

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6268864号
(P6268864)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2D 41/12 (2006.01)	FO2D 41/12	380Z
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 41/12	360
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 13/02	K
FO2D 9/02 (2006.01)	FO2D 13/02	H
FO2M 25/10 (2006.01)	FO2D 45/00	312H
請求項の数 9 (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-198272 (P2013-198272)
 (22) 出願日 平成25年9月25日(2013.9.25)
 (65) 公開番号 特開2015-63940 (P2015-63940A)
 (43) 公開日 平成27年4月9日(2015.4.9)
 審査請求日 平成28年2月25日(2016.2.25)

(73) 特許権者 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 長津 和弘
 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 田賀 淳一
 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 井上 淳
 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】 圧縮着火式エンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気筒を有するエンジン本体と、
 前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、
 前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、
 前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、
 前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備え、
 前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にし、かつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、
 前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開き、かつ、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させ、
 前記気筒内にオゾンを導入するよう構成されたオゾン導入器をさらに備え、
 さらに前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入し、

10

20

さらに前記制御器は、燃料カット中に前記気筒内の温度状態が所定温度以下になれば、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項2】

気筒を有するエンジン本体と、
前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、
前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、

前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、
前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備え、

前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、

前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させ、

前記気筒内にオゾンを導入するよう構成されたオゾン導入器をさらに備え、
さらに前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入し、

前記エンジン本体の吸気弁の閉弁時期を変更可能に構成された吸気動弁機構をさらに備え、

さらに前記制御器は、燃料カット中は、前記吸気動弁機構により、前記吸気弁の閉弁時期を吸気下死点以降の遅閉じに設定すると共に、燃料復帰時には、前記吸気弁の閉弁時期を前記遅閉じから進角させる圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項3】

気筒を有するエンジン本体と、
前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、
前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、

前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、
前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備え、

前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、

前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させる圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項4】

請求項3に記載の圧縮着火式エンジンの制御装置において、
前記気筒内の混合気に強制点火するための点火プラグをさらに備え、
前記制御器は、前記所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記点火プラグによる点火を行わずに前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させる圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項5】

10

20

30

40

50

請求項 4 に記載の圧縮着火式エンジンの制御装置において、
前記制御器は、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転する圧縮着火燃焼モードと、前記気筒内の混合気を前記点火プラグの強制点火によって強制点火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転する強制点火燃焼モードとを実行可能に構成されており、

前記制御器はまた、前記エンジン本体の運転状態が所定の切替負荷よりも低負荷側の領域にあるときには、前記圧縮着火燃焼モードで前記エンジン本体を運転する一方、前記エンジン本体の運転状態が前記所定の切替負荷よりも高負荷側の領域にあるときには、前記強制点火燃焼モードで前記エンジン本体を運転するように構成され、

前記所定の切替負荷は、前記所定の燃料カット条件が成立する直前に、前記エンジン本体が強制点火燃焼モードで運転されるような負荷に設定されている圧縮着火式エンジンの制御装置。

10

【請求項 6】

請求項 3 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の圧縮着火式エンジンの制御装置において、
 前記気筒内にオゾンを導入するよう構成されたオゾン導入器をさらに備え、
 前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の圧縮着火式エンジンの制御装置において、
 前記オゾン導入器は、前記吸気経路上に配設されかつ、当該吸気経路上の空気にオゾンを添加するよう構成されており、
 前記制御器は、燃料カット中に、前記オゾン導入器によって前記吸気経路上の空気へのオゾンの添加を開始する圧縮着火式エンジンの制御装置。

20

【請求項 8】

請求項 7 に記載の圧縮着火式エンジンの制御装置において、
 前記制御器は、前記気筒内の温度状態及び燃料カットの継続時間の少なくとも一方に応じて、前記オゾン導入器によるオゾン添加の開始タイミングを設定する圧縮着火式エンジンの制御装置。

【請求項 9】

気筒を有するエンジン本体と、
 前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、
 前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入する EGR モードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、
 前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、
 前記吸気経路上に設けられかつ、当該吸気経路内の空気にオゾンを添加するよう構成されたオゾン発生器と、

30

前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備え、

40

前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構を EGR モードとし、さらに、前記オゾン発生器により吸気経路内の空気にオゾンを添加する圧縮着火式エンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

ここに開示する技術は、圧縮着火式エンジンの制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

例えば特許文献 1 には、エンジンの運転状態が所定の切替負荷以下の運転領域にあるときには、気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させる一方で、当該切替負荷よりも負荷の高い運転領域にあるときには、気筒内の混合気に点火プラグによって強制点火を行って燃焼させるよう構成されたエンジンが記載されている。このエンジンはまた、圧縮着火燃焼を行うときには、吸気行程中に排気弁を再度、開弁することによって、排気側に排出した排気ガスの一部を気筒内に導入する、いわゆる排気二度開きを行う。この排気二度開きによる内部 EGR ガスの導入は、圧縮端温度を高めて、圧縮着火の着火性及び燃焼安定性を高める。

【 0 0 0 3 】

また、特許文献 2 には、特許文献 1 と同様に、負荷の低い領域で圧縮着火燃焼を行うと共に、負荷の高い領域で火花点火燃焼を行うエンジンが記載されている。このエンジンはまた、減速時に燃料カットを行うように構成されており、その燃料カットからの復帰時には、圧縮着火燃焼を行う運転領域であっても、火花点火燃料を所定時間だけ実行し、その後、圧縮着火燃焼を行うようにしている。つまり、燃料カット中に気筒内の温度状態が低下してしまい、燃料カットからの復帰時に圧縮着火燃焼を安定して行い得ないことから、所定時間だけ火花点火燃焼を行うことで、燃焼安定性の確保と共に、気筒内温度を上昇させるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 1 7 2 6 6 5 号公報

【特許文献 2】特許第 4 1 5 9 9 1 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 に記載されているように、燃料カットからの復帰時に火花点火燃焼を行うことは、燃焼安定性の観点からは有効であるものの、排気エミッション性能の低下や、燃費の悪化を招く。

【 0 0 0 6 】

ここに開示する技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、少なくとも低負荷側の領域において圧縮着火燃焼を行う圧縮着火式エンジンにおいて、燃料カットからの復帰時に、圧縮着火燃焼による復帰を可能にすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

ここに開示する技術は、圧縮着火式エンジンの制御装置に係り、この圧縮着火式エンジン制御装置は、気筒を有するエンジン本体と、前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入する EGR モードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備える。

【 0 0 0 8 】

前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構を EGR モードとし、前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させる。

【 0 0 0 9 】

さらに、前記圧縮着火式エンジンの制御装置は、前記気筒内にオゾンを導入するよう構

10

20

30

40

50

成されたオゾン導入器をさらに備え、前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する。

【 0 0 1 0 】

そして、前記制御器は、燃料カット中に前記気筒内の温度状態が所定温度以下になれば、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する。

【 0 0 1 1 】

この構成によると、スロットル弁を全閉にすることと、排気弁をEGRモードで開閉することにより、気筒内の温度状態を高く維持することが可能であって、燃料カットからの復帰時に圧縮着火燃焼を安定して行うことができるときには、オゾンの導入は不要である。その場合、オゾン導入を行わないことによって、燃費の向上に有利になる。

10

【 0 0 1 2 】

これに対し、スロットル弁と排気弁との制御によって、燃料カット中の気筒内の温度低下を抑制しつつもなお、例えば燃料カットの継続時間が長くなって、気筒内の温度が低下してしまうようなときには、オゾン導入器によって気筒内にオゾンを導入する。こうすることで、圧縮着火燃焼によって、燃料カットからの復帰が可能になる。

【 0 0 1 3 】

ここに開示する技術はまた、圧縮着火式エンジンの制御装置に係り、この圧縮着火式エンジン制御装置は、気筒を有するエンジン本体と、前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備える。

20

【 0 0 1 4 】

前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させる。

30

【 0 0 1 5 】

前記圧縮着火式エンジンの制御装置はまた、前記気筒内にオゾンを導入するよう構成されたオゾン導入器をさらに備え、前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する。

【 0 0 1 6 】

さらに前記圧縮着火式エンジンの制御装置は、前記エンジン本体の吸気弁の閉弁時期を変更可能に構成された吸気動弁機構をさらに備え、さらに前記制御器は、燃料カット中は、前記吸気動弁機構により、前記吸気弁の閉弁時期を吸気下死点以降の遅閉じに設定すると共に、燃料復帰時には、前記吸気弁の閉弁時期を前記遅閉じから進角させる。

【 0 0 1 7 】

すなわち、燃料カット中に気筒内に導入されたオゾンは、気筒内のガスが圧縮されることに伴う温度上昇により消滅する虞がある。そのため、燃料カット中は、吸気弁の閉弁時期を吸気下死点以降の遅閉じに設定する。これにより、燃料カット中は、有効圧縮比が低下することになるため、モータリングによる気筒内の温度上昇が抑制されて、気筒内に導入されたオゾンの消滅が抑制される。これは、燃料カットからの復帰時における、圧縮着火燃焼の安定性向上に有利になる。

40

【 0 0 1 8 】

また、その復帰時には、吸気弁の閉弁時期を遅閉じから進角させる。これにより、有効圧縮比が高まって、圧縮端温度及び圧縮端圧力がそれぞれ高まる。このことは、燃料カットからの復帰時、及び、その復帰後における、圧縮着火燃焼の安定性向上に有利になる。

50

尚、燃料カットからの復帰時に、排気弁はEGRモードのまま動作することが好ましく、こうすることで、高温の既燃ガスを気筒内に導入することができ、気筒内の温度状態を高めて、圧縮着火燃焼の安定性を向上させる。

