする。

【0120】

次に、図9のフローチャートを参照しながら、ECU10が実行する、エンジンの燃焼モードの切り替えに係る制御について説明する。尚、図9のフローチャートにおける各ステップの順番は入れ替えることも可能である。

【0121】

40

図9のフローチャートのステップS1において、ECU10は、各センサSW1～SW17の信号を読み込み、続くステップS2において、ECU10は、エンジン1の運転点を判断する。次のステップS3において、ECU10の移行判断部104は、ステップS2で判断した運転点と、メモリ102に記憶している運転マップ501、502とに基づいて、エンジン1の運転点の領域の変更がないか否かを判断する。ステップS3の判断がNOの場合、プロセスはステップS4に進み、YESの場合、プロセスはステップS9に進む。

【0122】

領域が変更したステップS4において、ECU10の予測部105は、図7に例示したように、運転マップにおける、負荷方向の境界と運転点との距離 $|P_{th} - P_i|$ と、回転数方向の境界と運転点との距離 $|NE_{th} - NE_i|$ を演算する。ここでの境界は、前述し

50

たように、運転点の移動方向に応じて、L 1、L 2、N 1 又は N 2 に設定される。

【0123】

次のステップ S 5 において予測部 105 は、負荷方向の運転点の変化速度 ΔP と、回転数方向の運転点の変化速度 ΔNE とを演算する。

【0124】

そして、ステップ S 6 において燃焼モード切替部 106 は、負荷方向の滞在時間 $|P_{th} - P_i| / \Delta P$ が基準時間以上であるか否かを判断する。ステップ S 6 の判断が YES であれば、プロセスはステップ S 7 に進む。NO であれば、プロセスはステップ S 9 に進む。

【0125】

ステップ S 7 において燃焼モード切替部 106 は、回転数方向の滞在時間 $|NE_{th} - NE_i| / \Delta NE$ が基準時間以上であるか否かを判断する。ステップ S 7 の判断が YES であれば、プロセスはステップ S 8 に進む。NO であれば、プロセスはステップ S 9 に進む。

【0126】

ステップ S 8 において燃焼モード切替部 106 は、運転点の滞在時間が長いと判断したため、運転点に対応する燃焼モードに切り替える。つまり、運転点が領域 A 2 へ移行した場合は、領域 A 2 に対応するよう、ストイキ燃焼モードに切り替え、領域 A 3 へ移行した場合は、領域 A 3 に対応するよう、リーン燃焼モードに切り替える。

【0127】

一方、ステップ S 9 において燃焼モード切替部 106 は、当該運転点において、燃焼モードを切り替えないで維持することが可能か否かを判断する。プロセスがステップ S 9 へ移行する場合の一つは、ステップ S 3 において、エンジン 1 の運転点が領域の変更を伴っていないと判断された場合である。この場合は領域がそもそも変更しないため、ステップ S 9 の判断は YES になり、プロセスはステップ S 10 に進む。燃焼モード切替部 106 は、燃焼モードを変更しない。

【0128】

また、前述したステップ S 6 又はステップ S 7 の判断が NO であった場合もプロセスはステップ S 9 へ移行する。この場合は、運転点が領域 A 2 から A 3 へと移行したものの、滞在時間が短いと判断された場合と、運転点が領域 A 3 から A 2 へと移行したものの、滞在時間が短いと判断された場合と、の二通りがある。

【0129】

運転点が領域 A 2 から A 3 へと移行したものの、滞在時間が短いと判断された場合、ステップ S 9 において燃焼モード切替部 106 は、ストイキ燃焼モードを維持可能か否か、を判断する。図 6 に例示するように、運転マップ 502 は、第 1 レイヤ 601 と第 2 レイヤ 602 とを重ねており、運転点 702 は、第 1 レイヤ 601 の運転点であると共に、第 2 レイヤ 602 の運転点である。領域 A 3 内の運転点 702 は、ストイキ燃焼モード及びリーン燃焼モードの両方の燃焼モードを実行することができる。そのため、ステップ S 9 の判断は YES となり、プロセスはステップ S 10 に進む。運転点が領域 A 2 から領域 A 3 へ移行したものの、燃焼モード切替部 106 は、ストイキ燃焼モードを継続する。

