

(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2005-299525

(P2005-299525A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

F02D 19/06

F02D 19/06

B

3G092

F02D 19/02

F02D 19/02

B

3G301

F02D 41/06

F02D 41/06

330S

3G384

F02D 41/10

F02D 41/10

330B

F02D 41/22

F02D 41/22

325B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-117646 (P2004-117646)

(22) 出願日 平成16年4月13日 (2004.4.13)

(71) 出願人 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 100106150

弁理士 高橋 英樹

(74) 代理人 100082175

弁理士 高田 守

(74) 代理人 100120499

弁理士 平山 淳

(72) 発明者 品川 知広

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

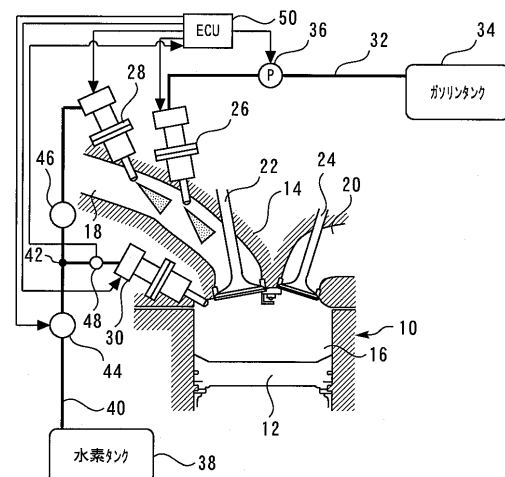
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、内燃機関の制御装置に関し、運転状態に応じた適切な手法で水素を供給することができ、これにより、機関性能を向上させることを目的とする。

【解決手段】 吸気ポート18に、ガソリンを噴射するガソリン噴射弁26と、水素を噴射する水素燃料ポート噴射弁28とを設ける。シリンダヘッド14に、水素を筒内に噴射する水素燃料筒内噴射弁30を設ける。内燃機関10の運転状態に応じて、用いる噴射弁を選択する。通常運転時には、ガソリン噴射弁26および水素燃料ポート噴射弁28を選択する。高負荷時には、ガソリン噴射弁26および水素燃料筒内噴射弁30を選択する。また、始動時には、水素燃料筒内噴射弁30のみを選択する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

主燃料を噴射する主燃料噴射弁と、
水素燃料を吸気ポートに噴射する水素燃料ポート噴射弁と、
水素燃料を筒内に噴射する水素燃料筒内噴射弁とを備え、
内燃機関の運転状態に応じて、前記主燃料噴射弁、前記水素燃料ポート噴射弁、および
前記水素燃料筒内噴射弁の中から燃料噴射に用いる噴射弁を選択する噴射弁選択手段と、
前記噴射弁選択手段により選択された噴射弁を用いて燃料噴射を実行する燃料噴射実行
手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【請求項 2】

前記噴射弁選択手段は、内燃機関の始動時には、前記水素燃料筒内噴射弁のみによる燃
料噴射を選択し、
前記燃料噴射実行手段は、成層運転が実現されるように燃料噴射を実行することを特徴
とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記主燃料噴射弁は、主燃料を吸気ポートに噴射する噴射弁であり、
前記噴射弁選択手段は、内燃機関の通常運転時には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料
ポート噴射弁とによる燃料噴射を選択することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制
御装置。

20

【請求項 4】

前記噴射弁選択手段は、加速が開始された時点から所定の噴射弁変更期間が経過するま
での間は、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択するこ
とを特徴とする請求項 3 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記噴射弁選択手段は、内燃機関の高負荷時には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒
内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、
前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料
噴射を開始することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

30

【請求項 6】

前記噴射弁選択手段は、ノッキングが検出された場合には、前記主燃料噴射弁と前記水
素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、
前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料
噴射を開始することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記噴射弁選択手段は、排気温度が所定の上限値を越えた場合には、前記主燃料噴射弁
と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、
前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料
噴射を開始することを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、ガソリン等の主燃料と水素燃料の双方
を燃料として利用する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、例えば特開平 9 - 195857 号公報には、ガソリンを吸気ポートに噴射するガ
ソリン噴射弁と、水素を吸気ポートに噴射する水素ポート噴射弁とを備える内燃機関が開
示されている。また、従来、例えば特開平 7 - 63128 号公報には、ガソリンを吸気ポ
ートに噴射するガソリン噴射弁と、水素を筒内に噴射する水素筒内噴射弁とを備える内燃

50

機関が開示されている。水素を燃料として用いると、燃焼速度がガソリンの場合に比して格段に速くなる。このため、上記従来の技術の何れにおいても、ガソリンを主燃料として用いつつ、更に水素を添加することにより、燃焼状態を改善させることができる。