【0019】

ここに開示する技術はまた、圧縮着火式エンジンの制御装置に係り、この圧縮着火式エンジン制御装置は、気筒を有するエンジン本体と、前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備える。

10

【0020】

そして、前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、前記制御器はまた、所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させる。

【0021】

この構成によると、エンジン本体は、少なくとも低負荷側の領域にあるときには、気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させることにより運転される。このことにより、排気エミッション性能の向上と熱効率の向上とが両立する。

20

【0022】

エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、燃料噴射弁による燃料噴射を中止する。減速時の燃料カットは、燃費の向上に有効である。そして、この構成においては、燃料カット中は、スロットル弁を全閉にしかつ、排気動弁機構をEGRモードとする。スロットル弁を全閉にすることによって、燃料カット中に、気筒内に比較的低温の低い新気が導入することが抑制される。また、排気動弁機構をEGRモードとすることによって、排気行程中に、排気側に吐き出された気筒内のガスの一部は、吸気行程中に排気弁が開弁することに伴い、気筒内に再び導入される。これにより、スロットル弁が全閉で、燃料カット中に気筒内に新気が導入することが抑制されることと組み合わせると、比較的低温の低い新気が、吸気側から排気側へと気筒内を通過してしまうことが抑制される。また、EGRを実行することによって、燃料カットを開始する前に、気筒内に存在していた高温の既燃ガスは、可能な限り、気筒内に留まるようになる。こうして、燃料カット中に、気筒内の温度が低下してしまうことが抑制される。

30

【0023】

その結果、復帰条件が成立して燃料噴射弁による燃料噴射を再開したときには、気筒内が比較的高い温度状態であるため、混合気を安定的に圧縮自己着火燃焼させることが実現する。つまり、燃料カット後の復帰時に、エンジン本体の運転状態が圧縮自己着火燃焼を行う領域にあるときには、火花点火燃焼を行わずに、圧縮着火燃焼によって燃料供給を復帰することが可能になり、排気エミッション性能の向上及び燃費の向上が図られる。

40

【0024】

前記圧縮着火式エンジンの制御装置は、前記気筒内の混合気に強制点火するための点火プラグをさらに備え、前記制御器は、前記所定の復帰条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開すると共に、前記スロットル弁を開きかつ、前記点火プラグによる点火を行わずに前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させる、としてもよい。

【0025】

また、前記圧縮着火式エンジンの制御装置は、前記制御器は、前記気筒内の混合気を圧縮自己着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転する圧縮着火燃焼モードと、前記気筒内の混合気を前記点火プラグの強制点火によって強制点火燃焼させることにより

50

、前記エンジン本体を運転する強制点火燃焼モードとを実行可能に構成されており、前記制御器はまた、前記エンジン本体の運転状態が所定の切替負荷よりも低負荷側の領域にあるときには、前記圧縮着火燃焼モードで前記エンジン本体を運転する一方、前記エンジン本体の運転状態が前記所定の切替負荷よりも高負荷側の領域にあるときには、前記強制点火燃焼モードで前記エンジン本体を運転するように構成され、前記所定の切替負荷は、前記所定の燃料カット条件が成立する直前に、前記エンジン本体が強制点火燃焼モードで運転されるような負荷に設定されている、としてもよい。

【0026】

前記圧縮着火式エンジンの制御装置は、前記気筒内にオゾンを導入するよう構成されたオゾン導入器をさらに備え、前記制御器は、前記燃料噴射弁による燃料噴射を再開するときには、前記オゾン導入器によって、前記気筒内にオゾンを導入する、としてもよい。

10

【0027】

燃料カットからの復帰時に気筒内にオゾンを導入することによって、圧縮自己着火の着火性が高まると共に、圧縮自己着火燃焼の燃焼安定性が高まる。前述した燃料カット中に気筒内の温度低下を抑制することと、オゾンの導入とが組み合わさって、燃料カットからの復帰時には、圧縮自己着火燃焼をさらに安定して行うことが可能になる。

【0028】

前記オゾン導入器は、前記吸気経路上に配設されかつ、当該吸気経路上の空気にオゾンを添加するよう構成されており、前記制御器は、燃料カット中に、前記オゾン導入器によって前記吸気経路上の空気へのオゾンの添加を開始する、としてもよい。

20

【0029】

生成したオゾンは所定温度以上になることで消滅することから、例えば燃料カット中に気筒内に導入されたオゾンは、モータリングによって気筒内のガスが圧縮されることに伴う温度上昇により、消滅してしまう虞がある。

【0030】

吸気経路上にオゾン導入器を配設し、当該吸気経路上の空気にオゾンを添加する前記の構成では、吸気経路上のオゾンは、燃料カット中に消滅しない。その結果、燃料カットからの復帰時には、当該吸気経路上のオゾンを気筒内に導入することが可能になり、圧縮自己着火燃焼の安定性が高められる。

【0031】

前記制御器は、前記気筒内の温度状態及び燃料カットの継続時間の少なくとも一方に応じて、前記オゾン導入器によるオゾン添加の開始タイミングを設定する、としてもよい。

30

【0032】

前述の通り、気筒内の温度低下を抑制することによって、燃料カットからの復帰時に、圧縮自己着火燃焼を安定して行うことができるのであれば、気筒内にオゾンを導入することは不要である。そこで、気筒内の温度状態及び燃料カットの継続時間の少なくとも一方に応じて、オゾン導入器によるオゾン添加の開始タイミングを設定することは、燃費の向上に有利になる。

【0033】

ここで、吸気経路上の空気にオゾンを添加する構成は、前述の通り、気筒内で圧縮されて消滅することがないため、吸気経路内のオゾン濃度は、燃料カット中に、次第に高まることになる。これは、燃料カットからの復帰時に、気筒内に十分な量のオゾンを導入することを可能にし、圧縮自己着火燃焼の安定性の向上に有利になる。

40

【0034】

ここに開示する圧縮着火式エンジンの制御装置はまた、気筒を有するエンジン本体と、前記気筒内に供給する燃料を噴射するよう構成された燃料噴射弁と、前記エンジン本体の排気弁を排気行程中に開弁する通常モードと、当該排気弁を排気行程中と吸気行程中とに開弁することによって排気ガスの一部を前記気筒内に導入するEGRモードとを切り替えるよう構成された排気動弁機構と、前記気筒に接続する吸気経路上に配設されたスロットル弁と、前記吸気経路上に設けられかつ、当該吸気経路内の空気にオゾンを添加するよう

50

構成されたオゾン発生器と、前記エンジン本体の運転状態が低負荷側の領域にあるときには少なくとも、前記気筒内の混合気を圧縮着火燃焼させることにより、前記エンジン本体を運転するように構成された制御器と、を備える。

【0035】

そして、前記制御器は、前記エンジン本体の減速時に所定の燃料カット条件が成立したときには、前記燃料噴射弁による燃料噴射を中止すると共に、燃料カット中は、前記スロットル弁を全閉にしかつ、前記排気動弁機構をEGRモードとし、さらに、前記オゾン発生器により吸気経路内の空気にオゾンを添加する。

【0036】

この構成によると、前述したように、燃料カット条件が成立して燃料噴射を中止した後の燃料カット中は、スロットル弁を全閉にすることと、EGRとによって、気筒内の温度低下が抑制される。また、燃料カット中に、吸気経路内の空気にオゾンを添加することにより、吸気経路内のオゾン濃度を高めることが可能になる。その結果、燃料カットからの復帰時には、エンジンの運転状態は圧縮着火燃焼を行う低負荷側の領域にあるが、気筒内の温度が比較的高い上に、吸気経路内のオゾンが気筒内に導入されるから、気筒内に形成した混合気を安定して圧縮着火燃焼させることが可能になる。

【発明の効果】

【0037】

以上説明したように、前記の圧縮着火式エンジンの制御装置は、燃料カット中に、スロットル弁を全閉にしかつ、排気動弁機構をEGRモードにしてEGRを少なくとも行うことにより、燃料カット中に気筒内の温度が低下してしまうことが抑制される。その結果、燃料カットからの復帰時に、安定して圧縮着火燃焼を行うことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】圧縮着火式エンジンの構成を示す概略図である。

【図2】圧縮着火式エンジンの制御に係るブロック図である。

【図3】燃焼室を拡大して示す断面図である。

【図4】オゾン発生器の構成を例示する概念図である。

【図5】大リフトと小リフトとに切り替え可能に構成された吸気弁のリフトカーブの例示と、通常の開弁動作と、吸気行程時に再開弁する特殊動作とに切り替え可能に構成された排気弁のリフトカーブとの例示である。

【図6】エンジンの運転制御マップを例示する図である。

【図7】(a)は、CIモードにおいて吸気行程噴射を行う場合の燃料噴射時期の一例と、それに伴うCI燃焼の熱発生率の例示、(b)は、CIモードにおいて高圧リタード噴射を行う場合の燃料噴射時期の一例と、それに伴うCI燃焼の熱発生率の例示である。

