

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4424283号
(P4424283)

(45) 発行日 平成22年3月3日(2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月18日(2009.12.18)

(51) Int. Cl.

F 1

FO2D 19/12	(2006.01)	FO2D 19/12	Z
FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D 45/00	345B
FO2D 43/00	(2006.01)	FO2D 45/00	368A
FO2D 41/22	(2006.01)	FO2D 45/00	368B
FO2D 41/02	(2006.01)	FO2D 43/00	301B

請求項の数 2 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-242719 (P2005-242719)
 (22) 出願日 平成17年8月24日(2005.8.24)
 (65) 公開番号 特開2007-56754 (P2007-56754A)
 (43) 公開日 平成19年3月8日(2007.3.8)
 審査請求日 平成19年8月2日(2007.8.2)

(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 100106150
 弁理士 高橋 英樹
 (74) 代理人 100082175
 弁理士 高田 守
 (74) 代理人 100113011
 弁理士 大西 秀和
 (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】 火花点火式内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼室内にアルコールを直接噴射可能なアルコール噴射弁と、
 ノッキングの発生時期に合わせて前記アルコール噴射弁からアルコールを噴射する制御手段と、

アルコール含有燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記燃料噴射弁に供給されるアルコール含有燃料からアルコールを取り出し、取り出したアルコールを前記アルコール噴射弁に供給する分離供給手段と、
 を備えることを特徴とする火花点火式内燃機関。

【請求項2】

前記分離供給手段は、アルコール含有燃料から取り出したアルコールを貯留する貯留部を有し、前記貯留部に貯留されているアルコールを前記アルコール噴射弁に供給することを特徴とする請求項1記載の火花点火式内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火花点火式内燃機関におけるノッキング抑制技術に関する。

【背景技術】

【0002】

火花点火式内燃機関において、その高負荷運転時のノッキングを抑制する方法としては

10

20

、点火時期を遅角させることが一般に知られている。しかし、点火時期の遅角は燃焼を悪化させ、出力の低下と排気エミッションの悪化を招いてしまうため、点火時期の遅角によらないノッキングの抑制技術が求められている。

【0003】

ノッキングは、エンドガス領域において未燃ガスが既燃ガスに圧縮され、その温度及び圧力が自着火条件に達したときに起きる。したがって、エンドガス領域のガス温度が自着火条件に達しないように燃焼室内を冷却することができれば、ノッキングを抑制することができると考えられる。

【0004】

燃焼室内を冷却してガス温度を低下させる技術としては、例えば、特許文献1に開示されるように、燃焼室内に水を直接噴射することが知られている。水はそれ自体温度が低く、また、気化する際に周囲のガスから熱（気化潜熱）を奪うので、燃焼室内のガス温度を効果的に低下させることができる。

【特許文献1】特開平10-54306号公報

【特許文献2】特開2000-220482号公報

【特許文献3】特開平8-177497号公報

【特許文献4】特開2004-346832号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、燃焼室内に水を噴射する場合、噴射された全ての水が蒸気となって燃焼室から排出されるとは限らない。一部の水は気化する前にシリンダ壁面に付着し、シリンダ壁面のアルコールと混じってしまう。水噴射の度に一部の水がアルコールへ混じっていくと、やがてアルコールの白濁やエマルジョン化が生じ、内燃機関の潤滑性能が低下してしまう可能性がある。

【0006】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、内燃機関の運転性能に悪影響を及ぼすことなく、燃焼室内のガス温度を低下させることでノッキングを抑制できるようにした火花点火式内燃機関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】

【0007】

第1の発明は、上記の目的を達成するため、燃焼室内にアルコールを直接噴射可能なアルコール噴射弁と、ノッキングの発生時期に合わせて前記アルコール噴射弁からアルコールを噴射する制御手段と、を備えることを特徴としている。

【0008】

第2の発明は、第1の発明において、ノッキングを検出或いは予測する手段を備え、前記制御手段は、ノッキングが検出或いは予測された場合に、前記アルコール噴射弁からアルコールを噴射することを特徴としている。

【0009】

第3の発明は、第2の発明において、前記制御手段は、アルコールの噴射後もノッキングが検出或いは予測されるときには、前記アルコール噴射弁からのアルコール噴射量を徐々に増量していくことを特徴としている。

【0010】

第4の発明は、第3の発明において、前記制御手段は、前記アルコール噴射弁からのアルコールの噴射量が規定量に達した場合には、アルコール噴射量の増量を停止し、アルコール噴射量の増量停止後もノッキング

10

20

30

40

50

が検出或いは予測されるときには、点火時期を徐々に遅角していくことを特徴としている。

【0011】

第5の発明は、第1乃至第4の何れか1つの発明において、
アルコール含有燃料を噴射する燃料噴射弁と、
前記燃料噴射弁に供給されるアルコール含有燃料からアルコールを取り出し、取り出したアルコールを前記アルコール噴射弁に供給する分離供給手段と、
を備えることを特徴としている。

【0012】

第6の発明は、第5の発明において、
前記分離供給手段は、アルコール含有燃料から取り出したアルコールを貯留する貯留部を有し、前記貯留部に貯留されているアルコールを前記アルコール噴射弁に供給することを特徴としている。

10

【0013】

第7の発明は、第1乃至第6の何れか1つの発明において、
前記アルコール噴射弁は、アルコールを前記燃焼室内の内壁面に沿って噴射することを特徴としている。

【発明の効果】

【0014】

第1の発明によれば、ノッキングの発生時期に合わせて燃焼室内にアルコールが噴射されることで、アルコールの気化潜熱によって燃焼室内を冷却し、ガス温度を低下させてノッキングを抑制することができる。アルコールは、水やガソリン等に比較して単位重量当たりの気化潜熱が大きいので、アルコールを噴射することによる冷却効果は極めて高い。さらに、アルコールの噴射により燃焼室内のガスに乱れが生じる結果、燃焼速度が上がってノッキングが抑制されるという効果もある。