【 0 0 0 3 】

【 特 許 文 献 1 】 特 開 平 9 - 1 9 5 8 5 7 号 公 報

【 特 許 文 献 2 】 特 開 平 7 - 6 3 1 2 8 号 公 報

【 発 明 の 開 示 】

【 発 明 が 解 決 し よ う と す る 課 題 】

【 0 0 0 4 】

上記従来の技術のようにガソリンを主燃料とする内燃機関において、水素を燃料として利用すれば、内燃機関の運転状態に応じて様々なメリットを得ることが可能である。しかしながら、上述した従来の技術のように、水素を供給する燃料噴射弁を吸気ポートまたは筒内の何れか一方に備える構成では、主燃料と共に、あるいは単独で水素を燃料として用いるメリットを生かしきれない。

10

【 0 0 0 5 】

この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、運転状態に応じた適切な手法で水素を供給することができ、これにより、機関性能を向上させることのできる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【 課 題 を 解 決 す る た め の 手 段 】

【 0 0 0 6 】

20

第 1 の発明は、上記の目的を達成するため、主燃料を噴射する主燃料噴射弁と、水素燃料を吸気ポートに噴射する水素燃料ポート噴射弁と、水素燃料を筒内に噴射する水素燃料筒内噴射弁とを備え、内燃機関の運転状態に応じて、前記主燃料噴射弁、前記水素燃料ポート噴射弁、および前記水素燃料筒内噴射弁の中から燃料噴射に用いる噴射弁を選択する噴射弁選択手段と、前記噴射弁選択手段により選択された噴射弁を用いて燃料噴射を実行する燃料噴射実行手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、第 2 の発明は、第 1 の発明において、前記噴射弁選択手段は、内燃機関の始動時には、前記水素燃料筒内噴射弁のみによる燃料噴射を選択し、前記燃料噴射実行手段は、成層運転が実現されるように燃料噴射を実行することを特徴とする。

30

【 0 0 0 8 】

また、第 3 の発明は、第 1 の発明において、前記主燃料噴射弁は、主燃料を吸気ポートに噴射する噴射弁であり、前記噴射弁選択手段は、内燃機関の通常運転時には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料ポート噴射弁とによる燃料噴射を選択することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、第 4 の発明は、第 3 の発明において、前記噴射弁選択手段は、加速が開始された時点から所定の噴射弁変更期間が経過するまでの間は、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択することを特徴とする。

40

【 0 0 1 0 】

また、第 5 の発明は、第 1 の発明において、前記噴射弁選択手段は、内燃機関の高負荷時には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料噴射を開始することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、第 6 の発明は、第 1 の発明において、前記噴射弁選択手段は、ノッキングが検出された場合には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、

50

前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料噴射を開始することを特徴とする。

【0012】

また、第7の発明は、第1の発明において、前記噴射弁選択手段は、排気温度が所定の上限値を越えた場合には、前記主燃料噴射弁と前記水素燃料筒内噴射弁とによる燃料噴射を選択し、

前記燃料噴射実行手段は、吸気弁が閉弁した後に、前記水素燃料筒内噴射弁からの燃料噴射を開始することを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

第1の発明によれば、内燃機関の運転状態に応じて、燃料噴射に用いる噴射弁を選択することにより、内燃機関の様々な運転状態に対して、適切な手法で水素を供給することができる。このため、本発明によれば、主燃料と共に、あるいは単独で水素を燃料として用いるメリットを最大限に得ることができ、内燃機関の性能を向上させることができる。

【0014】

第2の発明によれば、始動時には、水素燃料筒内噴射弁が選択される。水素を燃料として成層運転を行えば、ガソリンなどの主燃料の場合に比して大幅に高い空気過剰率で希薄燃焼運転を行うことができ、また、未燃HCが排出されることもない。このため、本発明によれば、始動時に、水素燃料筒内噴射弁を選択して、内燃機関を高効率に運転することができる。

【0015】

第3の発明によれば、通常運転時には、主燃料噴射弁と水素燃料ポート噴射弁とが選択される。この際、水素が筒内ではなく吸気ポート内に噴射されると、吸気ポート内に噴射された水素と主燃料との混合状態、および、それらと空気との混合状態を良くすることができる。このため、本発明によれば、筒内に直接水素を噴射する場合に比して、更に希薄燃焼運転が可能な限界を延ばすことができ、その結果として、更なる燃費性能の向上や排気ガスの清浄化を実現することができる。