【図8】エンジンの負荷の高低に対するEGR率の関係を例示する図である。

【図9】燃料カットに関してPCMが実行する制御のフローチャートである。

【図10】燃料カット及び燃料カットからの復帰に係る制御を説明するタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、圧縮着火式エンジンの制御装置の実施形態を図面に基づいて説明する。以下の好ましい実施形態の説明は、例示である。図1, 2は、エンジン(エンジン本体)1の概略構成を示す。このエンジン1は、車両に搭載されると共に、少なくともガソリンを含有する燃料が供給される火花点火式ガソリンエンジンである。エンジン1は、複数の気筒18が設けられたシリンダブロック11(尚、図1では、1つの気筒のみを図示するが、例えば4つの気筒が直列に設けられる)と、このシリンダブロック11上に配設されたシリンダヘッド12と、シリンダブロック11の下側に配設され、潤滑油が貯留されたオイルパン13とを有している。各気筒18内には、コンロッド142を介してクランクシャフト15と連結されているピストン14が往復動可能に嵌挿されている。ピストン14の頂面

10

20

30

40

50

には、図3に拡大して示すように、ディーゼルエンジンでのリエントラント型のようなキャビティ141が形成されている。キャビティ141は、ピストン14が圧縮上死点付近に位置するときには、後述するインジェクタ67に相対する。シリンダヘッド12と、気筒18と、キャビティ141を有するピストン14とは、燃燒室19を区画する。尚、燃燒室19の形状は、図示する形状に限定されるものではない。例えばキャビティ141の形状、ピストン14の頂面形状、及び、燃燒室19の天井部の形状等は、適宜変更することが可能である。

【0040】

このエンジン1は、理論熱効率の向上や、後述する圧縮着火燃燒の安定化等を目的として、15以上の比較的高い幾何学的圧縮比に設定されている。尚、幾何学的圧縮比は15

10

【0041】

シリンダヘッド12には、気筒18毎に、吸気ポート16及び排気ポート17が形成されていると共に、これら吸気ポート16及び排気ポート17には、燃燒室19側の開口を開閉する吸気弁21及び排気弁22がそれぞれ配設されている。

【0042】

吸気弁21及び排気弁22をそれぞれ駆動する動弁系の内、排気側には、排気弁22の作動モードを通常モードと特殊モードとに切り替える、例えば油圧作動式の可変機構(図2参照。以下、VVL(Variable Valve Lift)と称する)71と、クランクシャフト15に対する排気カムシャフトの回転位相を変更することが可能な位相可変機構(以下、VVV(Variable Valve Timing)と称する)75と、が設けられている。VVL71は、その構成の詳細な図示は省略するが、カム山を一つ有する第1カムとカム山を2つ有する第2カムとの、カムプロファイルの異なる2種類のカム、及び、その第1及び第2カムのいずれか一方のカムの作動状態を選択的に排気弁22に伝達するロストモーション機構を含んで構成されている。第1カムの作動状態を排気弁22に伝達しているときには、図5に実線で例示するように、排気弁22は、排気行程中において一度だけ開弁される通常モードで作動するのに対し、第2カムの作動状態を排気弁22に伝達しているときには、図5に破線で例示するように、排気弁22が、排気行程中において開弁すると共に、吸気行程中においても開弁するような、いわゆる排気の二度開きを行う特殊モードで作動する。VVL71の通常モードと特殊モードとは、エンジンの運転状態に応じて切り替えられる。具体的に、特殊モードは、内部EGRに係る制御の際に利用される。以下の説明においては、VVL71を通常モードで作動させ、排気二度開きを行わないことを、「VVL71をオフにする」といい、VVL71を特殊モードで作動させ、排気二度開きを行うことを、「VVL71をオンにする」という場合がある。尚、こうした通常モードと特殊モードとの切り替えを可能にする上で、排気弁22を電磁アクチュエータによって駆動する電磁駆動式の動弁系を採用してもよい。

20

30

【0043】

尚、内部EGRの実行は、排気二度開きのみによって実現されるのではない。例えば吸気弁21を二回開く、吸気の二度開きによって内部EGR制御を行うことも可能であるし、排気行程乃至吸気行程において吸気弁21及び排気弁22の双方を閉じるネガティブオーバーラップ期間を設けて既燃ガスを気筒18内に残留させる内部EGR制御を行うことも可能である。但し、後述の通り、圧縮端温度を高くする上では、排気二度開きが最も好ましい。

40

【0044】

VVT75は、液圧式、電磁式又は機械式の公知の構造を適宜採用すればよく、その詳細な構造についての図示は省略する。排気弁22は、VVV75によって、その開弁時期及び閉弁時期を、所定の範囲内で連続的に変更可能である。

【0045】

VVL71及びVVV75を備えた排気側の動弁系と同様に、吸気側には、図2に示すように、VVL74とVVT72とが設けられている。吸気側のVVL74は、排気側の

50

V V L 7 1とは異なる。吸気側のV V L 7 4は、吸気弁2 1のリフト量を相対的に大きくする大リフトカムと、吸気弁2 1のリフト量を相対的に小さくする小リフトカムとの、カムプロファイルの異なる2種類のカム、及び、大リフトカム及び小リフトカムのいずれか一方のカムの作動状態を選択的に吸気弁2 1に伝達するロストモーション機構を含んで構成されている。V V L 7 4が大リフトカムの作動状態を吸気弁2 1に伝達しているときには、図5に実線で示すように、吸気弁2 1は、相対的に大きいリフト量で開弁すると共に、その開弁期間も長くなる。これに対し、V V L 7 4が小リフトカムの作動状態を吸気弁2 1に伝達しているときには、吸気弁2 1は、図5に破線で示すように、相対的に小さいリフト量で開弁すると共に、その開弁期間も短くなる。大リフトカムと小リフトカムとは、例えばその開弁時期を同じにして切り替わるように設定されている。

10

【0046】

吸気側のV V T 7 2は、排気側のV V T 7 5と同様に、液圧式、電磁式又は機械式の公知の構造を適宜採用すればよく、その詳細な構造についての図示は省略する。吸気弁2 1もまた、V V T 7 2によって、その開弁時期及び閉弁時期を、所定の範囲内で連続的に変更可能である。

【0047】

シリンダヘッド1 2にはまた、気筒1 8毎に、気筒1 8内に燃料を直接噴射する(直噴)インジェクタ6 7が取り付けられている。インジェクタ6 7は、図3に拡大して示すように、その噴口が燃焼室1 9の天井面の中央部分から、その燃焼室1 9内に臨むように配設されている。インジェクタ6 7は、エンジン1の運転状態に応じて設定された噴射タイミングでかつ、エンジン1の運転状態に応じた量の燃料を、燃焼室1 9内に直接噴射する。この例において、インジェクタ6 7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インジェクタである。これによって、インジェクタ6 7は、燃料噴霧が、燃焼室1 9の中心位置から放射状に広がるように、燃料を噴射する。図3に矢印で示すように、ピストン1 4が圧縮上死点付近に位置するタイミングで、燃焼室1 9の中央部分から放射状に広がるように噴射された燃料噴霧は、ピストン頂面に形成されたキャビティ1 4 1の壁面に沿って流動する。キャビティ1 4 1は、ピストン1 4が圧縮上死点付近に位置するタイミングで噴射された燃料噴霧を、その内部に収めるように形成されている、と言い換えることが可能である。この多噴口型のインジェクタ6 7とキャビティ1 4 1との組み合わせは、燃料の噴射後、混合気形成期間を短くすると共に、燃焼期間を短くする上で有利な構成である。尚、インジェクタ6 7は、多噴口型のインジェクタに限定されず、外開弁タイプのインジェクタを採用してもよい。

20

30

【0048】

図外の燃料タンクとインジェクタ6 7との間は、燃料供給経路によって互いに連結されている。この燃料供給経路上には、燃料ポンプ6 3とコモンレール6 4とを含みかつ、インジェクタ6 7に、比較的高い燃料圧力で燃料を供給することが可能な燃料供給システム6 2が介設されている。燃料ポンプ6 3は、燃料タンクからコモンレール6 4に燃料を圧送し、コモンレール6 4は圧送された燃料を、比較的高い燃料圧力で蓄えることが可能である。インジェクタ6 7が開弁することによって、コモンレール6 4に蓄えられている燃料がインジェクタ6 7の噴口から噴射される。ここで、燃料ポンプ6 3は、図示は省略するが、プランジャー式のポンプであり、エンジン1によって駆動される。このエンジン駆動のポンプを含む構成の燃料供給システム6 2は、30MPa以上の高い燃料圧力の燃料を、インジェクタ6 7に供給することを可能にする。燃料圧力は、最高で120MPa程度に設定してもよい。インジェクタ6 7に供給される燃料の圧力は、後述するように、エンジン1の運転状態に応じて変更される。尚、燃料供給システム6 2は、この構成に限定されるものではない。

40

【0049】

シリンダヘッド1 2にはまた、図3に示すように、燃焼室1 9内の混合気に強制点火する点火プラグ2 5が取り付けられている。点火プラグ2 5は、この例では、エンジン1の排気側から斜め下向きに延びるように、シリンダヘッド1 2内を貫通して配置されている

50

。図3に示すように、点火プラグ25の先端は、圧縮上死点に位置するピストン14のキャビティ141内に臨んで配置される。

【0050】

エンジン1の一側面には、図1に示すように、各気筒18の吸気ポート16に連通するように吸気通路30が接続されている。一方、エンジン1の他側面には、各気筒18の燃焼室19からの既燃ガス(排気ガス)を排出する排気通路40が接続されている。

【0051】

吸気通路30の上流端部には、吸入空気を濾過するエアクリーナ31が配設されている。また、吸気通路30における下流端近傍には、サージタンク33が配設されている。このサージタンク33よりも下流側の吸気通路30は、気筒18毎に分岐する独立通路とされ、これら各独立通路の下流端が各気筒18の吸気ポート16にそれぞれ接続されている。

