(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7271811号
(P7271811)

(45)発行日　令和5年5月11日(2023.5.11)

(24)登録日　令和5年4月28日(2023.4.28)

(51)国際特許分類

F02D 41/34 (2006.01)	F02D	41/34		
F02D 45/00 (2006.01)	F02D	45/00	364G	
F02D 17/00 (2006.01)	F02D	17/00	B	

請求項の数　5　（全13頁）

(21)出願番号　特願2023-515063(P2023-515063)
(86)(22)出願日　令和4年4月27日(2022.4.27)
(86)国際出願番号　PCT/JP2022/019159
審査請求日　令和5年3月3日(2023.3.3)
早期審査対象出願

(73)特許権者　000010076
ヤマハ発動機株式会社
静岡県磐田市新貝２５００番地
(74)代理人　110002147
弁理士法人酒井国際特許事務所
(72)発明者　浜松 茂
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内
(72)発明者　杉本 剛史
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内
(72)発明者　伊藤 正彦
静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内
審査官　津田 真吾

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　４ストロークエンジン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも一つの燃焼室と、

前記燃焼室に接続される吸気通路と、

前記燃焼室と前記吸気通路との接続部である吸気開口を開閉する少なくとも１つの吸気弁と、

前記吸気通路に燃料を噴射する燃料噴射装置と、

前記燃料噴射装置を制御する制御装置と

を備える４ストロークエンジンであって、

前記制御装置は、

ピストン位置で規定した吸気行程から始まり、圧縮行程、膨張行程および排気行程で終了する４つの行程を１つの燃焼サイクルと定義した場合、前記吸気弁が開く前の閉弁期間に燃料の供給が終了する吸気閉弁時噴射と前記吸気弁が開いている開弁期間に燃料の供給が終了する吸気開弁時噴射との両方が１つの前記燃焼サイクル内で行われるように前記燃料噴射装置を制御するマルチ噴射制御と、１つの前記燃焼サイクルにおいて前記吸気閉弁時噴射が行われ前記吸気開弁時噴射が行われないように前記燃料噴射装置を制御する単一噴射制御とを切り替えて実行し、前記マルチ噴射制御および前記単一噴射制御において前記吸気閉弁時噴射における燃料の噴射量である吸気閉弁時噴射量に制限量を設定し、前記吸気閉弁時噴射量が前記制限量を超える場合には、少なくとも前記制限量を超えた分の燃料が前記吸気開弁時噴射において供給されるように前記マルチ噴射制御を実行する