20

【0015】

また、燃焼室内に水を噴射する場合には、気化しなかった水が潤滑油に混ざること、潤滑油の白濁、エマルジョン化による潤滑性能の低下を招くおそれがあるが、アルコールは低沸点であり気化しやすいので、水を噴射する場合のように白濁やエマルジョン化を起こす可能性は低い。つまり、第1の発明によれば、水を噴射する場合のように内燃機関の潤滑性能に悪影響を及ぼすことなく、ノッキングを抑制することができる。

30

【0016】

第2の発明によれば、実際にノッキングが検出された場合、或いは、ノッキングが予測される場合にアルコールが噴射されるので、アルコールを効率的に使用してノッキングを抑制することができる。

【0017】

第3の発明によれば、ノッキングが抑制されるまではアルコール噴射量を徐々に増量していくことにより、アルコールの使用量を抑えながらノッキングを確実に抑制することができる。

【0018】

第4の発明によれば、アルコール噴射量が規定量に達した場合には、アルコール噴射量の増量から点火時期の遅角へとノッキング抑制の方法が切り替えられるので、アルコールの過大な消費によるアルコール残量の不足や、空燃比のリッチ化による排気エミッションの悪化を防止しつつ、ノッキングを確実に抑制することができる。

40

【0019】

第5の発明によれば、ノッキング抑制に必要なアルコールは原燃料のアルコール含有燃料から取り出すことができるので、アルコールを原燃料とは別搭載する必要がなく、省スペース化が可能になる。

【0020】

第6の発明によれば、アルコール噴射弁に供給されるアルコールは貯留部に貯留されて

50

いるので、ノッキングが検出された場合、或いは、ノッキングが予測される場合、アルコール含有燃料からアルコールが取り出されるのを待つまでもなく、燃焼室内にアルコールを速やかに噴射することができる。

【0021】

第7の発明によれば、アルコールを燃焼室内の内壁面に沿って噴射することで、燃焼室中央を冷却することなくエンドガス領域のみを効果的に冷却することができ、ノッキングをより効果的に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

実施の形態1 .

10

以下、図1乃至図3を参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

【0023】

図1は本発明の実施の形態1としての火花点火式内燃機関の概略構成を示す図である。本実施形態にかかる内燃機関は、アルコール含有ガソリンを燃料とする火花点火式の4ストロークエンジンであり、図示していないが複数の気筒を有している。本実施形態にかかる内燃機関は、その内部にピストン8が配置されたシリンダブロック6と、シリンダブロック6に組み付けられたシリンダヘッド4を備えている。ピストン8の上面からシリンダヘッド4までの空間が各気筒の燃焼室10を形成している。

【0024】

シリンダブロック6には、ノックセンサ76が取り付けられている。ノックセンサ76は、燃焼室10内からシリンダブロック6に伝わるノッキング振動(ノッキング信号)を検出し、ノッキング振動に応じた信号を出力する。ノックセンサ76としては共振型、非共振型の何れを用いてもよい。

20

【0025】

各気筒の燃焼室10には吸気通路20と排気通路30が接続されている。燃焼室10と吸気通路20の接続部にはその連通状態を制御する吸気バルブ12が設けられ、燃焼室10と排気通路30との接続部にはその連通状態を制御する排気バルブ14が設けられている。また、燃焼室10の頂部には、燃焼室10内に突出するように点火プラグ16が取り付けられている。

【0026】

30

吸気通路20の上流端にはエアクリーナ22が設けられ、空気はエアクリーナ22を介して吸気通路20内に取り込まれる。吸気通路20におけるエアクリーナ22の下流には、吸入空気量に応じた信号を出力するエアフローメータ72が配置されている。エアフローメータ72の下流には、電子制御式のスロットル24が配置されている。また、吸気通路20の下流部には、燃料であるアルコール含有ガソリンを燃焼室10に供給するためのガソリンインジェクタ26が取り付けられている。ガソリンインジェクタ26は、気筒毎に設けられている。

【0027】

排気通路30には触媒32が配置されている。燃焼室10から排出された排気ガスは触媒32を通過する際に浄化されてから大気中に排出される。排気通路30における触媒32の上流には、排気ガス中の酸素濃度に応じた信号を出力する酸素センサ78が配置されている。

40

【0028】

本実施形態にかかる内燃機関は、燃焼室10内にアルコールを直接噴射することができるアルコールインジェクタ(アルコール噴射弁)40を備えている。アルコールインジェクタ40は、その噴射口が燃焼室10内を臨むようにシリンダヘッド4に取り付けられている。また、このアルコールインジェクタ40は、気筒毎に設けられている。図2は、アルコールインジェクタ40によるアルコールの噴霧形態を燃焼室10の横断面で見た図である。この図に示すように、アルコールインジェクタ40はアルコールを燃焼室10の中央に向けてではなく、燃焼室10の内壁面10aに沿って噴射する。

50

【 0 0 2 9 】

アルコールインジェクタ 4 0 が噴射するアルコールは、アルコール含有ガソリンから分留されたアルコールであり、例えばエタノールやメタノールである。本実施形態にかかる内燃機関は、アルコール含有ガソリンからアルコールを分留するための分留器 5 0 を備えている。分留器 5 0 は、アルコール含有ガソリンを貯留した燃料タンク 4 2 に燃料供給ライン 5 2 によって接続されている。燃料タンク 4 2 内のアルコール含有ガソリンは、燃料供給ライン 5 2 に配置されたポンプ 4 4 によって吸い上げられ、分留器 5 0 に供給される。ポンプ 4 4 は、内燃機関本体 2 によって駆動される機械式ポンプでもよく、モータによって駆動される電動式ポンプでもよい。