10

【0052】

吸気通路30におけるエアクリーナ31とサージタンク33との間には、空気を冷却又は加熱する、水冷式のインタークーラ/ウォーマ34と、各気筒18への吸入空気量を調節するスロットル弁36とが配設されている。吸気通路30にはまた、インタークーラ/ウォーマ34をバイパスするインタークーラバイパス通路35が接続されており、このインタークーラバイパス通路35には、当該通路35を通過する空気流量を調整するためのインタークーラバイパス弁351が配設されている。インタークーラバイパス弁351の開度調整を通じて、インタークーラバイパス通路35の通過流量とインタークーラ/ウォーマ34の通過流量との割合を調整することにより、気筒18に導入する新気の温度を調整することが可能である。尚、インタークーラ/ウォーマ34及びそれに付随する部材は、省略することも可能である。

20

【0053】

排気通路40の上流側の部分は、気筒18毎に分岐して排気ポート17の外側端に接続された独立通路と該各独立通路が集合する集合部とを有する排気マニホールドによって構成されている。この排気通路40における排気マニホールドよりも下流側には、排気ガス中の有害成分を浄化する排気浄化装置として、直キャタリスト41とアンダーフットキャタリスト42とがそれぞれ接続されている。直キャタリスト41及びアンダーフットキャタリスト42はそれぞれ、筒状ケースと、そのケース内の流路に配置した、例えば三元触媒とを備えて構成されている。

30

【0054】

吸気通路30におけるサージタンク33とスロットル弁36との間の部分と、排気通路40における直キャタリスト41よりも上流側の部分とは、排気ガスの一部を吸気通路30に還流するためのEGR通路50を介して接続されている。このEGR通路50は、排気ガスをエンジン冷却水によって冷却するためのEGRクーラ52が配設された主通路51と、EGRクーラ52をバイパスするためのEGRクーラバイパス通路53と、を含んで構成されている。主通路51には、排気ガスの吸気通路30への還流量を調整するためのEGR弁511が配設され、EGRクーラバイパス通路53には、EGRクーラバイパス通路53を流通する排気ガスの流量を調整するためのEGRクーラバイパス弁531が配設されている。

40

【0055】

また、吸気通路30におけるスロットル弁36とサージタンク33との間には、気筒18に導入する新気にオゾンを追加するオゾン発生器(O₃発生器)76が介設している。オゾン発生器76は、例えば図4に示すように、吸気管301の横断面上で、上下又は左右方向に所定間隔を設けて並列された複数の電極を備えて構成されている。オゾン発生器76は、吸気に含まれる酸素を原料ガスとして、無声放電によりオゾンを生成する。つまり、電極に対して、図外の電源から高周波交流高電圧を印加することにより、放電間隙において無声放電が発生し、そこを通過する空気(つまり、吸気)がオゾン化される。こうしてオゾンが添加された吸気は、サージタンク33から吸気マニホールドを介して、各気

50

筒 18 内に導入される。オゾン発生器 76 の電極に対する電圧の印加態様を変更する、及び / 又は、電圧を印加する電極の数を変更することによって、オゾン発生器 76 を通過した後の、吸気中のオゾン濃度を調整することが可能である。後述するように、PCM10 は、こうしたオゾン発生器 76 に対する制御を通じて、気筒 18 内に導入する吸気中のオゾン濃度の調整を行う。

【0056】

エンジン 1 は、パワートレイン・コントロール・モジュール（以下、PCM という）10 によって制御される。PCM10 は、CPU、メモリ、カウンタタイマ群、インターフェース及びこれらのユニットを接続するバスを有するマイクロプロセッサで構成されている。この PCM10 が制御器を構成する。

10

【0057】

PCM10 には、図 1, 2 に示すように、各種のセンサ SW1 ~ SW16 の検出信号が入力される。この各種のセンサには、次のセンサが含まれる。すなわち、エアクリーナ 31 の下流側で、新気の流量を検出するエアフローセンサ SW1 及び新気の温度を検出する吸気温度センサ SW2、インタークーラ / ウォーマ 34 の下流側に配置されかつ、インタークーラ / ウォーマ 34 を通過した後の新気の温度を検出する、第 2 吸気温度センサ SW3、EGR 通路 50 における吸気通路 30 との接続部近傍に配置されかつ、外部 EGR ガスの温度を検出する EGR ガス温センサ SW4、吸気ポート 16 に取り付けられかつ、気筒 18 内に流入する直前の吸気の温度を検出する吸気ポート温度センサ SW5、シリンダヘッド 12 に取り付けられかつ、気筒 18 内の圧力を検出する筒内圧センサ SW6、排気通路 40 における EGR 通路 50 の接続部近傍に配置されかつ、それぞれ排気温度及び排気圧力を検出する排気温センサ SW7 及び排気圧センサ SW8、直キャタリスト 41 の上流側に配置されかつ、排気中の酸素濃度を検出するリニア O₂ センサ SW9、直キャタリスト 41 とアンダーフットキャタリスト 42 との間に配置されかつ、排気中の酸素濃度を検出するラムダ O₂ センサ SW10、エンジン冷却水の温度を検出する水温センサ SW11、クランクシャフト 15 の回転角を検出するクランク角センサ SW12、車両のアクセルペダル（図示省略）の操作量に対応したアクセル開度を検出するアクセル開度センサ SW13、吸気側及び排気側のカム角センサ SW14, SW15、及び、燃料供給システム 62 のコモンレール 64 に取り付けられかつ、インジェクタ 67 に供給する燃料圧力を検出する燃圧センサ SW16 である。

20

30

【0058】

PCM10 は、これらの検出信号に基づいて種々の演算を行うことによってエンジン 1 や車両の状態を判定し、これに応じてインジェクタ 67、点火プラグ 25、吸気弁側の VVT72 及び VVL74、排気弁側の VVT75 及び VVL71、燃料供給システム 62、並びに、各種の弁（スロットル弁 36、インタークーラバイパス弁 351、EGR 弁 511、EGR クーラバイパス弁 531）のアクチュエータ、及びオゾン発生器 76 へ制御信号を出力する。こうして PCM10 は、エンジン 1 を運転する。

【0059】

図 6 は、エンジン 1 の運転制御マップの一例を示している。このエンジン 1 は、燃費の向上や排気エミッション性能の向上を目的として、エンジン負荷が相対的に低い低負荷域では、点火プラグ 25 による点火を行わずに、圧縮自己着火によって燃焼を行う圧縮着火燃焼を行う。しかしながら、エンジン 1 の負荷が高くなるに従って、圧縮着火燃焼では、燃焼が急峻になりすぎてしまい、例えば燃焼騒音等の問題を引き起こすことになる。そのため、このエンジン 1 では、エンジン負荷が相対的に高い高負荷域では、圧縮着火燃焼を止めて、点火プラグ 25 を利用した強制点火燃焼（ここでは火花点火燃焼）に切り替える。このように、このエンジン 1 は、エンジン 1 の運転状態、特にエンジン 1 の負荷に応じて、圧縮着火燃焼を行う CI（Compression Ignition）モードと、火花点火燃焼を行う SI（Spark Ignition）モードとを切り替えるように構成されている。但し、モード切り替えの境界線は、図例に限定されるものではない。

40

【0060】

50

C Iモードはさらに、エンジン負荷の高低に応じて2つの領域に分けられている。具体的に、C Iモード内における低中負荷に相当する領域(1)では、圧縮着火燃焼の着火性及び安定性を高めるために、相対的に温度の高いホットE G Rガスを気筒18内に導入する。これは、詳しくは後述するが、排気側のV V L 7 1をオンにして、排気弁22を吸気行程中に開弁する排気の二度開きを行うことによる。ホットE G Rガスの導入は、気筒18内の圧縮端温度を高め、領域(1)において、圧縮着火の着火性及び燃焼安定性を高める上で有利になる。領域(1)ではまた、図7(a)に示すように、少なくとも吸気行程から圧縮行程中期までの期間内において、インジェクタ67が気筒18内に燃料を噴射することにより、均質な混合気を形成する。均質混合気は、図7(a)に示すように、圧縮上死点付近において圧縮自己着火する。

10

【0061】

C IモードとS Iモードとの切り替え境界線(つまり、切替負荷)を含む、C Iモード内において高負荷の領域(2)では、気筒18内の温度環境が高くなる。そのため、過早着火を抑制するためにホットE G Rガス量を低下させる一方で、E G Rクーラ52を通過することによって冷却されたクールドE G Rガスを気筒18内に導入する。

【0062】

このエンジン1はまた、切替負荷を可能な限り高く設定することにより、C Iモードの領域を可能な限り高負荷側に拡大しており、負荷の高い領域(2)において、吸気行程から圧縮行程中期までの期間内で気筒18内に燃料を噴射してしまうと、過早着火等の異常燃焼が生じる虞がある。一方、温度の低いクールドE G Rガスを大量に導入して気筒内の圧縮端温度を低下させようとする、今度は、圧縮着火の着火性が悪化してしまう。つまり、領域(2)は、気筒18内の温度制御だけでは、圧縮着火燃焼を安定して行い得ない。そこで、この領域(2)では、気筒18内の温度制御に加えて、燃料噴射形態を工夫することによって過早着火等の異常燃焼を回避しつつ、圧縮着火燃焼の安定化を図る。具体的に、この燃料噴射形態は、従来と比較して大幅に高圧化した燃料圧力をもって、図7(b)に示すように、少なくとも圧縮行程後期から膨張行程初期までの期間(以下、この期間をリタード期間と呼ぶ)内で、気筒18内に燃料噴射を実行する。この特徴的な燃料噴射形態を、以下においては「高圧リタード噴射」又は単に「リタード噴射」と呼ぶ。このような高圧リタード噴射により、領域(2)での異常燃焼を回避しつつ、圧縮着火燃焼の安定化が図られる。この高圧リタード噴射の詳細については、後述する。