４ストロークエンジン。
【請求項２】
前記制御装置は、
エンジン運転状態において燃料の供給を一時的に中断する燃料カット制御から燃料の供給を行わせる燃料噴射制御に復帰する際に、求められた燃料噴射量が前記制限量以下の場合には前記単一噴射制御を実行し、求められた燃料噴射量が前記制限量を超える場合には前記マルチ噴射制御が行われるように制御する
請求項１に記載の４ストロークエンジン。
【請求項３】
前記制御装置は、
前記燃料カット制御における燃料カット期間が短い運転条件から長い運転条件へと段階的に変化させ、燃料噴射制御に復帰する際における前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁の位置が所定の位置である場合に、前記燃料カット期間が短い運転条件下では前記燃料カット期間の増加に伴い前記吸気閉弁時噴射量が増加し前記燃料カット期間が長い運転条件へと変化する途中で前記吸気閉弁時噴射量が前記制限量に達すると前記吸気閉弁時噴射量の増加が停止するように前記単一噴射制御を実行し、前記燃料カット期間がさらに長い運転条件へと変化すると前記制限量を超えない分の燃料が前記吸気閉弁時噴射において供給され少なくとも前記制限量を超えた分の燃料が前記吸気開弁時噴射において供給されるように前記マルチ噴射制御を実行する
請求項２に記載の４ストロークエンジン。
【請求項４】
前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁をさらに備え、
前記制御装置は、
前記吸気閉弁時噴射量に対する前記制限量が、前記スロットル弁の位置が所定の位置であり、かつ前記燃料カット制御を伴わない場合の噴射量である定常時噴射量よりも多くなるように制御する
請求項２又は請求項３に記載の４ストロークエンジン。
【請求項５】
前記制御装置は、
前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁の位置にに応じて前記制限量を変化させる
請求項１に記載の４ストロークエンジン。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、４ストロークエンジンに関する。
【背景技術】
【０００２】
４ストロークエンジンは、少なくとも一つの燃焼室と、燃焼室に接続される吸気通路と、燃焼室と吸気通路との接続部である吸気開口を開閉する少なくとも１つの吸気弁と、吸気通路に燃料を噴射する燃料噴射装置と、燃料噴射装置を制御する制御装置とを備える構成である。
【０００３】
吸気行程から始まり、圧縮行程、膨張行程および排気行程で終了する燃焼サイクルを繰り返す４ストロークエンジンでは、１つの燃焼サイクルにおいて、吸気弁が開く前の閉弁期間および吸気弁が開いている開弁期間に燃料が供給される。この場合、閉弁期間の燃料の供給量と、開弁期間の燃料の供給量とをそれぞれ制御する必要がある。例えば、特許文献１には、所定の基本燃料量を閉弁期間に噴射し、加速等の過渡対応のため燃料の増量分が発生した場合には増量分を開弁期間に噴射することが記載されている。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開平５－２０２７８３号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
加速等の過渡対応で生じる増量分を含めた全噴射量を閉弁期間に噴射すると、吸気通路における燃料の霧化が不十分となり、エミッションの悪化が発生する場合がある。一方、特許文献１に記載のように基本燃料量を閉弁期間に噴射し、増量分を開弁期間に噴射する構成では、例えば急激な加速を伴う場合のように増量分が多くなると、開弁期間の噴射量が過剰になり、エミッションの悪化が発生してしまう。
【０００６】
本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、加速等の過渡時においてもエミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる４ストロークエンジン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】
本発明に係る４ストロークエンジンは、少なくとも一つの燃焼室と、前記燃焼室に接続される吸気通路と、前記燃焼室と前記吸気通路との接続部である吸気開口を開閉する少なくとも１つの吸気弁と、前記吸気通路に燃料を噴射する燃料噴射装置と、前記燃料噴射装置を制御する制御装置とを備える４ストロークエンジンであって、前記制御装置は、ピストン位置で規定した吸気行程から始まり、圧縮行程、膨張行程および排気行程で終了する４つの行程を１つの燃焼サイクルと定義した場合、前記吸気弁が開く前の閉弁期間に燃料の供給が終了する吸気閉弁時噴射と前記吸気弁が開いている開弁期間に燃料の供給が終了する吸気開弁時噴射との両方が１つの前記燃焼サイクル内で行われるように前記燃料噴射装置を制御するマルチ噴射制御と、１つの前記燃焼サイクルにおいて前記吸気閉弁時噴射が行われ前記吸気開弁時噴射が行われないように前記燃料噴射装置を制御する単一噴射制御とを切り替えて実行し、前記マルチ噴射制御および前記単一噴射制御において前記吸気閉弁時噴射における燃料の噴射量である吸気閉弁時噴射量に制限量を設定し、前記吸気閉弁時噴射量が前記制限量を超える場合には、少なくとも前記制限量を超えた分の燃料が前記吸気開弁時噴射において供給されるように前記マルチ噴射制御を実行する。
【０００８】
この構成によれば、吸気閉弁時噴射量に制限量を設定することで、単一噴射制御およびマルチ噴射制御において、制限量の範囲で吸気閉弁時噴射量を調整することができる。単一噴射制御を行う場合、例えばスロットル弁の開度が大きくなる場合のように燃料の増量が発生する過渡時において、制限量を超えない範囲であれば増量分を吸気閉弁時噴射にて供給させることができるため、吸気通路における燃料の霧化を促進することができ、エミッションの悪化の発生を防止できる。また、マルチ噴射制御においては、過渡時であっても吸気閉弁時噴射で全ての増量分を供給するのではなく、吸気開弁時噴射でも増量分の一部を供給することができるため、エミッションの悪化の発生を防止できる。このように、加速等の過渡時においてもエミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。
【０００９】
本発明に係る４ストロークエンジンにおいて、前記制御装置は、エンジン運転状態において燃料の供給を一時的に中断する燃料カット制御から燃料の供給を行わせる燃料噴射制御に復帰する際に、求められた燃料噴射量が前記制限量以下の場合には前記単一噴射制御を実行し、求められた燃料噴射量が前記制限量を超える場合には前記マルチ噴射制御が行われるように制御する。
【００１０】