【0016】

第4の発明によれば、加速の初期時には、主燃料噴射弁と水素燃料筒内噴射弁とが選択される。水素燃料噴射弁は、水素燃料ポート噴射弁に比して噴射圧力が高い。このため、加速時に水素燃料筒内噴射弁が選択されることで、水素燃料ポート噴射弁を使用する場合に比して、高い追従性で水素の噴射量を増量させることができる。このため、本発明によれば、加速時に、良好なレスポンスで水素を供給することができる。

【0017】

第5の発明によれば、高負荷時には、主燃料噴射弁と水素燃料筒内噴射弁とが選択される。この際、吸気弁の閉弁後に水素を筒内に供給されるため、吸入空気量が減少しない。このため、本発明によれば、高負荷時に、水素添加による燃焼改善効果が得られることで、トルクを向上させることができる。

【0018】

第6の発明によれば、ノッキングが検出された場合には、主燃料噴射弁と水素燃料筒内噴射弁とが選択される。このため、本発明によれば、水素が供給される際に吸入空気量が減少しないため、トルクを減少させることなく、ノッキングを解消することができる。

【0019】

第7の発明によれば、排気温度が所定の上限値を越えた場合には、主燃料噴射弁と水素燃料筒内噴射弁とが選択される。このため、本発明によれば、水素が供給される際に吸入空気量が減少しないため、トルクを減少させることなく、排気温度を低下させることができ、これにより、触媒を保護することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

実施の形態1.

10

20

30

40

50

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の内燃機関 10 の構成を説明するための図である。内燃機関 10 の筒内には、その内部を往復移動するピストン 12 が設けられている。また、内燃機関 10 は、シリンダヘッド 14 を備えている。ピストン 12 とシリンダヘッド 14 との間には、燃焼室 16 が形成されている。燃焼室 16 には、吸気ポート 18 および排気ポート 20 が連通している。吸気ポート 18 および排気ポート 20 には、それぞれ吸気弁 22 および排気弁 24 が配置されている。

【0021】

吸気ポート 18 には、ポート内にガソリンを噴射するガソリン噴射弁 26 が配置されている。また、吸気ポート 18 には、ポート内に水素を噴射する水素燃料ポート噴射弁 28 が配置されている。更に、シリンダヘッド 14 には、筒内に水素を噴射する水素燃料筒内噴射弁 30 が配置されている。

【0022】

ガソリン噴射弁 26 には、ガソリン供給管 32 を介してガソリンタンク 34 が連通している。ガソリン供給管 32 は、ガソリン噴射弁 26 とガソリンタンク 34 との間に、ポンプ 36 を備えている。ポンプ 36 は、ガソリン噴射弁 26 に所定の圧力でガソリンを供給することができる。このため、ガソリン噴射弁 26 は、外部から供給される駆動信号を受けて開弁することにより、その開弁の時間に応じた量のガソリンを吸気ポート 18 内に噴射することができる。

【0023】

本実施形態のシステムは、気体状態にある水素を高圧で貯留するための水素タンク 38 を備えている。水素タンク 38 には、水素供給管 40 が連通している。水素供給管 40 は、その途中の分岐点 42 で分岐された後に、それぞれ水素燃料ポート噴射弁 28 と水素燃料筒内噴射弁 30 とに連通している。尚、本実施形態のシステムでは、水素燃料ポート噴射弁 28 および水素燃料筒内噴射弁 30 に供給される水素燃料として、外部から水素タンク 38 内に充填される水素ガスを使用しているが、これらの噴射弁に供給される水素燃料はこれに限定されるものではなく、車両上で生成、あるいは外部より供給される高濃度の水素を含む水素リッチガスを使用するものであってもよい。

【0024】

水素供給管 40 には、水素タンク 38 と分岐点 42 との間に、1 次レギュレータ 44 が配置されており、分岐点 42 と水素燃料ポート噴射弁 28 との間に、2 次レギュレータ 46 が配置されている。このような構成によれば、水素燃料筒内噴射弁 30 には、1 次レギュレータ 44 により減圧された所定の圧力で、水素タンク 38 内にある水素が供給される。また、水素燃料ポート噴射弁 28 には、更に 2 次レギュレータ 46 により減圧された所定の圧力で、水素が供給される。このため、水素燃料筒内噴射弁 30 および水素燃料ポート噴射弁 28 は、外部から供給される駆動信号を受けて開弁することにより、その開弁の時間に応じた量の水素を、それぞれ筒内および吸気ポート 18 内に噴射することができる。

【0025】

また、水素供給管 40 には、分岐点 42 と水素燃料筒内噴射弁 30 との間に、燃圧センサ 48 が配置されている。燃圧センサ 48 は、水素燃料筒内噴射弁 30 に供給される水素の圧力に応じた出力を発するセンサである。水素燃料筒内噴射弁 30 には、水素燃料ポート噴射弁 28 に比して高圧の水素が供給されることとなる。本実施形態のシステムでは、燃圧センサ 48 が発する出力に基づいて 1 次レギュレータ 44 を制御することとしている。このため、水素タンク 38 から供給される水素の圧力が変動する場合であっても、水素燃料筒内噴射弁 30 に安定した圧力で水素を供給することができる。