【0130】

一方、運転点が領域 A 3 から A 2 へと移行したものの、滞在時間が短いと判断された場合、ステップ S 9 において燃焼モード切替部 106 は、リーン燃焼モードを維持可能か否か、を判断する。運転マップ 502 における領域 A 2 の運転点（例えば運転点 703）は、第 1 レイヤ 601 の運転点であるが、第 2 レイヤ 602 の運転点ではない。領域 A 2 内の運転点は、リーン燃焼モードを実行することができない。そのため、ステップ S 9 の判断は NO となり、プロセスはステップ S 8 に進む。この場合、燃焼モード切替部 106 は、ストイキ燃焼モードに切り替える。

【0131】

従って、運転点が領域 A 2 から領域 A 3 へ移行した場合は、運転点の領域 A 3 の滞在時

10

20

30

40

50

間の予測に応じて、ストイキ燃焼モードからリーン燃焼モードへ切り替えたり、ストイキ燃焼モードを継続したりする。これにより、運転モードが頻繁に切り替わることが抑制されるから、燃焼が不安定になることを抑止して、燃費性能の悪化を抑制することができる。

【0132】

一方、運転点が領域A3から領域A2へ移行した場合は、リーン燃焼モードが実行不可であるため、ECU10は、ストイキ燃焼モードへ必ず切り替える。これにより、理論空燃比の混合気を安定的に燃焼させることができる。

【0133】

前記の構成では、距離と速度とから求めた値（つまり滞在時間）に応じて、燃焼モードの切り替えを行っているが、距離に応じて燃焼モードの切り替えを行ってもよい。図10は、距離に応じて燃焼モードの切り替えを行う制御のフローチャートの一部を示している。図10のフローチャートにおいて、図9に示すフローチャートと同じステップは同じ符号を付している。図10のフローチャートは、図9のフローチャートのステップS5を省略すると共に、ステップS6及びS7をそれぞれ、ステップS61及びS71に置き換えている。

10

【0134】

ステップS61において燃焼モード切替部106は、負荷方向の距離 $|P_{th} - P_i|$ が基準値以上であるか否かを判断する。距離が長いと運転点の滞在時間が長いと予測することができる。ステップS61の判断がYESの場合、プロセスはステップS71に進み、NOの場合、プロセスはステップS9に進む。

20

【0135】

同様に、ステップS71において燃焼モード切替部106は、回転数方向の距離 $|N_{th} - N_{ei}|$ が基準値以上であるか否かを判断する。この場合も、距離が長いと運転点の滞在時間が長いと予測することができる。ステップS71の判断がYESの場合、プロセスはステップS8に進み、燃焼モードを切り替える。NOの場合、プロセスはステップS9に進む。

【0136】

このように、負荷方向の距離及び回転数方向の距離に基づいて滞在時間の長短を予測することができる。ECU10は、負荷方向の距離及び回転数方向の距離に基づいて、燃焼モードの切り替えを適切に行うことができる。

30

【0137】

図11は、速度に応じて燃焼モードの切り替えを行う制御のフローチャートの一部を示している。図11のフローチャートにおいて、図9に示すフローチャートと同じステップは同じ符号を付している。図11のフローチャートは、図9のフローチャートのステップS4を省略すると共に、ステップS6及びS7をそれぞれ、ステップS62及びS72に置き換えている。

【0138】

ステップS62において燃焼モード切替部106は、負荷方向の速度 ΔP が基準値未満であるか否かを判断する。速度が遅いと運転点の領域内の滞在時間が長いと予測することができる。ステップS61の判断がYESの場合、プロセスはステップS72に進み、NOの場合、プロセスはステップS9に進む。

40

【0139】

同様に、ステップS72において燃焼モード切替部106は、回転数方向の速度 ΔN_E が基準値未満であるか否かを判断する。前記と同様に、速度が遅いと運転点の領域内の滞在時間が長いと予測することができる。ステップS72の判断がYESの場合、プロセスはステップS8に進み、燃焼モードを切り替える。NOの場合、プロセスはステップS9に進む。

【0140】

このように、負荷方向の速度及び回転数方向の速度に基づいて滞在時間の長短を予測す

50

ることができるから、ＥＣＵ１０は、負荷方向の速度及び回転数方向の速度に基づいて燃焼モードの切り替えを適切に行うことができる。

【０１４１】

但し、運転マップ５０２上において、負荷方向及び回転数方向の距離が長くても、負荷方向及び回転数方向へ移動する速度が速いと、運転点が第２領域から第１領域へと移行するまでの時間が短い可能性がある。つまり、滞在時間が短くなる可能性がある。