この構成によれば、燃料カット制御から燃料噴射制御に復帰する際に単一噴射制御又はマルチ噴射制御を行う場合おいても、エミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。

【００１１】

本発明に係る４ストロークエンジンにおいて、前記制御装置は、前記燃料カット制御における燃料カット期間が短い運転条件から長い運転条件へと段階的に変化させ、燃料噴射制御に復帰する際における前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁の位置が所定の位置である場合に、前記燃料カット期間が短い運転条件下では前記燃料カット期間の増加に伴い前記吸気閉弁時噴射量が増加し前記燃料カット期間が長い運転条件へと変化する途中で前記吸気閉弁時噴射量が前記制限量に達すると前記吸気閉弁時噴射量の増加が停止するように前記単一噴射制御を実行し、前記燃料カット期間がさらに長い運転条件へと変化すると前記制限量を超えない分の燃料が前記吸気閉弁時噴射において供給され少なくとも前記制限量を超えた分の燃料が前記吸気開弁時噴射において供給されるように前記マルチ噴射制御を実行する。

【００１２】

この構成によれば、燃料カット制御における燃料カット期間の長さに応じて単一噴射制御又はマルチ噴射制御を行う場合おいても、エミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。

【００１３】

本発明に係る４ストロークエンジンにおいて、前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁をさらに備え、前記制御装置は、前記吸気閉弁時噴射量に対する前記制限量が、前記スロットル弁の位置が所定の位置であり、かつ前記燃料カット制御を伴わない場合の噴射量である定常時噴射量よりも多くなるように制御する。

【００１４】

この構成によれば、吸気閉弁時噴射量に制限量を設けることにより、吸気閉弁時噴射量が定常時噴射量よりも多くなるように制御することができるため、エミッションの悪化の発生を防止できる。

【００１５】

本発明に係る４ストロークエンジンにおいて、前記制御装置は、前記吸気通路の内部に設けられ前記燃焼室に吸入される空気量を調整するスロットル弁の位置に応じて前記制限量を変化させる。

【００１６】

この構成によれば、スロットル弁の位置に応じて制限量を変化させることで、吸気閉弁時噴射量を負荷に応じて柔軟に設定することができる。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、加速等の過渡時においてもエミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることが可能な４ストロークエンジンを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】図１は、４ストロークエンジンの一例を模式的に示す図である。