【0026】

本実施形態のシステムは、ECU 50 を備えている。ECU 50 には、上述した燃圧センサ 48 に加え、内燃機関 10 の運転状態を把握すべく、ノッキングの発生を検知する KCS センサや、スロットル開度、機関回転数、排気温度、冷却水温度、潤滑油温度、触媒床温度などを検出するための各種センサ（図示省略する）が接続されている。また、ECU 50 には

10

20

30

40

50

、上述したガソリン噴射弁 26、水素燃料ポート噴射弁 28、水素燃料筒内噴射弁 30、ポンプ 36 などのアクチュエータが接続されている。このような構成によれば、ECU 50 は、内燃機関 10 の運転状態に応じて、燃料噴射を実行する噴射弁を任意に選択することができる。

【0027】

次に、図 2 を参照して、本実施形態のシステムが内燃機関 10 の運転状態に応じて使用する噴射弁を選択して実行する運転手法について説明する。

【0028】

図 2 は、本発明の実施の形態 1 において実行される内燃機関 10 の運転手法を説明するための図である。本実施形態のシステムは、内燃機関 10 の運転状態に応じて、ガソリンと共

10

に水素を燃料として供給する噴射弁として、水素燃料ポート噴射弁 28 および水素燃料筒内噴射弁 30 の何れか一方を選択することを特徴としている。図 2 に示すように、主として用いられる通常運転領域では、燃料噴射を実行するための噴射弁として、ガソリン噴射弁 26 と水素燃料ポート噴射弁 28 とを選択することとしている。より具体的には、これらの噴射弁を用いて、希薄燃焼運転を実行することとしている。

【0029】

水素を燃料として用いると、燃焼速度がガソリンの場合に比して格段に速くなる。このため、通常運転領域では、ガソリンとともに水素を供給することにより燃焼状態を改善させることができ、安定して希薄燃焼運転を実現できる空気過剰率の限界を大幅に高めることができる。また、この運転領域において、水素燃料ポート噴射弁 28 をガソリン噴射弁

20

26 と共に使用し、水素を筒内ではなく吸気ポート 18 内に噴射することにより、吸気ポート 18 内に噴射された水素とガソリンとの混合状態、および、それらと空気との混合状態を良くすることができる。このため、本実施形態のシステムによれば、水素燃料筒内噴射弁 30 により筒内に直接水素を噴射する場合に比して、更に希薄燃焼運転が可能な限界を延ばすことができ、その結果として、更なる燃費性能の向上や排気ガスの清浄化を実現することができる。

【0030】

図 2 に示すように、高負荷領域では、出力優先のため、燃料噴射を実行するための噴射弁として、ガソリン噴射弁 26 と水素燃料筒内噴射弁 30 とを選択することとしている。より具体的には、高負荷領域では、ガソリン噴射弁 26 により、出力空燃比となるように

30

燃料噴射を実行すると共に、水素燃料筒内噴射弁 30 により、吸気弁 22 が閉弁した後に水素を筒内に噴射することとしている。このような構成によれば、水素添加により燃焼状態を改善することができるため、トルクを向上させることができる。

【0031】

また、高負荷領域において、水素燃料ポート噴射弁 28 ではなく水素燃料筒内噴射弁 30 を使用していることにより、上記の如く、吸気弁 22 が閉弁した後に水素を筒内に供給することができる。水素はガス燃料であるため、吸気弁 22 の閉弁前に吸気ポート 18 内に、あるいは筒内に水素を噴射することとすると、供給された水素の分だけ吸入空気量が減少し、その結果、ガソリンのみによる燃料噴射の場合に比して、逆にトルクが減少してしまう。これに対し、本実施形態のシステムによれば、筒内に吸入される吸入空気量を減

40

少させることがないため、水素添加による燃焼改善効果が得られることでトルクを向上させることが可能となる。

【0032】

また、図 2 に示すように、始動時（ここでいう始動時には、始動直後および暖機が完了するまでの冷機時を含む）では、燃料噴射を実行するための噴射弁として、水素燃料筒内噴射弁 30 のみを選択することとしている。より具体的には、始動時では、水素燃料筒内噴射弁 30 により、成層運転を実行することとしている。この成層運転は、点火時に、点火プラグ周辺に着火性に優れた混合気層が形成されるように、圧縮行程時に燃料を噴射する運転である。このような成層運転を実行することとすれば、筒内に供給された燃料全体として見た場合に、吸気ポート 18 内に、あるいは、筒内に均一に燃料を噴射する場合に