【 0 0 3 0 】

分留器 5 0 には、エンジン本体 2 を通過してラジエータ 6 0 に戻る前の冷却水が導入されている。分留器 5 0 内では、ポンプ 4 4 によって分留器 5 0 に供給されたアルコール含有ガソリンと、エンジン本体 2 を通過した後の冷却水との間で熱交換が行われる。アルコール（本実施形態ではエタノールやメタノール）の沸点は 9 0 以下であるので、冷却水との間で熱交換を行うことでアルコール含有ガソリンからアルコールが分留される。

【 0 0 3 1 】

アルコールインジェクタ 4 0 は、アルコール供給ライン 5 6 によって分留器 5 0 に接続されている。アルコール供給ライン 5 6 には、ポンプ 4 8 が配置されている。分留器 5 0 でアルコール含有ガソリンから分留されたアルコールは、ポンプ 4 8 によって吸い上げられ、燃焼室 1 0 内の燃焼ガス圧よりも高い所定圧まで圧縮されてからアルコールインジェクタ 4 0 へ供給される。ポンプ 4 8 は、内燃機関本体 2 によって駆動される機械式ポンプでもよく、モータによって駆動される電動式ポンプでもよい。本実施形態では、これら分留器 5 0、アルコール供給ライン 5 6 及びポンプ 4 8 によって、第 1 の発明にかかる「分離供給手段」が構成されている。ポンプ 4 8 には、図示しないリリーフ弁が配置されている。リリーフ弁は、ポンプ 4 8 の下流側におけるアルコール圧が所定のリリーフ圧に達したときに開弁する。リリーフ弁には、その開弁時にアルコール供給ライン 5 6 から放出されるアルコールを燃料タンク 4 2 に戻すためのリターンライン 5 8 が接続されている。

【 0 0 3 2 】

ガソリンインジェクタ 2 6 は、ガソリン供給ライン 5 4 によって分留器 5 0 に接続されている。ガソリン供給ライン 5 4 には、ポンプ 4 6 が配置されている。含有する一部のアルコールを分留されたアルコール含有ガソリンは、ポンプ 4 6 によって分留器 5 0 内から吸い上げられ、ガソリンインジェクタ 2 6 へ供給される。ポンプ 4 6 は、内燃機関本体 2 によって駆動される機械式ポンプでもよく、モータによって駆動される電動式ポンプでもよい。ポンプ 4 6 には、図示しないリリーフ弁が配置されている。リリーフ弁は、ポンプ 4 6 の下流側におけるガソリン圧が所定のリリーフ圧に達したときに開弁する。リリーフ弁には、その開弁時にガソリン供給ライン 5 4 から放出されるアルコール含有ガソリンを燃料タンク 4 2 に戻すためのリターンライン 5 8 が接続されている。

【 0 0 3 3 】

また、本実施形態にかかる内燃機関は、その制御装置として E C U (Electronic Control Unit) 7 0 を備えている。E C U 7 0 の出力側には前述の点火プラグ 1 6、スロットル 2 4、ガソリンインジェクタ 2 6、アルコールインジェクタ 4 0 等の種々の機器が接続されている。E C U 7 0 の入力側には、前述のノックセンサ 7 6、エアフローメータ 7 2 及び酸素センサ 7 8 の他、クランクシャフト 1 8 の回転角度に応じた信号を出力するクランク角センサ 7 4 等の種々のセンサ類が接続されている。E C U 7 0 は、各センサの出力に基づき、所定の制御プログラムにしたがって各機器を制御している。

【 0 0 3 4 】

E C U 7 0 が実行する内燃機関の制御の 1 つに、ノッキングを抑制するためのノッキング抑制制御がある。E C U 7 0 は、ノックセンサ 7 6 が出力する信号に基づいてノッキングの発生を検出し、ノッキング抑制制御を実行する。本実施形態において E C U 7 0 により実行されるノッキング抑制制御の内容は、図 3 を用いて説明することができる。図 3 は

10

20

30

40

50

、ECU70により実行されるノッキング抑制制御のルーチンを示すフローチャートである。ノッキングは点火時期に関係するので、本ルーチンにおいては、ノッキング抑制制御は点火時期制御と併せて実行される。

【0035】

図3に示すルーチンの最初のステップ100では、現時点におけるエンジン回転数とスロットル開度が取得される。エンジン回転数はクランク角センサ74の信号から取得することができ、スロットル開度はECU70から電子制御スロットル24へ供給される指令値から取得することができる。次のステップ102では、取得したエンジン回転数とスロットル開度に応じた適正点火時期、つまり、出力が最大となる点火時期(MBT)が求められ、適正点火時期で内燃機関の運転が行われる。

10

【0036】

ステップ104では、ノックセンサ76が出力する信号に基づいてノッキングが発生しているか否か判定される。ノッキングが発生していない場合には、本ルーチンは終了する。ノッキングが発生している場合には、ノッキング抑制制御として、ステップ106乃至110の処理が実行される。

【0037】

ステップ106では、ノッキングの発生時期(TDC後のノッキングが最も発生しやすい時期)に合わせて、アルコールインジェクタ40から燃焼室10内にアルコールが直接噴射される。アルコールインジェクタ40から噴射されたアルコールは、燃焼室10内の燃焼熱によって気化し、燃料であるアルコール含有ガソリンと同様に燃焼する。なお、点火時期は不変であり、ステップ102で設定された適正点火時期での運転が継続される。

20

【0038】

アルコールは周囲の燃焼ガスに比較して温度が低く、また、気化する際に周囲のガスから熱を奪う。しかも、アルコールの単位重量当たりの気化潜熱は、水やガソリンに比較して極めて高い。したがって、燃焼室10内にアルコールを直接噴射することで、燃焼室10内を効果的に冷却することができ、ガス温度を低下させてノッキングを抑制することができる。しかも、アルコールは燃焼室10の内壁面10aに沿って噴射されるので、燃焼室10の中央を冷却して燃焼を悪化させることなく、エンドガス領域のみを効果的に冷却することができる。さらに、噴射されたアルコールの粒によって燃焼室10内のガスに乱れが生じる結果、燃焼速度が上がってノッキングが抑制されるという効果もある。