【図２】図２は、スロットル弁位置と、燃料噴射装置における噴射信号との時間的関係の一例を模式的に示す図である。

【図３】図３は、スロットル弁位置と、燃料噴射装置における噴射信号との時間的関係の他の例を模式的に示す図である。

【図４】図４は、４ストロークエンジンの制御装置における制御の一例を示すフローチャートである。

【図５】図５は、本実施形態に係る４ストロークエンジンの一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】
以下、４ストロークエンジンの実施形態を図面に基づいて説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。
【００２０】
図１は、４ストロークエンジン１００の一例を模式的に示す図である。４ストロークエンジン１００は、エンジン本体１０と、吸気通路２１及び排気通路２２と、吸気弁３１及び排気弁３２と、スロットル弁３３と、クランク角検出器４１と、スロットル弁位置検出器４２と、吸気通路内圧力検出器４３と、燃料噴射装置５０と、制御装置６０とを備える。
【００２１】
エンジン本体１０は、気筒１１と、クランクケース１２とを有する。気筒１１は、少なくとも１つ設けられる。気筒１１の数は、特に限定されず、単気筒、２気筒、３気筒、４気筒等であってもよい。気筒１１は、燃焼室１３を有する。燃焼室１３は、吸気開口１７及び排気開口１８を有する。また、燃焼室１３には、点火プラグ１９が配置される。点火プラグ１９が、燃焼室１３の内部に供給される混合気に点火することにより混合気が燃焼する。
【００２２】
燃焼室１３には、ピストン１４が配置される。ピストン１４は、燃焼室１３に供給された燃料を含む混合気の燃焼によって気筒１１内を往復移動する。ピストン１４の往復移動により、燃焼室１３の容積が増減する。ピストン１４は、コネクティングロッド１５を介してクランクシャフト１６に接続される。ピストン１４の往復移動に連動して、クランクシャフト１６が回転する。クランクシャフト１６は、クランクケース１２内に配置される。
【００２３】
吸気通路２１は、燃焼室１３の吸気開口１７に接続される。吸気開口１７は、燃焼室１３と吸気通路２１との接続部である。吸気通路２１は、大気への開放口である大気開放口２１ａを有する。
【００２４】
排気通路２２は、燃焼室１３の排気開口１８に接続される。排気開口１８は、燃焼室１３と排気通路２２との接続部である。
【００２５】
吸気弁３１は、吸気開口１７を開閉する。排気弁３２は、排気開口１８を開閉する。吸気弁３１及び排気弁３２は、例えばカムシャフト等の駆動機構３４により駆動されることで開閉動作を行う。
【００２６】
スロットル弁３３は、吸気通路２１の内部に配置される。スロットル弁３３は、燃焼室１３に吸入される空気量を調整する。スロットル弁３３が吸気弁３１に近い位置に設けられる場合、燃焼室１３に吸入される空気量の応答性が向上する。
【００２７】
クランク角検出器４１は、クランクシャフト１６の回転角度であるクランク回転角度を検出する。
【００２８】
スロットル弁位置検出器４２は、スロットル弁３３の位置であるスロットル弁位置を検出する。
【００２９】
吸気通路内圧力検出器４３は、吸気通路２１の内部の圧力である吸気通路内圧力を検出する。
【００３０】
検出器としては、上記の他、例えば吸気通路２１の内部の温度を検出する検出器、エンジン本体１０の内部の温度を検出する検出器、エンジン回転数を検出する検出器等、不図示の各種の検出器が設けられる。

【００３１】
燃料噴射装置５０は、吸気通路２１に燃料を噴射する。燃料噴射装置５０は、燃料を噴射することによって、吸気通路２１の内部に燃料を供給する。
【００３２】
制御装置６０は、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）等の処理装置と、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）又はＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）等の記憶装置、タイマー等を有する。制御装置６０は、クランク角検出器４１、スロットル弁位置検出器４２、吸気通路内圧力検出器４３等の各検出器からの検出結果が入力される。
【００３３】
制御装置６０は、燃料噴射装置５０及び点火プラグ１９を制御する。制御装置６０は、燃料噴射装置５０が燃料の噴射量及び燃料を噴射するタイミングを制御する。制御装置６０は、点火プラグ１９の添加のタイミングを制御する。
【００３４】
上記構成の４ストロークエンジン１００は、燃焼サイクルを繰り返す。１つの燃焼サイクルは、ピストン位置で規定した圧縮行程から始まり、膨張行程、排気行程及び吸気工程で終了する４つの行程を含む。吸気行程の前に、燃料噴射装置５０から吸気通路２１の内部に燃料が噴射される。吸気行程において、吸気弁３１が開くことで、スロットル弁３３を通る空気と燃料噴射装置５０から噴射された燃料の混合気が、気筒１１の燃焼室１３に供給される。圧縮行程において、ピストン１４が燃焼室１３内の混合気を圧縮する。膨張行程において、点火プラグ１９で点火された混合気が燃焼するとともに、ピストン１４を押す。排気行程において、排気弁３２が開くことで、燃焼後の排気が燃焼室１３から排気通路２２に排出される。
【００３５】
図２を参照して、制御装置６０における制御の一例を説明する。図２は、スロットル弁位置Ｐと、燃料噴射装置５０における噴射信号との時間的関係の一例を模式的に示す図である。図２において、横軸は時間を示す。図２において、横軸はクランク角度であってもよい。
【００３６】
図２に示すように、制御装置６０は、単一噴射制御とマルチ噴射制御とを切り替えて実行する。単一噴射制御は、１つの燃焼サイクル内において吸気閉弁時噴射Ｊ１が行われ吸気開弁時噴射Ｊ２が行われないように燃料噴射装置５０を制御することをいう。マルチ噴射制御は、吸気閉弁時噴射Ｊ１と及び吸気開弁時噴射Ｊ２とが１つの燃焼サイクル内で行われるように燃料噴射装置５０を制御することをいう。
【００３７】
吸気閉弁時噴射Ｊ１は、吸気弁３１が開く前の閉弁期間に燃料の供給が終了する噴射である。制御装置６０は、例えばスロットル弁３３の位置が遷移しない定常場面、及びスロットル弁開度が小さい低負荷状態から連続して一定の小さな変化率でスロットル弁３３の開度が緩やかに増加するような緩加速場面においては、吸気閉弁時噴射Ｊ１が行われるように制御することができる。
【００３８】
吸気開弁時噴射Ｊ２は、吸気弁３１が開いている開弁期間に燃料の供給が終了する噴射である。制御装置６０は、スロットル弁３３の位置がより大きな開弁状態に遷移するような加速場面においては、吸気閉弁時噴射Ｊ１及び吸気開弁時噴射Ｊ２を行うことができる。吸気開弁時噴射Ｊ２は、１つの燃焼サイクル内の閉弁期間Ｒ１の後の吸気弁３１が開いている開弁期間Ｒ２に燃料噴射装置５０から燃料の噴射を行うことをいう。なお、スロットル弁３３の位置がより大きな開弁状態に遷移するような加速場面は、例えばスロットル弁３３の位置が低負荷状態から高負荷状態に遷移するような加速場面を含む。低負荷状態は、例えば負荷が１燃焼サイクルにおける負荷の平均値よりも低い状態とすることができる。また、高負荷状態は、負荷が１燃焼サイクルにおける負荷の平均値よりも高い状態と