50

比して、より高い空気過剰率で燃焼を実現することができる。

【0033】

本実施形態では、水素燃料ポート噴射弁28ではなく水素燃料筒内噴射弁30を使用していることにより、上述した成層運転を行うことが可能となる。水素は着火性が良いため、水素を燃料として成層運転することにより、ガソリンを燃料とする場合に比して大幅に高い空気過剰率で希薄燃焼運転を実現することができる。このため、更に付け加えると、ガソリンの場合と異なり、NO_x排出量が増加してしまうという問題もない。また、始動時には、必要最小限のトルクしか内燃機関10に要求されないため、水素のみによる燃焼によれば十分である。更に、本実施形態の手法によれば、ガソリンを燃料とする場合のように、始動時に着火性の向上のために燃料を増量する必要もなく、また、未燃炭化水素(HC)が排出されることもない。このため、本実施形態のシステムによれば、始動時において、水素を燃料とする成層運転により、内燃機関10を高効率に運転することができる。

【0034】

図3は、本実施の形態1において、上記の機能を実現するためにECU50が実行するルーチンのフローチャートである。図3に示すルーチンでは、先ず、触媒床温度、エンジン冷却水温度、エンジン潤滑油温度が取得される(ステップ100)。次いで、上記ステップ100において入手した各温度が全て既定値以上か否かが判定される(ステップ102)。

具体的には、内燃機関10が始動した後に暖機が終了しているか否かを判定している。

【0035】

上記ステップ102において、暖機が終了していないと判定された場合には、水素燃料筒内噴射弁30による成層運転が実行される(ステップ104)。

一方、上記ステップ102において、暖機が終了していると判定された場合には、スロットル開度が取得される(ステップ106)。次いで、スロットル開度に基づいて、高負荷域か否かが判定される(ステップ108)。

【0036】

その結果、上記ステップ108において、高負荷領域でない、すなわち、通常運転領域であると判定された場合には、ガソリン噴射弁26と水素燃料ポート噴射弁28とによる希薄燃焼運転が実行される(ステップ110)。

一方、上記ステップ108において、高負荷領域であると判定された場合には、ガソリン噴射弁26と水素燃料筒内噴射弁30とにより、ガソリンを出力空燃比となるように噴射し、かつ、筒内に水素を添加する出力優先の運転が実行される(ステップ112)。

【0037】

以上説明した図3に示すルーチンの処理によれば、内燃機関10の運転状態に応じた最適な噴射弁を選択して水素を供給することができ、その結果として、全ての運転領域において、水素を利用するメリットが最大限得られるような運転を実行することができる。このため、本実施形態のシステムによれば、それぞれの運転状態において、燃費性能の向上、排気ガスの清浄化、および出力性能の向上など、機関の各性能を向上させることができる。

【0038】

尚、上述した実施の形態1においては、ガソリン噴射弁26が、前記第1の発明における「主燃料噴射弁」に相当している。また、ECU50が、上記ステップ102、108の処理を実行することにより前記第1の発明における「噴射弁選択手段」が、上記ステップ104、110、112の処理を実行することにより前記第1の発明における「燃料噴射実行手段」が、それぞれ実現されている。

【0039】

実施の形態2

次に、図4を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

本実施形態のシステムは、上述した実施の形態1の装置構成を用いて、ECU50に図4に示すルーチンを実行させることにより実現されるものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

上述した実施の形態 1 では、高負荷領域であれば、出力優先のため、ガソリンと共に水素を供給することとしている。これに対して、本実施形態のシステムは、高負荷領域であれば常に水素を添加するのではなく、必要に応じて水素を添加することとしている点に特徴を有している。

【 0 0 4 1 】

より具体的には、本実施形態のシステムでは、高負荷領域においては、ガソリン噴射弁 2 6 により、出力空燃比となるように燃料噴射を実行することとしている。このような運転がなされると、特に低回転域では、ノッキングが生ずることがある。そこで、本実施形態のシステムでは、ノッキングが発生した場合に、ガソリン噴射に加え、水素燃料筒内噴射弁 3 0 から水素を筒内に噴射することとしている。上記の如く、水素を添加すると、燃焼速度が速くなる。このため、ノッキング発生時に水素を添加することにより、ガソリンを増量したり、点火時期をリタードしたりする必要なく、ノッキングを解消することができる。また、水素燃料筒内噴射弁 3 0 を用いたことで、吸気弁 2 2 の閉弁された後に筒内に水素を噴射することができる。このため、筒内に吸入される新気の量を減少させることなく、つまり、トルクを減少させることなく、ノッキングを解消することができる。