20

30

【0063】

このようなC Iモードに対し、S Iモードは、図6においては明示していないが、排気側のV V L 7 1をオフにして、ホットE G Rガスの導入を中止する一方で、クールドE G Rガスの導入は継続する。S Iモードではまた、詳細は後述するが、スロットル弁36を全開にする一方で、E G R弁511の開度調整により、気筒18内に導入する新気量及び外部E G Rガス量を調整する。こうして気筒18内に導入するガス割合を調整することは、ポンプ損失の低減と共に、大量のクールドE G Rガスを気筒18内に導入することによる異常燃焼の回避、火花点火燃焼の燃焼温度を低く抑えることによるR a w N O xの生成抑制及び冷却損失の低減が図られる。尚、全開負荷域では、E G R弁511を閉弁することにより、外部E G Rをゼロにする。

40

【0064】

このエンジン1の幾何学的圧縮比は、前述の通り、1.5以上(例えば1.8)に設定されている。高い圧縮比は、圧縮端温度及び圧縮端圧力を高くするため、C Iモードの、特に低負荷の領域(例えば領域(1))では、圧縮着火燃焼の安定化に有利になる。一方で、この高圧縮比エンジン1は、高負荷域であるS Iモードにおいては、過早着火やノッキングといった異常燃焼が生じやすくなるという問題がある。

【0065】

そこでこのエンジン1では、S Iモードにおいては、前述した高圧リタード噴射を行うことにより、異常燃焼を回避するようにしている。より詳細には、30MPa以上の高い燃料圧力をもって、図7(c)に示すように、圧縮行程後期から膨張行程初期にかけてり

50

タード期間内で、気筒 18 内に燃料噴射を実行する高圧リタード噴射を行い、その後、圧縮上死点付近において点火を行う。尚、S I モードにおいては、リタード期間内での高圧リタード噴射に加えて、噴射する燃料の一部を、吸気弁 21 が開弁している吸気行程期間内で気筒 18 内に噴射するようにしてもよい（つまり、分割噴射を行うとしてもよい）。

【0066】

ここで、S I モードにおける高圧リタード噴射について簡単に説明すると、例えば本願出願人が先に出願をした前記特許文献 1（特開 2012 - 172665 号公報）に、詳細に記載しているように、高圧リタード噴射は、燃料の噴射開始から燃焼の終了までの反応可能時間の短縮を図り、そのことによって異常燃焼を回避することを目的とする。すなわち、反応可能時間は、インジェクタ 67 が燃料を噴射する期間（（1）噴射期間）と、噴射終了後、点火プラグ 25 の周りに可燃混合気が形成されるまでの期間（（2）混合気形成期間）と、点火によって開始された燃焼が終了するまでの期間（（3）燃焼期間）と、を足し合わせた時間、つまり、（1）+（2）+（3）である。高圧リタード噴射は、高い圧力で、気筒 18 内に燃料を噴射することにより、噴射期間及び混合気形成期間をそれぞれ短縮する。噴射期間及び混合気形成期間の短縮は、燃料の噴射タイミング、より正確には噴射開始タイミングを、比較的遅いタイミングにすることを可能にするから、高圧リタード噴射では、圧縮行程後期から膨張行程初期にかけてのリタード期間内に燃料噴射を行う。

【0067】

高い燃料圧力で気筒 18 内に燃料を噴射することに伴い、その気筒内の乱れが強くなり、気筒 18 内の乱れエネルギーが高まる。このことと、燃料噴射のタイミングを比較的遅いタイミングに設定することにより、高い乱れエネルギーを維持したまま、火花点火を行って燃焼を開始することが可能になる。これは、燃焼期間を短くする。

【0068】

こうして高圧リタード噴射は、噴射期間、混合気形成期間、及び、燃焼期間をそれぞれ短縮し、その結果、未燃混合気の反応可能時間を、従来の吸気行程中での燃料噴射の場合と比較して大幅に短くすることを可能にする。反応可能時間が短くなる結果として、燃焼終了時における未燃混合気の反応の進行を抑制し、異常燃焼を回避することが可能になる。

【0069】

ここで、燃料圧力は、例えば 30 MPa 以上に設定することによって、燃焼期間を効果的に短縮化することが可能である。また、30 MPa 以上の燃料圧力は、噴射期間及び混合気形成期間も、それぞれ有効に短縮化することが可能である。尚、燃料圧力は、少なくともガソリンを含有する、使用燃料の性状に応じて適宜設定するのが好ましい。その上限値は、一例として、120 MPa としてもよい。

【0070】

高圧リタード噴射は、気筒 18 内への燃料噴射の形態を工夫することによって S I モードにおける異常燃焼の発生を回避する。これとは異なり、異常燃焼の回避を目的として点火タイミングを遅角することが、従来から知られている。点火タイミングの遅角化は熱効率及びトルクの低下を招くのに対し、高圧リタード噴射を行う場合は、燃料噴射の形態の工夫によって異常燃焼を回避する分、点火タイミングを進角させることが可能であるから、熱効率及びトルクが向上する。つまり、高圧リタード噴射は、異常燃焼を回避だけでなく、その回避可能な分だけ、点火タイミングを進角することを可能にして、燃費の向上に有利になる。

【0071】

以上説明したように、S I モードでの高圧リタード噴射は、噴射期間、混合気形成期間及び燃焼期間をそれぞれ短縮することが可能であるが、C I モードの領域（2）で行う高圧リタード噴射は、噴射期間及び混合気形成期間をそれぞれ短縮することが可能である。つまり、気筒 18 内に高い燃料圧力で燃料を噴射することにより気筒 18 内の乱れが強くなることで、微粒化した燃料のミキシング性が高まり、圧縮上死点付近の遅いタイミング

10

20

30

40

50

で燃料を噴射しても、比較的均質な混合気を速やかに形成することが可能になるのである。

【 0 0 7 2 】

C Iモードでの高圧リタード噴射は、比較的負荷の高い領域において、圧縮上死点付近の遅いタイミングで燃料を噴射することにより、そもそも気筒18内に燃料が噴射されていない圧縮行程期間中の過早着火を防止しつつ、前述の通り、概ね均質な混合気が速やかに形成されるため、圧縮上死点以降において、確実に圧縮着火させることが可能になる。そうして、モータリングにより気筒18内の圧力が次第に低下する膨張行程期間において、圧縮着火燃焼が行われることで、燃焼が緩慢になり、圧縮着火燃焼に伴う気筒18内の圧力上昇 (dP/d) が急峻になってしまうことが回避される。これは、NVHの制約を解消するから、C Iモードの領域を高負荷側に拡大させる。

10

【 0 0 7 3 】

図8は、エンジン1の負荷の高低に対するEGR率の変化(つまり、気筒18内のガス組成の変化)を示している。以下、EGR率の変化について、高負荷側から低負荷側に向かって順に説明する。

【 0 0 7 4 】

(最大負荷 T_{max} から切替負荷 T_3 まで)

切替負荷 T_3 よりも負荷の高い領域はS Iモードに相当する。このS I領域では、前述したように、クールドEGRガスのみを気筒18内に導入する。すなわち、スロットル弁36の開度は全開に維持されると共に、EGR弁511は、全開負荷では閉弁している一方で、エンジン負荷の低下に従い次第に開く。こうして、S Iモードにおいては、混合気の空燃比を理論空燃比(1)に設定する条件下でEGR率を最大に設定している。これは、ポンプ損失の低減に有利である。また、混合気の空燃比を理論空燃比に設定することは、三元触媒の利用を可能にする。エンジン負荷の低下に従い燃料噴射量が低下するため、EGR率は連続的に高くなる。このことは、エンジン負荷が連続的に変化するときには、気筒18内のガス組成を連続的に変化させることになるから、制御性の向上に有利である。エンジン負荷が低いほどEGR率を高くすることで、S Iモードにおける低負荷側においては、EGR率は、火花点火燃焼時のEGR限界近くに設定されることになる。

20

【 0 0 7 5 】

(切替負荷 T_3 から特定負荷 T_1 まで)

切替負荷 T_3 は、前述したようにC IモードとS Iモードとの切り替えに係り、切替負荷 T_3 以下の低負荷側においてはC Iモードとなる。C IモードとS Iモードとの切替負荷 T_3 を挟んだ低負荷側と高負荷側とのそれぞれにおいて、混合気の空燃比は理論空燃比(1)に設定している。このため、EGR率は、C IモードからS Iモードにかけて連続的に高まることになる。このことは、燃焼形態の切り替えが行われるC IモードとS Iモードとの間の移行に際しては、火花点火の実行、非実行を切り替えること以外に大きな変化はなく、C IモードからS Iモードへの切り替え、又は、その逆の切り替えをそれぞれスムーズにし、トルクショック等の発生を抑制することが可能になる。

30

【 0 0 7 6 】

また、切替負荷 T_3 に対し低負荷側に隣接する領域では、切替負荷 T_3 に対し高負荷側に隣接する領域から継続するように、比較的大量のEGRガス(クールドEGRガス)を気筒18内に導入しながら、前述した30MPa以上の高い燃料圧力でかつ、圧縮上死点付近において燃料を噴射する高圧リタード噴射を行って圧縮着火燃焼を行うことになる。このことは、圧縮着火燃焼を行う領域としては、エンジン1の負荷が比較的高い領域において、圧縮着火燃焼を緩慢にして dP/d の制約を解消しつつ、圧縮着火燃焼を安定して行うことを可能にする。