することができる。
【００３９】
マルチ噴射制御を行う場合、制御装置６０は、例えば１つの燃焼サイクルにおいて、吸気閉弁時噴射Ｊ１に応じた所定のタイミングである第１時点ｔ１で、吸気閉弁時噴射Ｊ１における燃料の噴射量である吸気閉弁時噴射量を取得する。また、制御装置６０は、例えば１つの燃焼サイクルにおいて、吸気開弁時噴射Ｊ２に応じた所定のタイミングである第２時点ｔ２で、吸気開弁時噴射Ｊ２における燃料の噴射量である吸気開弁時噴射量を取得する。図２に示すように、第１時点ｔ１と第２時点ｔ２とでスロットル弁３３の位置が異なる場合、制御装置６０は、後述する制限量の有無にかかわらず、マルチ噴射制御を行うことができる。
【００４０】
図３を参照して、制御装置６０における制御の他の例を説明する。図３は、スロットル弁位置Ｐと、燃料噴射装置５０における噴射信号との時間的関係の一例を模式的に示す図である。図３において、横軸は時間を示す。図３において、横軸はクランク角度であってもよい。
【００４１】
制御装置６０は、図３に示すように、燃料カット制御から燃料の供給を行わせる燃料噴射制御に復帰する際に、吸気閉弁時噴射Ｊ３を行わせる。燃料カット制御は、例えばエンジン運転状態において燃料の供給を一時的に中断する制御である。燃料噴射制御は、エンジン運転状態において燃料の供給を行う制御である。制御装置６０は、燃料カット制御から燃料噴射制御に復帰する際に、求められた燃料噴射量が制限量以下の場合には単一噴射制御を実行し、求められた燃料噴射量が制限量を超える場合にはマルチ噴射制御が行われるように制御する。
【００４２】
制御装置６０は、燃料カット制御における燃料カット期間が短い運転条件から長い運転条件へと段階的に変化させ、燃料噴射制御に復帰する際におけるスロットル弁３３の位置が所定の位置である場合に、以下の制御を実行する。すなわち、制御装置６０は、燃料カット期間が短い運転条件下では燃料カット期間の増加に伴い吸気閉弁時噴射量が増加するように単一噴射制御を実行し、燃料カット期間が長い運転条件へと変化する途中で吸気閉弁時噴射量が制限量に達すると、吸気閉弁時噴射量の増加が停止するように単一噴射制御を実行し、燃料カット期間がさらに長い運転条件へと変化すると、制限量を超えない分の燃料が吸気閉弁時噴射Ｊ３において供給され、少なくとも制限量を超えた分の燃料が吸気開弁時噴射Ｊ４において供給されるようにマルチ噴射制御を実行する。
【００４３】
なお、制御装置６０は、燃料噴射制御に復帰する際のスロットル弁３３の位置が所定の位置である場合に加えて、燃料噴射制御に復帰する際の回転速度が所定速度である場合、外気温、気圧等の環境が同一である場合、エンジン温度が同一である場合に上記制御を実行してもよい。
【００４４】
上記制御を行う場合、制御装置６０は、吸気閉弁時噴射量に対する制限量が、スロットル弁３３の位置が所定の位置であり、かつ燃料カット制御を伴わない場合の噴射量である定常時噴射量よりも多くなるように制御する。また、吸気閉弁時噴射量の制限量は、例えば定常時噴射量に対して所定の定数を乗じた値とすることができる。制御装置６０は、スロットル弁３３の位置に応じて制限量を変化させてもよい。スロットル弁３３の位置に応じて制限量を変化させることで、吸気閉弁時噴射量を負荷に応じて柔軟に設定することができる。
【００４５】
制御装置６０は、吸気閉弁時噴射Ｊ３に応じた所定のタイミングである第３時点ｔ３において吸気閉弁時噴射量を取得する。制御装置６０は、吸気閉弁時噴射量が制限量を超える場合には、少なくとも制限量を超えた分の燃料が吸気開弁時噴射Ｊ４において供給され