【 0 0 4 2 】

また、高負荷領域において、ガソリンを燃料として出力空燃比で運転されると、特に高回転時では、排気温度が通常運転時に比してかなり高くなる。排気温度が高くなりすぎると、排気通路に配置される触媒の劣化が懸念される。そこで、本実施形態のシステムでは、排気温度が所定の上限値を上回った場合に、ガソリン噴射に加え、水素燃料筒内噴射弁 3 0 から水素を筒内に噴射することとしている。水素添加により燃焼速度が速くなると、燃焼がより早く完了する。その結果、燃料の熱エネルギーがより多く仕事に変換されることで、排気弁 2 4 が開弁する際の排気ガスの温度が低下する。このため、排気温度が上限値を上回った場合に水素を添加することにより、排気温度を低下させることができ、その結果、燃焼を改善させることができると共に、触媒を保護することができる。また、この場合にも、水素燃料筒内噴射弁 3 0 を用いて、吸気弁 2 2 の閉弁された後に筒内に水素を噴射することにより、筒内に吸入される新気の量を減少させることがなく、つまり、トルクを減少させることがない。

【 0 0 4 3 】

図 4 は、本実施の形態 2 において、内燃機関 1 0 の運転状態に応じた適切な噴射弁を選択して燃料噴射を実行するために、図 1 に示す ECU 5 0 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 4 において、実施の形態 1 における図 3 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

【 0 0 4 4 】

図 4 に示すルーチンでは、高負荷領域であると判定された場合には（ステップ 1 0 8 ）、次いで、KCS センサの出力が取得され（ステップ 1 1 4 ）、そのセンサの情報に基づいて、ノッキングが発生しているか否かが判定される（ステップ 1 1 6 ）。

その結果、上記ステップ 1 1 6 において、ノッキングの発生が判定された場合には、ガソリン噴射弁 2 6 と水素燃料筒内噴射弁 3 0 とが噴射弁として選択される（ステップ 1 1 2 ）。

【 0 0 4 5 】

一方、上記ステップ 1 1 6 において、ノッキングが発生していないと判定された場合には、次に、排気温度が取得され（ステップ 1 1 8 ）、取得された排気温度が上限値を越えているか否かが判定される（ステップ 1 2 0 ）。

【 0 0 4 6 】

その結果、上記ステップ 1 2 0 において、排気温度が上限値を越えていると判定された場合には、ガソリン噴射弁 2 6 と水素燃料筒内噴射弁 3 0 とが噴射弁として選択される（ステップ 1 1 2 ）。

一方、上記ステップ 1 2 0 において、排気温度が上限値を越えていないと判定された場

10

20

30

40

50

合には、ガソリン噴射弁 26 のみが噴射弁として選択される（ステップ 122）。

【0047】

以上説明した図 4 に示すルーチンの処理によれば、高負荷領域において、ノッキングの発生や排気温度の上限値越えが確認された場合に、水素を添加することにより、ノッキング解消や排気温度低下による触媒保護を実現することができ、高負荷領域の上記以外の場合には、ガソリンのみを燃料とする運転を行うことができる。このため、本実施形態のシステムによれば、実施の形態のシステムに比して水素使用総量を減らしつつ、ガソリンと共に、あるいは、ガソリンに代えて水素を燃料とするメリットを享受することができる。

【0048】

実施の形態 3 .

10

次に、図 5 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明する。

本実施形態のシステムは、上述した実施の形態 1 の装置構成を用いて、ECU 50 に示すルーチンを実行させることにより実現されるものである。

【0049】

本実施形態のシステムは、通常運転領域において加速が行われる場合に、その加速の開始初期に、水素燃料ポート噴射弁 28 に代えて水素燃料筒内噴射弁 30 を選択することとしたという点を除き、実施の形態 1 の処理と同様である。

【0050】

加速時に水素を添加する場合には、ガソリンの噴射量が増量されるのに合わせて水素の添加量も増量させることが好ましい。しかしながら、気体燃料である水素は、液体燃料であるガソリンに比して体積が大きい。このため、同時期に吸気ポート 18 内に噴射量が増量された場合には、水素燃料ポート噴射弁 28 の追従性は、ガソリン噴射弁 26 のそれに比して良くない。その一方で、水素燃料筒内噴射弁 30 は、水素燃料ポート噴射弁 28 に比して噴射圧力が高い。このため、水素燃料筒内噴射弁 30 によれば、水素燃料ポート噴射弁を使用する場合に比して、水素増量時に高い追従性を得ることができる。そこで、本実施形態のシステムでは、通常運転領域において、加速が開始された時点から、所定の噴射弁変更期間が経過するまでの間は、つまり、水素燃料ポート噴射弁 28 によっても増量に追従できるようになるまでの間は、水素燃料ポート噴射弁 28 から水素燃料筒内噴射弁 30 に切り替えることとした。