30

【0039】

次のステップ108では、ノックセンサ76が出力する信号に基づいて、アルコール噴射後のノッキングの有無について判定される。アルコール噴射後も依然としてノッキングが発生している場合には、次のステップ110において、アルコールインジェクタ40から噴射するアルコール量の設定が増量側に補正される。次のステップ106の処理では、増量されたアルコールがアルコールインジェクタ40から燃焼室10内へ直接噴射される。アルコール噴射量が増量されることで、燃焼室10の冷却効果が高まってノッキングの抑制効果も向上する。アルコール噴射量の増量はステップ108の判定においてノッキングが発生しなくなるまで続けられ、ノッキングが発生しなくなった時点で本ルーチンは終了する。

40

【0040】

以上のように、図3に示すルーチンを実行することで、アルコールの気化潜熱による冷却効果によって燃焼室10内のガス温度を低下させることができ、ノッキングを抑制することができる。また、ノッキングが抑制されるまではアルコール噴射量は徐々に増量されていくので、アルコールの使用量を抑えながらノッキングを確実に抑制することができる。

【0041】

また、従来技術のように燃焼室10内に水を噴射する場合には、気化しなかった水が潤滑油(エンジンオイル)に混ざることによって、潤滑油の白濁、エマルジョン化による潤滑性能の低下を招くおそれがあるが、本実施形態のようにアルコールを噴射するのであれば、ア

50

ルコールは低沸点であり気化しやすいので、水を噴射する場合のように潤滑油の白濁やエマルジョン化を起こす可能性は低い。つまり、本実施形態にかかる内燃機関によれば、水を噴射する場合のように内燃機関の潤滑性能に与える影響が少なく、且つ、ノッキングをより効果的に抑制することができるという利点がある。

【0042】

さらに、本実施形態にかかる内燃機関によれば、ノッキング抑制に必要なアルコールは、原燃料のアルコール含有ガソリンから分留することができるので、アルコールを別搭載する必要がないという利点もある。なお、ノッキングの抑制に必要なアルコールの量は、燃料噴射量に比較すれば僅かであるので、原燃料からアルコールを分留しても原燃料のアルコール含有率を大きく変化させることなない。

10

【0043】

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。

【0044】

本発明の実施の形態 2 としての火花点火式内燃機関は、実施の形態 1 において、ECU 70 に、図 3 に示すルーチンに代えて図 4 に示すルーチンを実行させることにより実現することができる。図 4 に示すルーチンにおいて、図 3 に示すルーチンと同一内容の処理については同一のステップ番号を付している。また、既に説明した内容の処理については重複する説明は省略するものとする。

【0045】

20

図 4 に示すルーチンの特徴は、アルコールインジェクタ 40 からのアルコールの噴射量に制限を設けたことに特徴がある。つまり、ノッキングが発生している間はアルコール噴射量を徐々に増量するが、アルコール噴射量が規定量に達した場合には、以降の増量は禁止してアルコール噴射量を規定量に制限することとしている。また、アルコール噴射量の増量停止後もノッキングが続く場合には、ノッキング抑制制御として点火時期の遅角を行うようにしている。

【0046】

図 4 に示すルーチンについて具体的に説明すると、ステップ 108 において、アルコール噴射後も依然としてノッキングが発生していると判定された場合、ステップ 110 の処理によるアルコール噴射量の増量側への補正に先立ち、ステップ 112 の処理が実施される。ステップ 112 では、現在のアルコール噴射量が規定量に達しているか否か判定される。アルコール噴射量は流量計で直接測定してもよく、インジェクタ駆動時間や圧力から算出してもよい。アルコール噴射量の規定量は、分留器 50 におけるアルコールの分留速度や、アルコールの噴射による排気エミッションへの影響を考慮して決定するのが好ましい。

30

【0047】

ステップ 112 の判定の結果、未だアルコール噴射量が規定量に達していなければ、アルコールインジェクタ 40 から噴射するアルコール量の設定は増量側に補正される（ステップ 110）。次のステップ 106 の処理では、増量されたアルコールがアルコールインジェクタ 40 から燃焼室 10 内へ直接噴射される。アルコール噴射量の増量は、ステップ 108 の判定においてノッキングが発生しなくなるまで、或いは、ステップ 112 の判定においてアルコール噴射量が規定量に達するまで続けられる。

40

【0048】

ステップ 112 の判定の結果、アルコール噴射量が規定量に達した場合、以降のアルコール噴射量の増量は禁止されてアルコール噴射量は規定量に制限される。そして、次の処理としてステップ 114 が選択される。ステップ 114 では、点火時期が所定角度だけ遅角側に補正される。つまり、アルコール噴射量が規定量に達した後は、点火時期の遅角によってノッキングの抑制が図られる。

【0049】

次のステップ 116 では、ノックセンサ 76 が出力する信号に基づいて、点火時期遅角

50

後のノッキングの有無について判定される。点火時期遅角後も依然としてノッキングが発生している場合には、再びステップ 1 1 4 の処理が実施され、点火時期がさらに所定角度だけ遅角側に補正される。点火時期の遅角はステップ 1 1 6 の判定においてノッキングが発生しなくなるまで続けられ、ノッキングが発生しなくなった時点で本ルーチンは終了する。

【 0 0 5 0 】

以上のように、本実施形態にかかる内燃機関によれば、アルコール噴射量が規定量に達した場合には、アルコール噴射量の増量から点火時期の遅角へとノッキング抑制の方法が切り替えられるので、アルコール消費量が分留器 5 0 の分留能力を超えることによるアルコール残量の不足や、空燃比のリッチ化による排気エミッションの悪化を防止しつつ、ノッキングを確実に抑制することができる。また、アルコール噴射によって燃焼室 1 0 内のガス温度を低下させることができる分、点火時期の遅角量は僅かで済むので、点火時期の遅角に伴う出力の低下や排気エミッションの悪化は抑えられる。

10

【 0 0 5 1 】

実施の形態 3 .