るようにマルチ噴射制御を実行する。制御装置６０は、吸気開弁時噴射Ｊ４に応じた所定のタイミングである第４時点ｔ４において取得する。当該吸気開弁時噴射量は、上記した吸気閉弁時噴射量のうち少なくとも制限量を超えた分の噴射量を含む。制御装置６０は、取得した吸気開弁時噴射量に応じた噴射量で吸気開弁時噴射Ｊ４を行う。

【００４６】

図４は、４ストロークエンジン１００の制御装置６０における制御の一例を示すフローチャートである。図４は、燃料カット制御から燃料噴射制御に復帰する際にマルチ噴射制御が行われる場合の例である。図４に示すように、制御装置６０は、吸気閉弁時噴射Ｊ３に応じた所定のタイミングである第３時点ｔ３において吸気閉弁時噴射量を取得する（ステップＳ１０）。

【００４７】

制御装置６０は、取得した吸気閉弁時噴射量が、予め設定される制限量を超えるか否かを判定する（ステップＳ２０）。制御装置６０は、吸気閉弁時噴射量が制限量を超えると判定した場合（ステップＳ２０のＹｅｓ）、マルチ噴射制御が行われるように燃料噴射装置５０を制御する（ステップＳ３０）。また、制御装置６０は、吸気閉弁時噴射量が制限量を超えないと判定した場合（ステップＳ２０のＮｏ）、単一噴射制御が行われるように燃料噴射装置５０を制御する（ステップＳ４０）。

【００４８】

図５は、本実施形態に係る４ストロークエンジン１００の一例を示す図である。図５に示すように、４ストロークエンジン１００は、独立スロットル型エンジンである。独立スロットル型の４ストロークエンジン１００は、気筒１１ごとに、単一の燃焼室１３に吸入される空気が流通する独立吸気通路部２１Ｒを有する。スロットル弁３３は、独立吸気通路部２１Ｒごとに設けられる。制御装置６０は、加速場面において、それぞれのスロットル弁３３の位置の変化率に応じるように吸気閉弁時噴射量及び吸気開弁時噴射量を取得する。独立スロットル型エンジンにおいては、スロットル弁３３を吸気弁３１に近い位置に設けることができる。このため、燃焼室１３に吸入される空気量の応答性を向上できる。加えて、空気量に対して応答性が高いスロットル弁３３の位置の変化率に応じて吸気閉弁時噴射量及び吸気開弁時噴射量を取得できる。

【００４９】

なお、４ストロークエンジン１００は、独立スロットル型エンジンに限定されない。４ストロークエンジン１００は、単一のスロットル弁３３と単数又は複数の気筒１１とを有する単一スロットル型エンジンであってもよい。