20

【0051】

図 5 は、本実施の形態 3 において、内燃機関 10 の運転状態に応じて適切な噴射弁を選択して燃料噴射を実行するために、図 1 に示す ECU 50 が実行するルーチンのフローチャートである。尚、図 5 において、実施の形態 1 における図 3 に示すステップと同一のステップについては、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

30

【0052】

図 5 に示すルーチンでは、高負荷領域でないと判定された場合には（ステップ 108）、次いで、機関回転数が取得され（ステップ 124）、機関回転数とスロットル開度に基づいて、加速条件が成立するか否かが判定される（ステップ 126）。

その結果、上記ステップ 126 において、加速条件が成立しないと判定された場合には、ガソリン噴射弁 26 と水素燃料ポート噴射弁 28 とが噴射弁として選択される（ステップ 110）。

40

【0053】

一方、上記ステップ 126 において、加速条件の成立が判定された場合には、所定の噴射弁変更期間 t が経過するまでの間は、ガソリン噴射弁 26 と水素燃料ポート噴射弁 28 とによる燃料噴射に代えて、ガソリン噴射弁 26 と水素燃料筒内噴射弁 30 とによる燃料噴射が選択される（ステップ 128）。

【0054】

本ステップ 128 で用いられる噴射弁変更期間 t は、加速の状態に応じて決定されるべき期間である。つまり、スロットル開度の変化量が大きい場合には、燃料が増量される際の追従性が高く要求される。このため、上記変更期間 t は、スロットル開度の変化量が

50

きいほど長く設定されるのが望ましい。また、急激に加速された場合、すなわち、スロットル開度の変化率が大きい場合にも、その追従性が高く要求される。このため、上記変更期間 t は、スロットル開度の変化率が大きいほど長く設定されるのが望ましい。ECU 50は、上記の要求を満たすように、噴射弁変更期間 t を、スロットル開度の変化量とその変化率との関係で定めたマップを記憶している。具体的には、本ステップ128では、そのマップを参照して、噴射弁変更期間 t が設定される。

【0055】

上記ステップ128において、所定の噴射弁変更期間 t が経過すると、ガソリン噴射弁26と水素燃料ポート噴射弁28とが噴射弁として選択される(ステップ110)。

以上説明した図5に示すルーチンの処理によれば、加速初期時に水素燃料ポート噴射弁28から水素燃料筒内噴射弁30に切り替えることにより、良好なレスポンスで水素を供給することができる。また、以上の処理によれば、加速の状態に関わらずに水素供給時の追従性を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の実施の形態1の内燃機関の構成を説明するための図である。

【図2】本発明の実施の形態1において実行される内燃機関の運転手法を説明するための図である。

【図3】本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図4】本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

【0057】

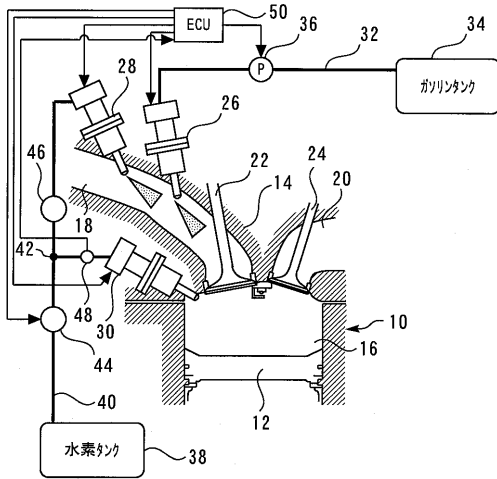
- 10 内燃機関
- 18 吸気ポート
- 22 吸気弁
- 26 ガソリン噴射弁
- 28 水素燃料ポート噴射弁
- 30 水素燃料筒内噴射弁
- 36 ポンプ
- 44 1次レギュレータ
- 46 2次レギュレータ
- 50 ECU(Electronic Control Unit)