次に、図 5 乃至図 7 を参照して本発明の実施の形態 3 について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 5 は本発明の実施の形態 3 としての火花点火式内燃機関の概略構成を示す図である。本実施形態にかかる内燃機関は、実施の形態 1 にかかる内燃機関と同じく、アルコール含有ガソリンを燃料とする火花点火式の 4 ストロークエンジンである。図 5 において、図 1 に示す内燃機関と同一の構成要素については同一の符号を付している。また、既に説明した構成要素については重複する説明は省略するものとする。

20

【 0 0 5 3 】

先ず、本実施形態にかかる内燃機関と、実施の形態 1 にかかる内燃機関との構成上の相違点について説明する。本実施形態にかかる内燃機関は、アルコールインジェクタ 4 0 と分留器 5 0 とを接続するアルコール供給ライン 5 6 上に、アルコール予備タンク 6 4 を備えている。ポンプ 4 8 は、アルコール予備タンク 6 4 とアルコールインジェクタ 4 0 との間に配置されている。このような構成により、分留器 5 0 で分留されたアルコールは、一旦、アルコール予備タンク 6 4 に貯留される。そして、アルコール噴射時には、ポンプ 4 8 によってアルコール予備タンク 6 4 からアルコールが吸い上げられ、アルコールインジェクタ 4 0 へ供給される。

30

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態にかかる内燃機関は、ガソリンインジェクタ 2 6 と分留器 5 0 とを接続するガソリン供給ライン 5 4 上に、ガソリン予備タンク 6 2 を備えている。ポンプ 4 6 は、ガソリン予備タンク 6 2 とガソリンインジェクタ 2 6 との間に配置されている。このような構成により、含有する一部のアルコールを分留器 5 0 で分留されたアルコール含有ガソリンは、一旦、ガソリン予備タンク 6 2 に貯留される。そして、ガソリン噴射時には、ポンプ 4 6 によってガソリン予備タンク 6 2 からアルコール含有ガソリンが吸い上げられ、ガソリンインジェクタ 2 6 へ供給される。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態にかかる内燃機関は、分留器 5 0 をバイパスして燃料タンク 4 2 とガソリンインジェクタ 2 6 とを直接接続するバイパスライン 6 8 を備えている。バイパスライン 6 8 には、ポンプ 6 6 が配置されている。このポンプ 6 6 を作動させた場合には、燃料タンク 4 2 からガソリンインジェクタ 2 6 へ直接、燃料であるアルコール含有ガソリンを供給することができる。ポンプ 6 6 は、内燃機関本体 2 によって駆動される機械式ポンプでもよく、モータによって駆動される電動式ポンプでもよい。

40

【 0 0 5 6 】

以上のように、本実施形態にかかる内燃機関は、実施の形態 1 にかかる内燃機関には設けられていないアルコール予備タンク 6 4、ガソリン予備タンク 6 2、バイパスライン 6 8 及びポンプ 6 6 を備えている。それ以外の構成については、実施の形態 1 にかかる内燃

50

機関と同構成である。アルコールインジェクタ40によるアルコールの噴霧形態も実施の形態1と同様であり、アルコールは燃焼室10の内壁面に沿って噴射される。

【0057】

次に、本実施形態にかかる内燃機関において、ECU70により実行されるノッキング抑制制御について説明する。図6は、ECU70により実行されるノッキング抑制制御のルーチンを示すフローチャートである。ノッキングは点火時期に関係するので、本ルーチンにおいては、ノッキング抑制制御は点火時期制御と併せて実行される。

【0058】

図6に示すルーチンの最初のステップ200では、現時点におけるエンジン回転数とスロットル開度が取得される。エンジン回転数はクランク角センサ74の信号から取得することができ、スロットル開度はECU70から電子制御スロットル24へ供給される指令値から取得することができる。次のステップ202では、取得したエンジン回転数とスロットル開度に応じた適正点火時期、つまり、出力が最大となる点火時期(MBT)が求められる。そして、適宜の燃料噴射時期でガソリンインジェクタ26からアルコール含有ガソリン(混合燃料)が噴射されるとともに、適正点火時期で点火プラグ16の点火が行われる。

10

【0059】

なお、本実施形態の内燃機関では、燃料タンク42からガソリンインジェクタ26へ燃料を供給するラインとして、分留器50を経由するライン52, 54と、分留器50をバイパスするライン68の2つのラインがある。ECU70は、これら2つのラインを選択的に切り替える機能を有している。ノッキングが発生していない状況では、バイパスライン68が選択され、燃料タンク42からガソリンインジェクタ26へ直接、アルコール含有ガソリンが供給されている。バイパスライン68が選択される場合、ポンプ44, 46, 48は停止されている。

20

【0060】

ステップ204では、ノックセンサ76が出力する信号に基づいてノッキングが発生しているか否か判定される。ノッキングが発生していない場合には、本ルーチンは終了する。ノッキングが発生している場合には、ノッキング抑制制御として、ステップ206乃至214の処理が実行される。

【0061】

ステップ206では、ポンプ44, 46, 48の運転が開始され、逆にポンプ66の運転は停止される。これにより、ガソリンインジェクタ26へ燃料を供給するラインが、バイパスライン68から分留器50を経由するライン52, 54へ切り替えられる。次の燃料噴射時には、ポンプ46によってガソリン予備タンク62内のアルコール含有ガソリンが吸い上げられ、ガソリンインジェクタ26へ供給される。