【０１４２】

逆に、運転マップ５０２上において、負荷方向及び回転数方向の距離が短くても、負荷方向及び回転数方向の速度が遅いと、運転点が第２領域から第１領域へと移行するまでの時間が長い可能性がある。つまり、滞在時間が長くなる可能性がある。

10

【０１４３】

図９に示すように、距離と速度との両方を用いることによって、運転点の滞在時間をより精度良く予測することができ、燃費の向上により有利になる。

【０１４４】

尚、ここに開示する技術は、前述した構成のエンジン１に適用することに限定されない。エンジン１の構成は、様々な構成を採用することが可能である。

【符号の説明】

【０１４５】

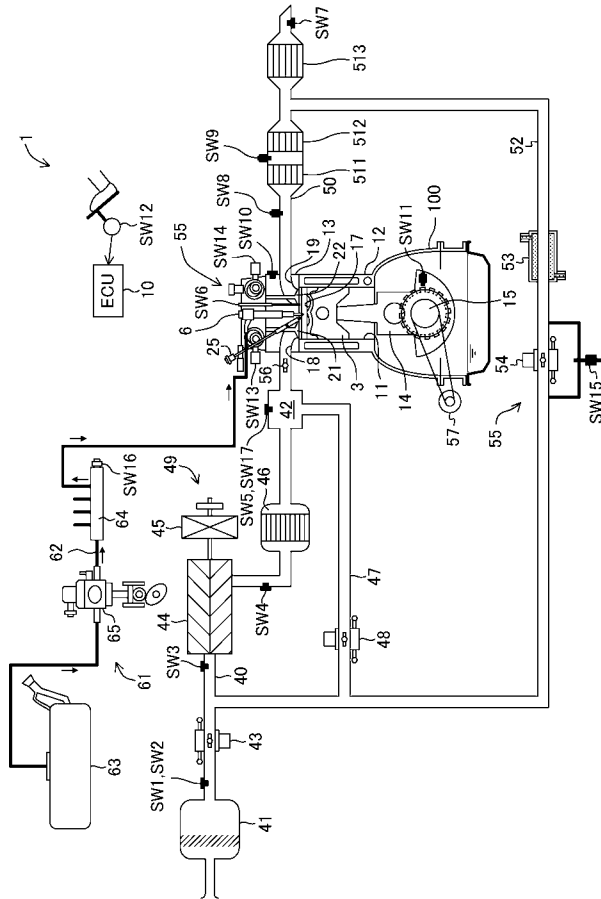
- １ エンジン（内燃機関）
- １０ ＥＣＵ（制御部）
- １０４ 移行判断部
- １０５ 予測部
- １０６ 燃焼モード切替部
- ＳＷ１ エアフローセンサ
- ＳＷ２ 第１吸気温度センサ
- ＳＷ３ 第１圧力センサ
- ＳＷ４ 第２吸気温度センサ
- ＳＷ５ 第２圧力センサ
- ＳＷ６ 筒内圧センサ
- ＳＷ７ ＮＯ_xセンサ
- ＳＷ８ リニアＯ₂センサ
- ＳＷ９ ラムダＯ₂センサ
- ＳＷ１０ 水温センサ
- ＳＷ１１ クランク角センサ
- ＳＷ１２ アクセル開度センサ
- ＳＷ１３ 吸気カム角センサ
- ＳＷ１４ 排気カム角センサ
- ＳＷ１５ ＥＧＲ差圧センサ
- ＳＷ１６ 燃圧センサ
- ＳＷ１７ 第３吸気温度センサ