40

【 0 0 7 7 】

C Iモードにおいては、排気側のVVL71をオンにして、内部EGRガス(つまりホットEGRガス)を気筒18内に導入する。従って、切替負荷 T_3 を境にして、排気側の

50

V V L 7 1 のオン・オフが切り替わる。ホット E G R ガス及びクールド E G R ガスを足し合わせた E G R 率は、エンジン 1 の負荷が低下するに従い連続的に高くなる。また、クールド E G R ガスとホット E G R ガスとの割合は、エンジン 1 の負荷が低下するに従い、クールド E G R ガス割合は次第に小さくかつ、ホット E G R ガス割合は次第に大きくなる。クールド E G R ガスの導入量は、E G R 弁 5 1 1 の開度を制御することによって調整される。一方、ホット E G R ガスの導入量は、吸気行程期間内で開弁する排気弁 2 2 の開弁期間に対する、吸気弁 2 1 の開弁期間の重なり具合を調整することによって行われる。具体的には、吸気側の V V T 7 2 及び排気側の V V T 7 5 によって、吸気弁 2 1 の開弁時期及び排気弁 2 2 の閉弁時期を調整することと、吸気側の V V L 7 4 により、吸気弁 2 1 のリフト量を大リフトと小リフトとで切り替えることとを組み合わせることで、ホット E G R ガスの導入量は調整される。

10

【 0 0 7 8 】

そうして、切替負荷 T_3 と特定負荷 T_1 との間の所定負荷 T_2 において、クールド E G R ガスの導入は中止され、所定負荷 T_2 よりもエンジン 1 の負荷が低いときには、ホット E G R ガスのみが気筒 1 8 内に導入される。こうして、エンジン 1 の負荷が低くなるに従い、ホット E G R ガスの導入量を増やすことは、圧縮開始前の気筒内のガス温度を高め、それに伴い圧縮端温度を高くする。このことは、エンジン 1 の負荷が低い領域において圧縮着火の着火性を高めると共に、圧縮着火燃焼の安定性を高める上で有利である。

【 0 0 7 9 】

エンジン 1 の負荷が低下するに従い連続的に高くなる E G R 率は、特定負荷 T_1 において、最高 E G R 率 r_{max} に設定される。

20

【 0 0 8 0 】

(特定負荷 T_1 から最低負荷まで)

特定負荷 T_1 までは、前述の通り、エンジン 1 の負荷が低下するに従い、E G R 率を連続的に高く設定しているが、特定負荷 T_1 よりもエンジン 1 の負荷が低いときには、エンジン 1 の負荷の高低に拘わらず、E G R 率を最高 E G R 率 r_{max} で一定にする。これにより、混合気の空燃比はリーンに設定される。

【 0 0 8 1 】

ここで、E G R 率を、最高 E G R 率 r_{max} を超えないように設定することは、E G R 率を高くして気筒 1 8 内に大量の排気ガスを導入してしまうと、気筒 1 8 内のガスの比熱比が低くなることで、圧縮開始前のガス温度が高くても、圧縮端温度が逆に低くなってしまふためである。

30

【 0 0 8 2 】

つまり、排気ガスは、三原子分子である CO_2 や H_2O を多く含んでおり、窒素 (N_2) や酸素 (O_2) を含む空気と比較して、比熱比が高い。そのため、E G R 率を高くして気筒 1 8 内に導入する排気ガスが増えたときには、気筒 1 8 内のガスの比熱比は低下する。

【 0 0 8 3 】

排気ガスの温度は、新気と比較して高いため、E G R 率が高くなるほど、圧縮開始前のガスの温度は高くなる。しかしながら、E G R 率が高くなるほど、ガスの比熱比が低下することから、圧縮をしてもガスの温度がそれほど高まらず、結果として、圧縮端温度は、所定の E G R 率 r_{max} で最高となり、E G R 率をそれより高めても、圧縮端温度は低くなる。

40

【 0 0 8 4 】

そこで、このエンジン 1 においては、圧縮端温度が最も高くなる E G R 率を最高 E G R 率 r_{max} に設定している。そして、エンジン 1 の負荷が特定負荷 T_1 よりも低いときには、E G R 率を最高 E G R 率 r_{max} に設定し、そのことにより、圧縮端温度が低下してしまうことを回避している。この最高 E G R 率 r_{max} は、50 ~ 90 % に設定してもよい。最高 E G R 率 r_{max} は、高い圧縮端温度を確保することができる限度において、できるだけ高く設定すればよく、好ましくは、70 ~ 90 % である。このエンジン 1 は、高

50

い圧縮端温度が得られるように、幾何学的圧縮比を1.5以上の高い圧縮比に設定している。また、できるだけ温度の高い排気ガスを気筒18内に導入するために、排気二度開きを採用している。つまり、排気二度開きは、気筒18内に導入する排気ガスを排気ポートに一旦排出するため、ネガティブオーバーラップ期間を設ける構成とは異なり、排気行程中に排気ガスを圧縮して冷却損失を増大させることなく、しかも、相対的に温度の低い吸気ポートに排気ガスを排出する吸気二度開きとは異なり、排気ガスの温度低下を抑制することができるから、圧縮開始前のガス温度を最も高くすることが可能である。できる限り高い圧縮端温度を確保するように構成しているエンジン1においては、最高EGR率 r_{max} は、例えば80%程度に設定してもよい。最高EGR率 r_{max} を、できるだけ高く設定することは、エンジン1の未燃損失の低減に有利になる。つまり、エンジン1の負荷が低いときには未燃損失が高くなり易いため、エンジン1の負荷が特定負荷 T_1 よりも低いときにEGR率をできるだけ高く設定することは、未燃損失の低減による燃費の向上に極めて有効である。

10

【0085】

こうしてこのエンジン1においては、エンジン1の負荷が特定負荷 T_1 よりも低いときにも、高い圧縮端温度を確保することにより、圧縮着火燃焼の着火性及び燃焼安定性を確保するようにしている。

【0086】

(燃料カットに係る制御)

このエンジン1はまた、減速中に所定の燃料カット条件が成立したときには、インジェクタ67による燃料噴射を中止する燃料カット制御を行う。そうして、燃料カット中からの復帰時には、エンジン1の運転状態は、圧縮着火燃焼を行う低負荷側の領域にあることが通常であるが、このエンジン1は、その燃料カットからの復帰時に、圧縮着火燃焼を行う。このことにより、燃料カットからの復帰時に火花点火燃焼を行う場合に問題となる、排気エミッション性能の低下や燃費の低下を回避する。燃料カットからの復帰時に圧縮着火燃焼の安定性を確保するために、このエンジン1では、燃料カット中に気筒18内の温度低下を抑制する制御を実行する。次に、図9のフローを参照しながら、PCM10が実行する燃料カットに係る制御について説明する。

20

【0087】

図9におけるフローにおいてスタート後のステップS1では、エンジン回転数及びアクセル開度等の読み込みを行い、続くステップS2で、アクセル開度が0でかつ、エンジン回転数が所定値を超えているか否かを判定する。ステップS2の判定は、燃料カット条件の判定に係り、判定がNOのときには、燃料カット条件が成立しないとしてステップS1に戻る一方、判定がYESのときには、燃料カット条件が成立したとしてステップS3に移行する。

30

【0088】

ステップS3では、インジェクタ67からの燃料噴射を中止する燃料カットを実行し、続くステップS4で、排気弁22のVVL71をオンにして排気二度開きを行うと共に、VVT75により、排気弁22の位相を最も遅角側に設定する。こうして、燃料カット中に、排気二度開きを行うことによって、燃料カット前に気筒18内に存在していた高温の既燃ガスを、できるだけ気筒18内に留めると共に、吸気側から排気側に気筒18内を新気が通過することを抑制する。これは、気筒18内の温度の低下を抑制する。

40

【0089】

ステップS5では、吸気弁21のVVL774により、大リフトカムに切り替えると共に、VVT72により、吸気弁21の位相を最も遅角側に設定する。これにより、吸気弁21の閉弁時期は、吸気下死点以降の遅閉じに設定されるため、燃料カット中に、気筒18内に導入される新気量を抑制して、吸気側から排気側に気筒18内を新気が通過することを抑制すると共に、有効圧縮比が低下し、燃料カット中のモータリングによる圧縮端温度が低下する。これは、後述の通り、気筒18内に導入したオゾンが消滅してしまうことを抑制する。

50

【 0 0 9 0 】

ステップ S 6 では、スロットル弁 3 6 を全閉にする。これによって、気筒 1 8 内に導入される新気量をできるだけ低減する。その結果、吸気側から排気側に気筒 1 8 内を新気が通過することが抑制されて、気筒 1 8 内の温度低下が抑制される。

【 0 0 9 1 】

尚、ステップ S 4、S 5 及び S 6 は、同時に又は順に実行されるが、順に実行される場合、これらのステップの順番は、適宜入れ替えてもよい。

【 0 0 9 2 】

そうしてステップ S 7 では、気筒 1 8 内の温度が所定値よりも低くなったか否かを判定する。所定値は、圧縮着火燃焼を実行可能な程度の気筒 1 8 内の温度として、適宜設定すればよい。気筒 1 8 内の温度が所定値以上であれば、ステップ S 7 を繰り返し、気筒 1 8 内の温度が所定値よりも低くなれば、ステップ S 8 に移行する。