30

【0062】

ステップ208では、ノッキングの発生時期(TDC後のノッキングが最も発生しやすい時期)に合わせて、アルコールインジェクタ40から燃焼室10内にアルコールが直接噴射される。アルコールインジェクタ40には、アルコール予備タンク64に貯留されているアルコールが供給される。アルコールインジェクタ40から噴射されたアルコールは、燃焼室10内の燃焼熱によって気化し、燃料であるアルコール含有ガソリンと同様に燃焼する。なお、点火時期は不変であり、ステップ202で設定された適正点火時期での運転が継続される。

40

【0063】

また、ポンプ44の運転が開始されることで、燃料タンク42から分留器50へアルコール含有ガソリンが供給される。ステップ210では、分留器50においてアルコール含有ガソリンの分留が行われる。アルコール含有ガソリンから分留されたアルコールは、アルコール予備タンク64に貯留される。アルコールを分留された残りのアルコール含有ガソリンは、ガソリン予備タンク62に貯留される。

【0064】

50

次のステップ212では、ノックセンサ76が出力する信号に基づいて、アルコール噴射後のノッキングの有無について判定される。アルコール噴射後も依然としてノッキングが発生している場合には、次のステップ214において、アルコールインジェクタ40から噴射するアルコール量の設定が増量側に補正される。また、アルコール量の増量に合わせて、分留器50でのアルコールの分留量も増加される。次のステップ208の処理では、増量されたアルコールがアルコールインジェクタ40から燃焼室10内へ直接噴射される。アルコール噴射量が増量されることで、燃焼室10の冷却効果が高まってノッキングの抑制効果も向上する。アルコール噴射量の増量はステップ212の判定においてノッキングが発生しなくなるまで続けられ、ノッキングが発生しなくなった時点で本ルーチンは終了する。

10

【0065】

以上のように、本実施形態にかかる内燃機関によれば、アルコール予備タンク64にアルコールが貯留されているので、ノッキングが発生した場合、分留器50においてアルコール含有ガソリンからアルコールが分留されるのを待つまでもなく、燃焼室10内にアルコールを速やかに噴射することができる。本実施形態にかかる内燃機関によれば、ノッキングが検出されてから分留を開始したとしても十分に間に合うので、分留器50を常に作動させおく必要はなく、分留のためのエネルギーを節約することができる。

【0066】

ただし、アルコール予備タンク64内のアルコールを用いてアルコール噴射を行うためには、アルコール予備タンク64内に常に十分な量のアルコールが貯留されている必要がある。また、ラインの切り替え後、ポンプ44の運転が開始されるまではガソリン予備タンク62内のアルコール含有ガソリンが燃料噴射に用いられるので、ガソリン予備タンク62内にも常に十分な量のアルコール含有ガソリンが貯留されている必要がある。そこで、ECU70は、各予備タンク62, 64内の貯留量を適正に保つべく、ノッキング抑制制御と併せて以下に説明する貯留量適正化制御も実行する。

20

【0067】

図7は、ECU70により実行される貯留量適正化制御のルーチンを示すフローチャートである。図7に示すルーチンの最初のステップ300では、現時点における冷却水の温度と各予備タンク62, 64内の貯留量が取得される。ここで取得される冷却水温度は、エンジン本体2を出て分留器50へ入る前の冷却水の温度である。冷却水温度は図示しない温度センサの信号から取得することができる。各予備タンク62, 64内の貯留量は、例えば、液面レベルを測定することで取得することができる。

30

【0068】

次のステップ302では、取得した冷却水温度とアルコールの沸点とが比較される。冷間始動時等、冷却水温度が十分に上昇しておらずアルコール沸点以下の場合には、本ルーチンは終了する。この場合、分離器50を作動させても、アルコール含有ガソリンからアルコールを分離するのに必要な熱交換を行うことができないからである。冷却水温度がアルコール沸点よりも高くなった場合には、ステップ304の判定が行われる。

【0069】

ステップ304では、アルコール予備タンク64内のアルコール貯留量が基準値よりも少ないか否か、また、ガソリン予備タンク62内のガソリン貯留量が基準値よりも少ないか否か、それぞれ判定される。各基準値は、分留器50における分留速度や、各インジェクタ26, 40の噴射量を考慮して決定される。判定の結果、何れの予備タンク62, 64内の貯留量もそれぞれの基準値以上になっている場合には、本ルーチンは終了する。

40

【0070】

ステップ304の判定の結果、2つの予備タンク62, 64のうち何れか一方でも貯留量が基準値よりも少なくなっている場合には、ノッキングの発生の有無に関係なく、ポンプ44の運転が開始され、燃料タンク42から分留器50へアルコール含有ガソリンが供給される。そして、分留器50においてアルコール含有ガソリンの分留が行われる(ステップ306)。アルコール含有ガソリンから分留されたアルコールは、アルコール予備タ

50

ンク 6 4 に貯留され、アルコールを分留された残りのアルコール含有ガソリンは、ガソリン予備タンク 6 2 に貯留される。アルコール含有ガソリンの分留はステップ 3 0 4 の判定において貯留量が基準値以上になるまで続けられ、基準値以上になった時点で本ルーチンは終了する。

【 0 0 7 1 】

以上のルーチンが実行されることで、アルコール予備タンク 6 4 内には常に十分な量のアルコールを貯留しておくことができる。これにより、ノッキングの発生時、アルコールを速やかにアルコールインジェクタ 4 0 に供給することができる。また、ガソリン予備タンク 6 2 内にも常に十分な量のアルコール含有ガソリンを貯留しておくことができるので、ラインの切り替え後、ポンプ 4 4 の運転が開始されるまでの間、必要な量のアルコール含有ガソリンをガソリンインジェクタ 2 6 に供給することができる。