20

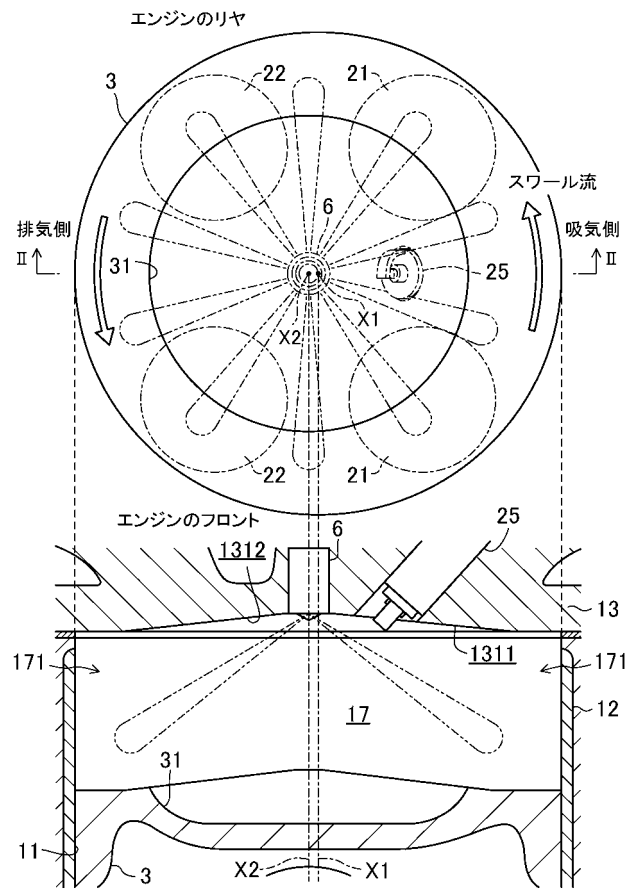
30

40

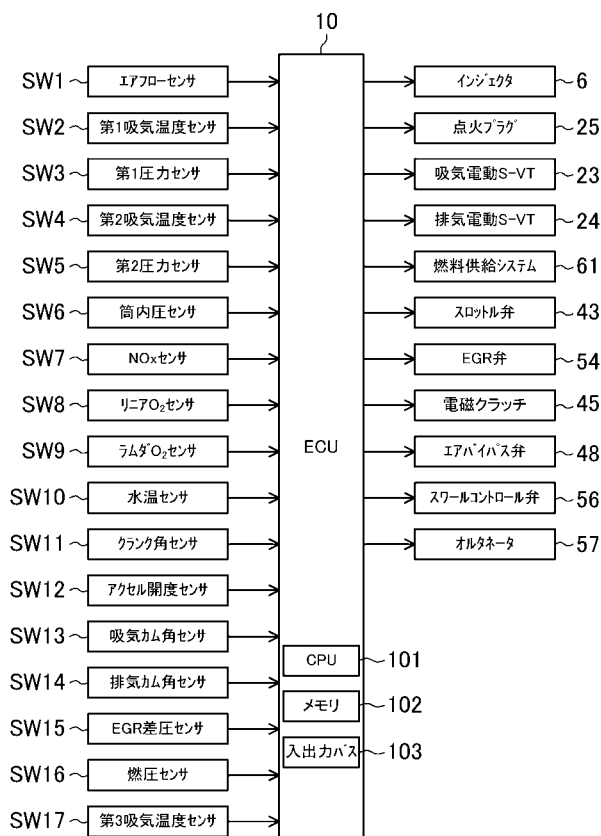
【図 1】



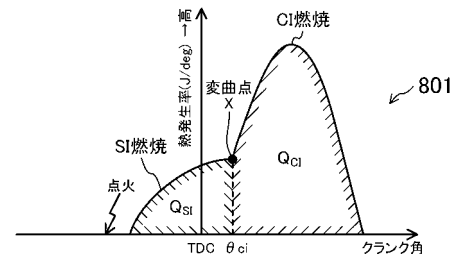
【図 2】



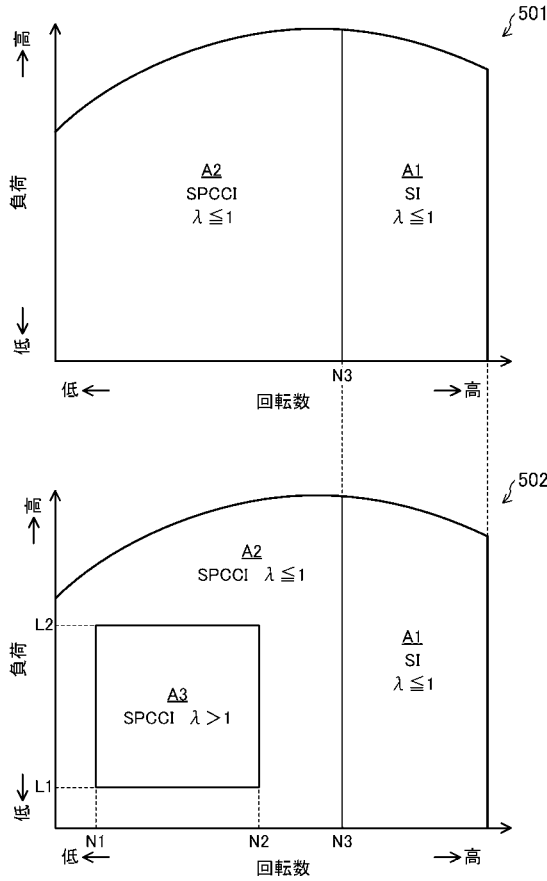
【図 3】



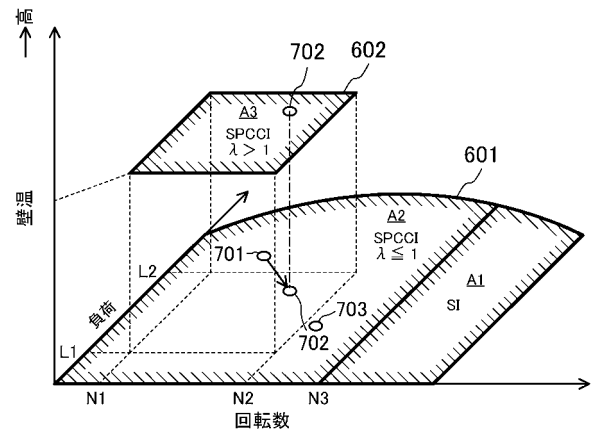
【図 4】