10

【 0 0 9 3 】

ステップ S 8 では、オゾン発生器 7 6 を作動させ、吸気通路 3 0 内の空気に対するオゾンの添加を開始する。前述したように、スロットル弁 3 6 を全閉にしていると共に、吸気弁 2 1 を大リフトでかつ、遅閉じに設定していることで、気筒 1 8 内に新気が導入することは抑制されているため、吸気通路 3 0 内におけるオゾン濃度が次第に高くなる。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 9 では、復帰条件が成立したか否かを判定する。つまり、アクセルがオンになるか、又は、エンジン回転数が所定回転数以下になるかを判定する。復帰条件が成立していないときにはステップ S 9 を繰り返す。つまり、燃料カットが継続され、吸気通路 3 0 内におけるオゾンの供給も継続される。一方、ステップ S 9 において、アクセルがオンになるか、又は、エンジン回転数が所定回転数以下になって、燃料供給の復帰条件が成立したときには、ステップ S 1 0 に移行し、V V L 7 4 により、吸気弁 2 1 のカムを大リフトカムから小リフトカムへと切り替える。尚、排気弁 2 2 は、二度開きのままである。そして、続くステップ S 1 1 においてスロットル弁 3 6 を開ける。これにより、気筒 1 8 内には、十分な量の新気が導入されるものの、この新気には、オゾンが添加されており、新気と共にオゾンが気筒 1 8 内に導入される。

20

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 2 において、インジェクタ 6 7 の燃料噴射を再開する。前述したように、燃料カット中には、気筒 1 8 内の温度低下を抑制していると共に、燃料カットからの復帰時には、気筒 1 8 内にオゾンが導入されるため、圧縮着火の着火性が高まり、圧縮着火燃焼を安定して実行することが可能になる。

30

【 0 0 9 6 】

そうして、ステップ S 1 3 では、エンジン 1 の全ての気筒 1 8 において燃焼、つまり圧縮着火燃焼が 1 回行われたか否かを判定し、全気筒の燃焼が完了すれば、それ以降においては、排気の二度開きにより、大量の内部 E G R ガスを気筒 1 8 内に導入することにより、圧縮着火燃焼の安定性を確保することが可能であるため、ステップ S 1 4 に移行して、オゾン発生器 7 6 を停止し、オゾンの供給を停止する。こうして、オゾン供給を速やかに停止することにより、電力消費を抑制して燃費の向上に有利になる。

40

【 0 0 9 7 】

尚、ステップ S 7 の判定は、燃料カットを開始してから所定時間が経過したか否かを判定するようにしてもよい。この場合は、気筒 1 8 内の温度状態を、燃料カットの継続時間によって推定することになる。また、ステップ S 7 の判定は、気筒 1 8 内の温度及び燃料カットの継続時間の双方に基づく判定を行ってもよい。

【 0 0 9 8 】

また、ステップ S 7 において、気筒 1 8 内の温度が所定値よりも低くなる前に、ステップ S 9 の復帰条件が成立したときには、オゾンの供給を行うことなく、燃料噴射の再開をすればよい。気筒 1 8 内が比較的高い温度状態に維持されているため、気筒 1 8 内にオゾンを導入しなくても、圧縮着火燃焼を安定して行うことが可能である。

50

【 0 0 9 9 】

図 1 0 は、図 9 のフローに従って行われる燃料カットに係る制御を説明するタイムチャートである。具体的に、図 1 0 は、燃料カットから復帰に係る、燃料噴射及び火花点火の変更、筒内圧力の変化、吸排気弁の開弁状態の変更、スロットル弁の開度変更、並びに、気筒内のガス状態の変化の一例を示している。図 1 0 においては、紙面左から右の方向にクランク角が進行している（つまり、時間が進行している）。

【 0 1 0 0 】

先ず、図 1 0 に示す 1 サイクル目は、燃料カット前の状態であり、エンジン 1 は、ここでは、S I モードで運転している。従って、インジェクタ 6 7 はリタード期間に燃料を噴射すると共に、点火プラグ 2 5 は圧縮上死点付近において点火を行う。S I モードであるため、排気の V V L 7 1 はオフであり、排気弁 2 2 は、排気行程中にのみ開弁する。また、吸気弁 2 1 は、大リフトカムであってその位相は所定に設定されている。スロットル弁 3 6 は全開である。

10

【 0 1 0 1 】

2 サイクル目は、燃料カットの開始後のサイクルに相当する。前述したように、排気の V V L 7 1 はオンとなり、排気弁 2 2 は、排気行程中及び吸気行程中に開弁する。排気弁 2 2 の位相は最遅角となる。また、吸気弁 2 1 は、大リフトカムでその位相は最遅角に設定される。さらに、スロットル弁 3 6 は全閉にされる。これにより、気筒 1 8 内に導入される新気をできるだけ少なくし、残留ガスをできるだけ多くする。また、有効圧縮比を低くしているため、気筒 1 8 内の圧縮端圧力も低下する。

20

【 0 1 0 2 】

3 サイクル目は、燃料カット中のサイクルに相当し、オゾン発生器 7 6 によるオゾン添加を開始している。これにより、気筒 1 8 内に導入される新気にはオゾンも含まれる。燃料カット中であるため、排気弁 2 2 及び吸気弁 2 1 並びにスロットル弁はそれぞれ、2 サイクル目と同じである。従って、有効圧縮比は比較的低くなるから、気筒 1 8 内にオゾンが導入しても、そのオゾンが、高い圧縮端温度によって消滅してしまうことが抑制される。

【 0 1 0 3 】

4 サイクル目は、燃料カットから復帰するサイクルに相当する。復帰時には、吸気弁 2 1 は小リフトカムに切り替えられると共に、スロットル弁 3 6 が開けられる（ここでは、全開に設定される）。排気弁 2 2 は二度開きのままであり、吸気弁 2 1 の閉弁時期は進角することになるから、気筒 1 8 内には、残留ガスと、オゾンが添加された新気とがそれぞれ導入される。また、インジェクタ 6 7 は、吸気行程から圧縮行程初期の期間内に燃料を噴射し、均質混合気は、気筒 1 8 内の比較的高い温度環境と、オゾンとによって、圧縮上死点付近において着火し、安定して燃焼することになる。こうして、燃料カットからの復帰を、圧縮着火燃焼で行うことが可能になる。その結果、排気エミッション性能及び燃費の向上が図られる。

30

【 0 1 0 4 】

尚、ここに開示する技術は、前述したエンジン構成への適用に限定されるものではない。例えば、吸気行程期間内における燃料噴射は、気筒 1 8 内に設けたインジェクタ 6 7 ではなく、別途、吸気ポート 1 6 に設けたポートインジェクタを通じて、吸気ポート 1 6 内に燃料を噴射してもよい。

40

【 0 1 0 5 】

また、エンジン 1 の動弁系に関し、吸気弁 2 1 の V V L 7 4 に代えて、リフト量を連続的に変更可能な C V V L (Continuously Variable Valve Lift) を備えるようにしてもよい。またその場合には、排気側の V V T 7 5 を省略してもよい。

【 0 1 0 6 】

また、エンジン 1 は、直列 4 気筒エンジンに限らず、直列 3 気筒、直列 2 気筒、直列 6 気筒エンジン等に適用してもよい。また、V 型 6 気筒、V 型 8 気筒、水平対向 4 気筒等の各種のエンジンに適用可能である。

50

【 0 1 0 7 】

さらに、前記の説明では、所定の運転領域において混合気の空燃比を理論空燃比（1）に設定しているが、混合気の空燃比をリーンに設定してもよい。但し、空燃比を理論空燃比に設定することは、三元触媒の利用が可能になるという利点がある。

【 0 1 0 8 】

図6に示す運転制御マップは例示であり、これ以外にも様々なマップを設けることが可能である。

【 0 1 0 9 】

また、高圧リタード噴射は、必要に応じて分割噴射にしてもよく、同様に、吸気行程噴射もまた、必要に応じて分割噴射にしてもよい。これらの分割噴射では、吸気行程と圧縮行程とのそれぞれにおいて燃料を噴射してもよい。