10

【 0 0 7 2 】

その他、

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において変形して実施することもできる。例えば、次のように変形して実施してもよい。

【 0 0 7 3 】

上記実施の形態では、ノックセンサ 7 6 が出力する信号に基づいてノッキングを検出しているが、筒内圧の変化等からノッキングの発生を事前に予測することもできる。ノッキングが予測されたら、アルコールインジェクタ 4 0 から燃焼室 1 0 内へアルコールを直接噴射することで、ノッキングの発生を事前に防止することができる。また、内燃機関が特定の運転状態、例えば高負荷運転状態になったら、ノッキングの有無に関係なく、アルコールインジェクタ 4 0 から燃焼室 1 0 内へアルコールを直接噴射するようにしてもよい。これによっても、ノッキングの発生を事前に防止することができる。

20

【 0 0 7 4 】

図 1 及び図 5 に示す構成において、ポンプ 4 8 とアルコールインジェクタ 4 0 との間に熱交換器を配置してもよい。熱交換器には、ラジエータ 6 0 で冷却された冷却水を導入するのが好ましい。これによれば、ポンプ 4 8 により圧縮されて温度が上昇したアルコールを冷却水との熱交換によって冷却することができ、アルコールを燃焼室 1 0 内に噴射した際の冷却効果を高めることができる。

30

【 0 0 7 5 】

また、図 1 及び図 5 に示す構成において、冷却水の代わりに排気ガスを分留器 5 0 に導入するようにしてもよい。排気ガスは高温であるので、排気ガスとアルコール含有ガソリンとの間で熱交換を行うことで、アルコール含有ガソリンからアルコールを分留することができる。

【 0 0 7 6 】

また、上記実施の形態では、アルコール含有ガソリンを燃料として使用する火花点火式内燃機関に本発明を適用しているが、本発明はアルコールを含まない通常の燃料（ガソリン等）を使用する火花点火式内燃機関にも適用することができる。その場合には、アルコールを貯留したアルコールタンクを燃料タンクとは別に搭載し、アルコールタンクからアルコールインジェクタへ直接アルコールを供給すればよい。アルコールタンクを別搭載する必要は生じるものの、アルコール噴射により得られるノックの抑制効果は上記実施の形態の場合と同様である。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 7 】

【 図 1 】 本発明の実施の形態 1 としての火花点火式内燃機関の概略構成を示す図である。

【 図 2 】 図 1 に示すアルコールインジェクタによるアルコールの噴霧形態を示す図である。

。

【 図 3 】 本発明の実施の形態 1 において実行されるノッキング抑制制御のルーチンについて示すフローチャートである。

50

【図4】本発明の実施の形態2において実行されるノッキング抑制制御のルーチンについて示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態3としての火花点火式内燃機関の概略構成を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態3において実行されるノッキング抑制制御のルーチンについて示すフローチャートである。

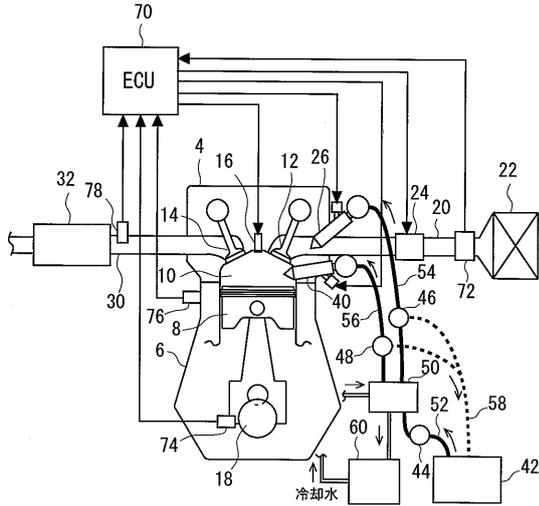
【図7】本発明の実施の形態3において実行される貯留量適正化制御のルーチンについて示すフローチャートである。

【符号の説明】

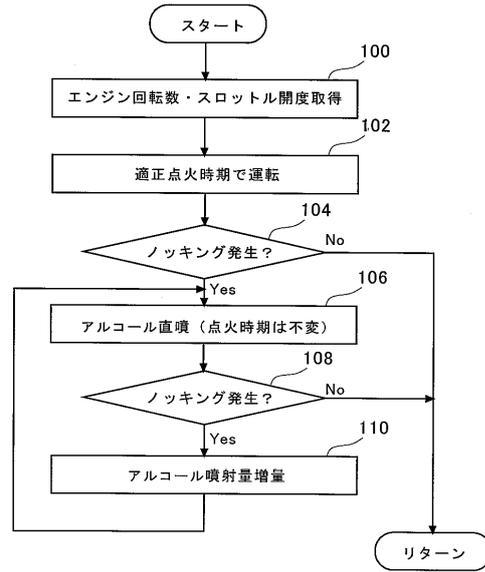
【0078】

4	シリンダヘッド	10
6	シリンダブロック	
8	ピストン	
10	燃焼室	
16	点火プラグ	
20	吸気通路	
26	ガソリンインジェクタ	
30	排気通路	
40	アルコールインジェクタ	
42	燃料タンク	
44, 46, 48, 66	ポンプ	20
50	分留器	
52	燃料供給ライン	
54	ガソリン供給ライン	
56	アルコール供給ライン	
58	リターンライン	
60	ラジエータ	
62	ガソリン予備タンク	
64	アルコール予備タンク	
68	バイパスライン	
70	ECU	30
74	クランク角センサ	
76	ノックセンサ	