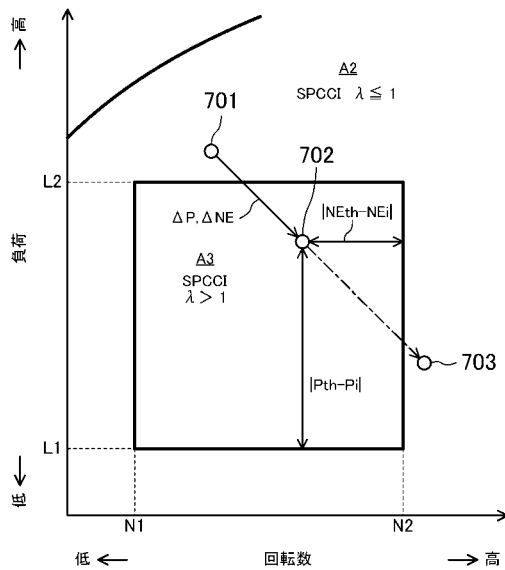
【図 5】



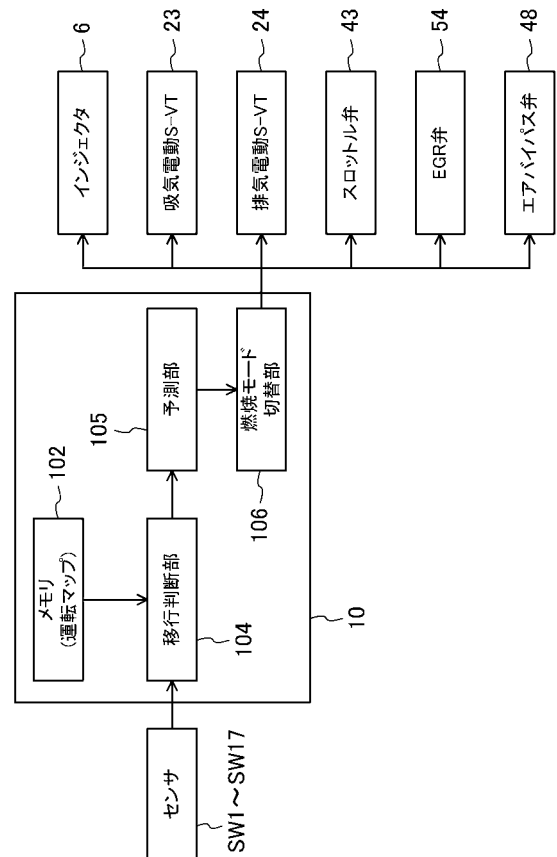
【図 6】



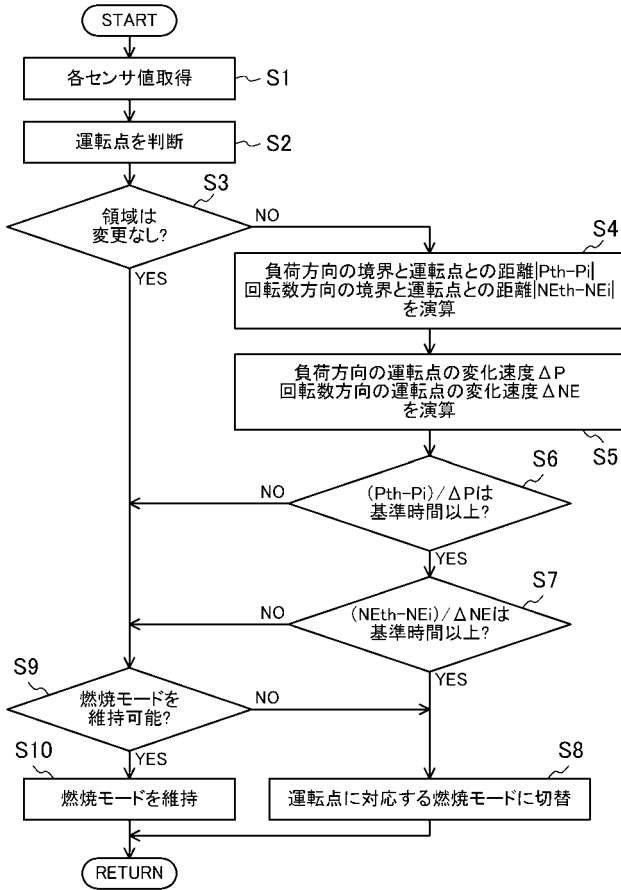
【図 7】



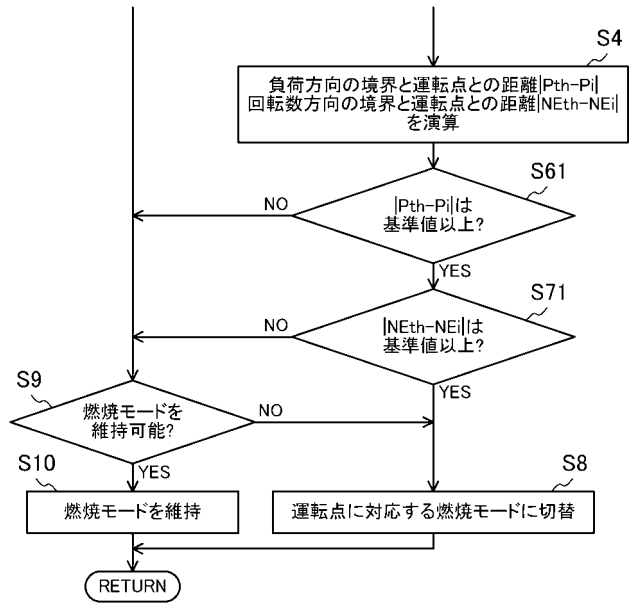
【図 8】



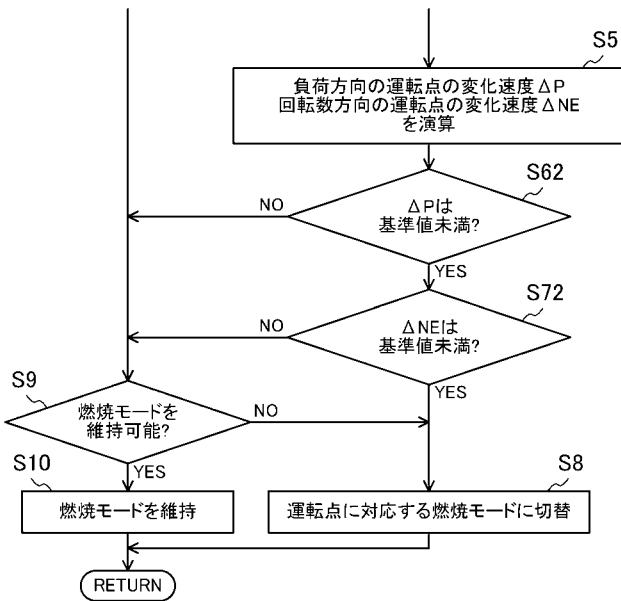
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 有留 義祥

広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ株式会社内

F ターム(参考) 3G301 HA01 HA04 HA11 HA13 HA19 JA02 JA06 KA11 NE13 NE15

PA01Z PA06Z PA07Z PA16Z PB08Z PC01Z PD03Z PD04Z PD15Z PE08Z

PE10Z