10

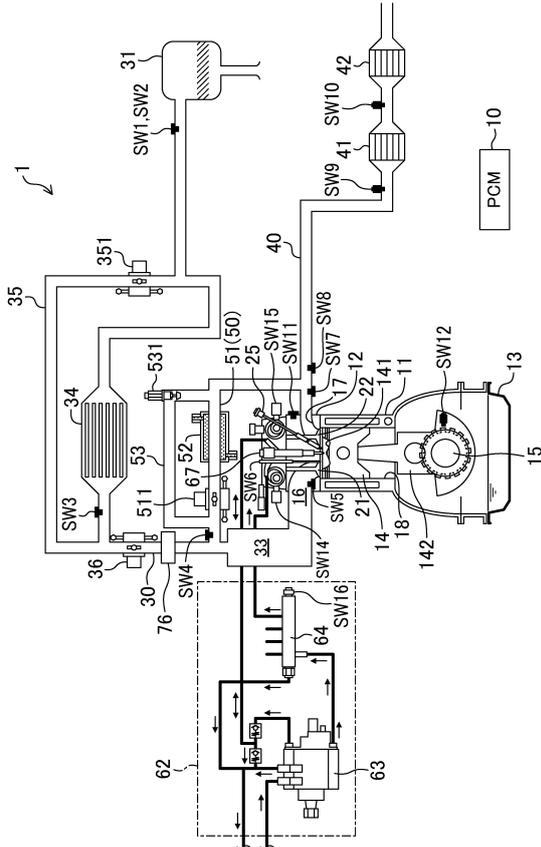
【 符号の説明 】

【 0 1 1 0 】

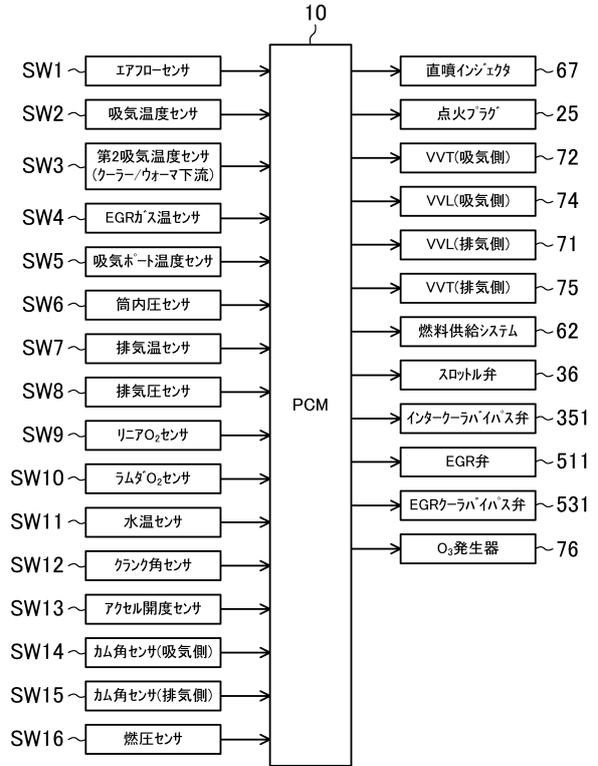
- 1 エンジン（エンジン本体）
- 1 0 P C M（制御器）
- 1 8 気筒
- 2 1 吸気弁
- 2 2 排気弁
- 3 0 吸気通路（吸気経路）
- 3 6 スロットル弁
- 5 0 E G R 通路（排気還流システム）
- 5 1 主通路（排気還流システム）
- 5 1 1 E G R 弁（排気還流システム）
- 5 2 E G R クーラ（排気還流システム）
- 6 7 インジェクタ（燃料噴射弁）
- 7 1 V V L（排気動弁機構）
- 7 2 V V T（吸気動弁機構）
- 7 4 V V L（吸気動弁機構）
- 7 6 オゾン発生器（オゾン導入器）

20

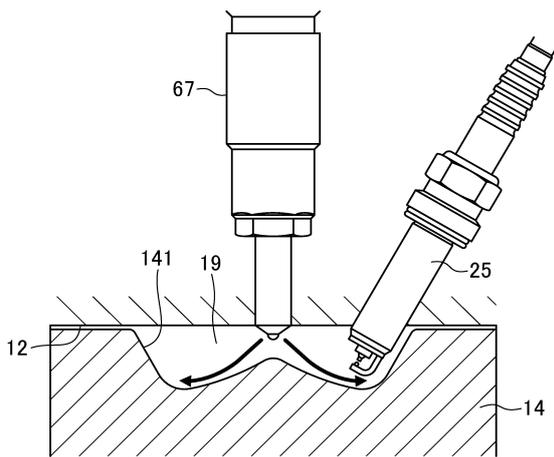
【図1】



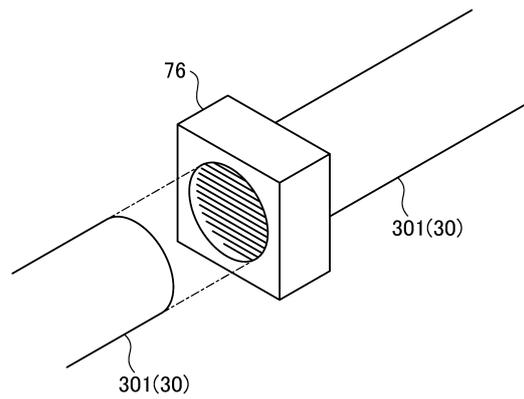
【図2】



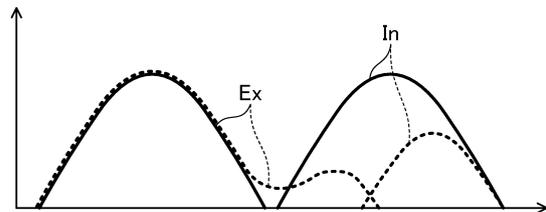
【図3】



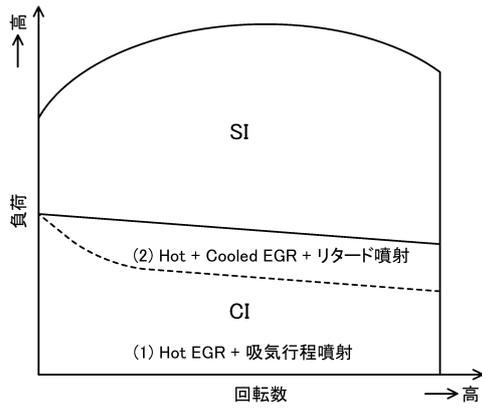
【図4】



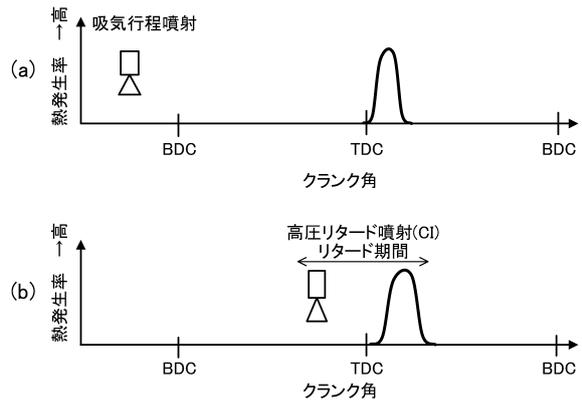
【図5】



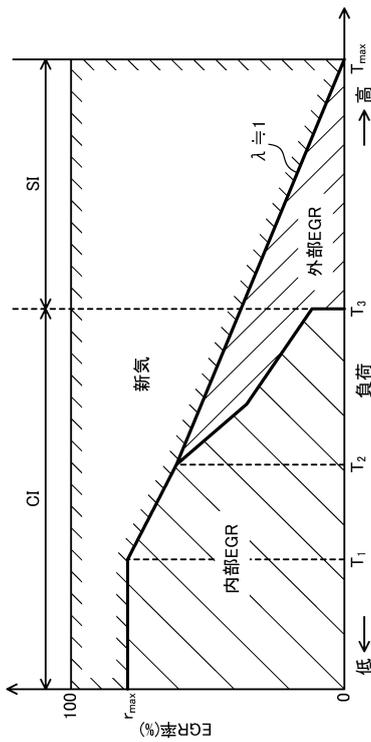
【図6】



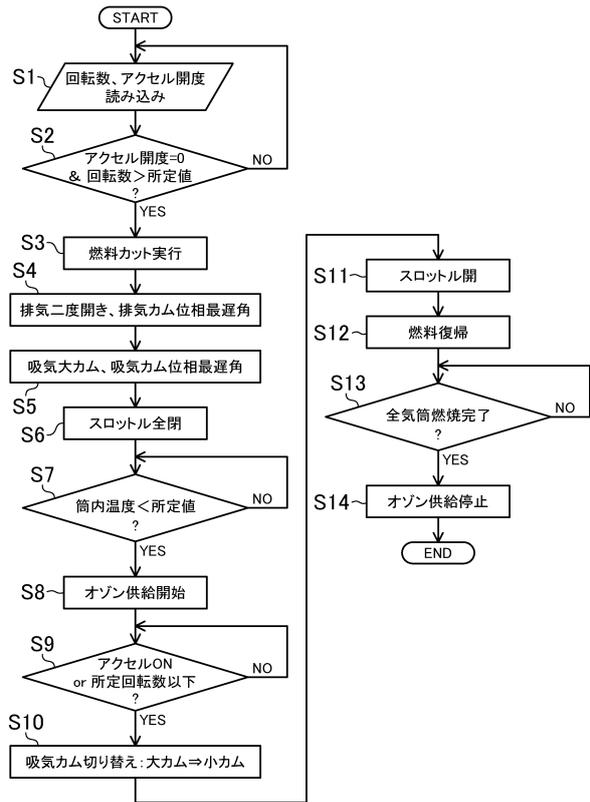
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
F 0 2 D	21/02	(2006.01)	F 0 2 D	9/02 A
F 0 2 P	5/15	(2006.01)	F 0 2 D	9/02 3 1 5 B
F 0 2 D	43/00	(2006.01)	F 0 2 M	25/10 C
F 0 2 B	23/10	(2006.01)	F 0 2 D	21/02
			F 0 2 P	5/15 B
			F 0 2 D	43/00 3 0 1 Z
			F 0 2 D	43/00 3 0 1 H
			F 0 2 D	43/00 3 0 1 K
			F 0 2 D	43/00 3 0 1 N
			F 0 2 D	43/00 3 0 1 B
			F 0 2 B	23/10 3 2 0

- (72)発明者 養祖 隆
 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 早田 光則
 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 荒木 啓二
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 藤村 泰智

- (56)参考文献 特開2003-106184(JP,A)
 特開2013-136985(JP,A)
 特表2000-513788(JP,A)
 特開2012-172665(JP,A)
 特開2008-128106(JP,A)
 特開2002-276404(JP,A)
 特開2003-003873(JP,A)
 特開2002-310014(JP,A)
 特開2002-317635(JP,A)
 特開2011-007154(JP,A)
 特開2003-172159(JP,A)
 国際公開第2007/060853(WO,A1)
 米国特許出願公開第2008/0173277(US,A1)
 特許第4159918(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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