10

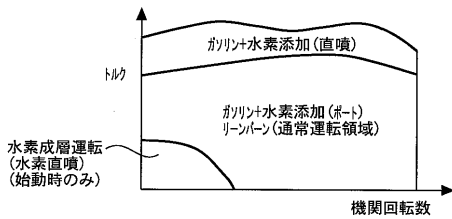
20

30

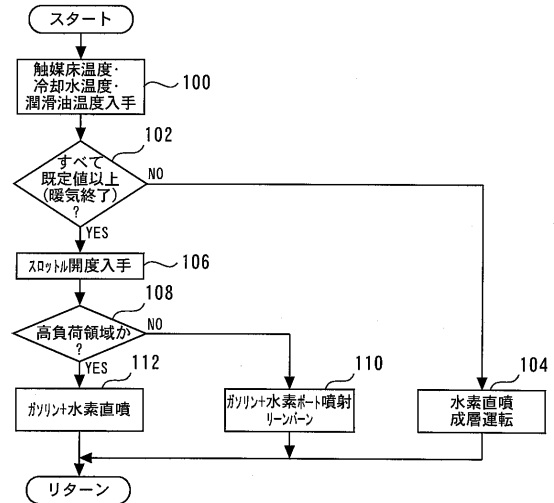
【図 1】



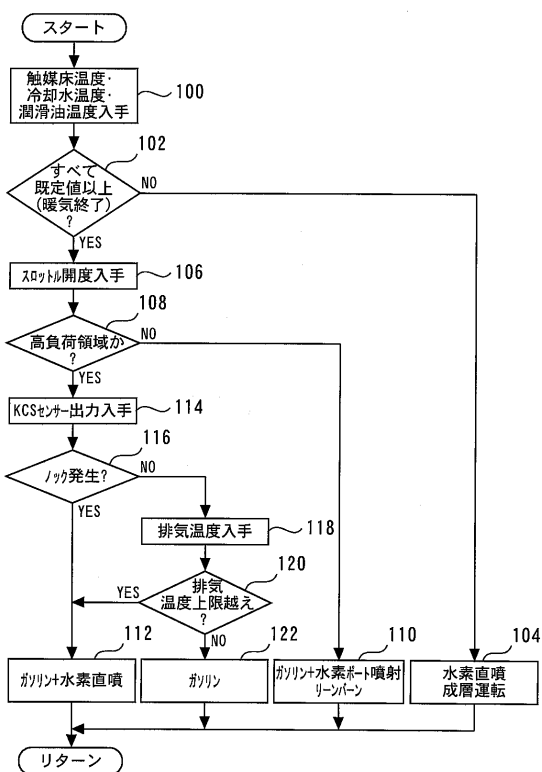
【図 2】



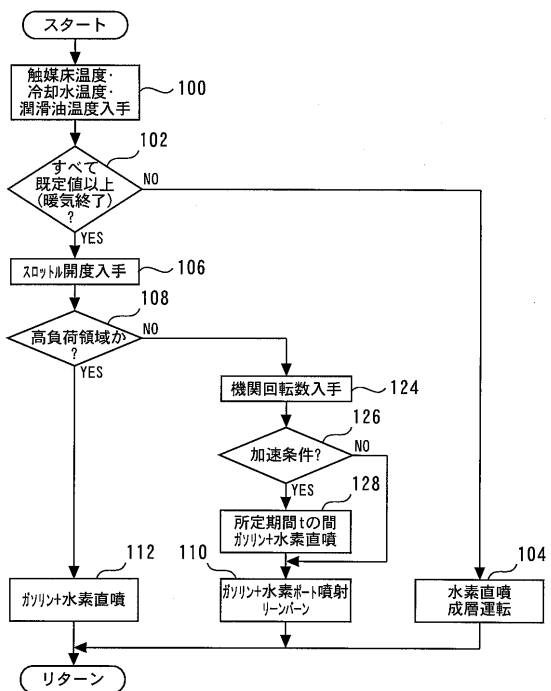
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 43/00	F 0 2 D 43/00	3 0 1 H
F 0 2 D 45/00	F 0 2 D 43/00	3 0 1 J
F 0 2 M 21/02	F 0 2 D 45/00	3 0 1 M
	F 0 2 D 45/00	3 6 8 A
	F 0 2 M 21/02	G
	F 0 2 M 21/02	N
	F 0 2 M 21/02	Q
	F 0 2 M 21/02	R
	F 0 2 M 21/02	3 0 1 L
	F 0 2 M 21/02	3 0 1 R

F ターム(参考)	3G092	AA01	AA05	AA06	AB02	AB09	AB12	BA07	BB01	BB06	DE02S
		DE03S	EA06	EA07	EA11	EC01	FA03	FA16	FA31	GA01	GA06
		GA12	HA06Z	HD02Z	HE09Z						
	3G301	HA01	HA04	HA15	HA16	HA22	HA24	JA03	JA22	KA01	KA09
		KA12	LB04	LB05	MA01	MA11	MA19	NC02	ND02	NE15	PA11Z
		PA17Z	PB03A	PB05A	PD11Z	PE01Z	PE08Z				
	3G384	AA01	AA14	BA13	BA18	CA01	CA07	CA12	DA01	DA13	DA55
		EA02	EB07	EB08	FA04Z	FA28Z	FA45Z				