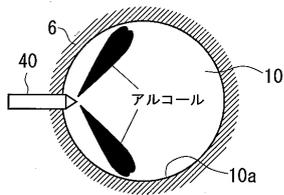
【図1】



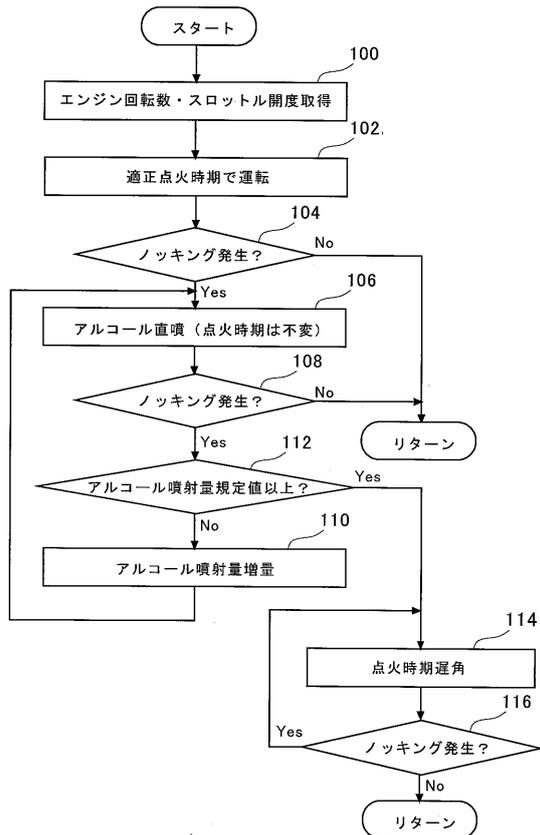
【図3】



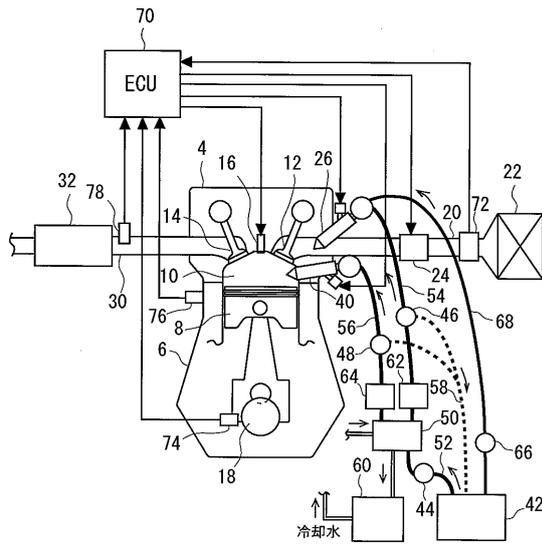
【図2】



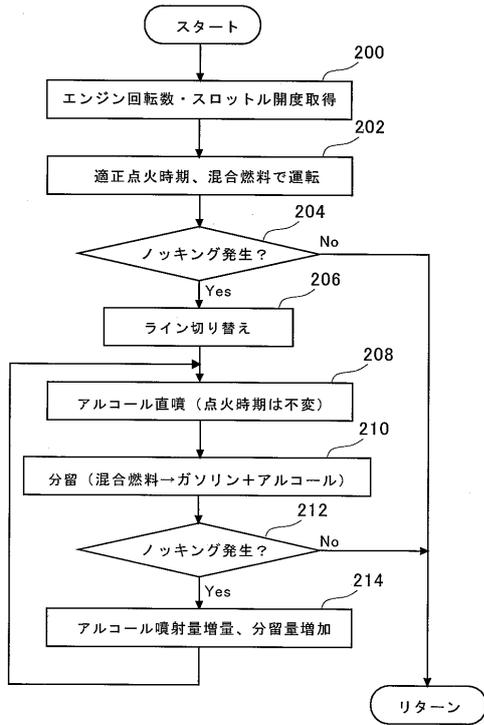
【図4】



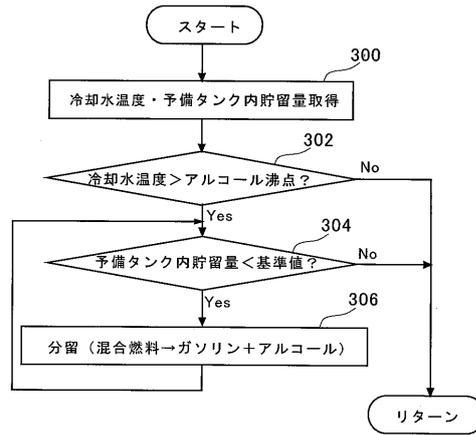
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 D</i>	<i>19/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i> <i>3 0 1 G</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>25/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>41/22</i> <i>3 2 5 B</i>
<i>F 0 2 P</i>	<i>5/152</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>41/02</i> <i>3 2 5 K</i>
<i>F 0 2 P</i>	<i>5/153</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>19/08</i> <i>D</i>
<i>F 0 2 B</i>	<i>23/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 M</i>	<i>25/00</i> <i>A</i>
			<i>F 0 2 M</i>	<i>25/00</i> <i>S</i>
			<i>F 0 2 P</i>	<i>5/15</i> <i>D</i>
			<i>F 0 2 B</i>	<i>23/08</i> <i>Z</i>
			<i>F 0 2 D</i>	<i>19/08</i> <i>B</i>

審査官 鹿角 剛二

- (56)参考文献 特開平05 - 059947 (JP, A)
 特開平02 - 181059 (JP, A)
 特開昭58 - 107864 (JP, A)
 特開昭58 - 128457 (JP, A)
 特開昭61 - 046446 (JP, A)
 特開2004 - 239140 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D *1 9 / 1 2*
F 0 2 B *2 3 / 0 8*
F 0 2 D *1 9 / 0 8*
F 0 2 D *4 1 / 0 2*
F 0 2 D *4 1 / 2 2*
F 0 2 D *4 3 / 0 0*
F 0 2 D *4 5 / 0 0*
F 0 2 M *2 5 / 0 0*
F 0 2 P *5 / 1 5 2*
F 0 2 P *5 / 1 5 3*