【００５０】

以上のように、本実施形態に係る４ストロークエンジン１００は、少なくとも一つの燃焼室１３と、燃焼室１３に接続される吸気通路２１と、燃焼室１３と吸気通路２１との接続部である吸気開口１７を開閉する少なくとも１つの吸気弁３１と、吸気通路２１に燃料を噴射する燃料噴射装置５０と、燃料噴射装置５０を制御する制御装置６０とを備える４ストロークエンジン１００であって、制御装置６０は、ピストン位置で規定した吸気行程から始まり、圧縮行程、膨張行程および排気行程で終了する４つの行程を１つの燃焼サイクルと定義した場合、吸気弁３１が開く前の閉弁期間に燃料の供給が終了する吸気閉弁時噴射Ｊ３と吸気弁３１が開いている開弁期間に燃料の供給が終了する吸気開弁時噴射Ｊ４との両方が１つの燃焼サイクル内で行われるように燃料噴射装置５０を制御するマルチ噴射制御と、１つの燃焼サイクルにおいて吸気閉弁時噴射Ｊ３が行われ吸気開弁時噴射Ｊ４が行われないように燃料噴射装置５０を制御する単一噴射制御とを切り替えて実行し、マルチ噴射制御および単一噴射制御において吸気閉弁時噴射Ｊ３における燃料の噴射量である吸気閉弁時噴射量に制限量を設定し、吸気閉弁時噴射量が制限量を超える場合には、少なくとも制限量を超えた分の燃料が吸気開弁時噴射Ｊ４において供給されるようにマルチ噴射制御を実行する。

【００５１】

この構成によれば、吸気閉弁時噴射量に制限量を設定することで、単一噴射制御および

マルチ噴射制御において、制限量の範囲で吸気閉弁時噴射量を調整することができる。単一噴射制御を行う場合、例えばスロットル弁３３の開度が大きくなる場合のように燃料の増量が発生する過渡時において、制限量を超えない範囲であれば増量分を吸気閉弁時噴射Ｊ３にて供給させることができるため、吸気通路２１における燃料の霧化を促進することができ、エミッションの悪化の発生を防止できる。また、マルチ噴射制御においては、過渡時であっても吸気閉弁時噴射Ｊ３で全ての増量分を供給するのではなく、吸気開弁時噴射Ｊ４でも増量分の一部を供給することができるため、エミッションの悪化の発生を防止できる。このように、加速等の過渡時においてもエミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。

【００５２】

本実施形態に係る４ストロークエンジン１００において、制御装置６０は、エンジン運転状態において燃料の供給を一時的に中断する燃料カット制御から燃料の供給を行わせる燃料噴射制御に復帰する際に、求められた燃料噴射量が制限量以下の場合には単一噴射制御を実行し、求められた燃料噴射量が制限量を超える場合にはマルチ噴射制御が行われるように制御する。

【００５３】

この構成によれば、燃料カット制御から燃料噴射制御に復帰する際に単一噴射制御又はマルチ噴射制御を行う場合おいても、エミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。

【００５４】

本発明に係る４ストロークエンジンにおいて、制御装置６０は、燃料カット制御における燃料カット期間が短い運転条件から長い運転条件へと段階的に変化させ、燃料噴射制御に復帰する際における吸気通路２１の内部に設けられ燃焼室１３に吸入される空気量を調整するスロットル弁３３の位置が所定の位置である場合に、燃料カット期間が短い運転条件下では燃料カット期間の増加に伴い吸気閉弁時噴射量が増加し燃料カット期間が長い運転条件へと変化する途中で吸気閉弁時噴射量が制限量に達すると吸気閉弁時噴射量の増加が停止するように単一噴射制御を実行し、燃料カット期間がさらに長い運転条件へと変化すると制限量を超えない分の燃料が吸気閉弁時噴射Ｊ３において供給され少なくとも制限量を超えた分の燃料が吸気開弁時噴射Ｊ４において供給されるようにマルチ噴射制御を実行する。

【００５５】

この構成によれば、燃料カット制御における燃料カット期間の長さに応じて単一噴射制御又はマルチ噴射制御を行う場合おいても、エミッションの悪化を発生させることなく、良好な燃焼を行わせることができる。

【００５６】

本実施形態に係る４ストロークエンジン１００において、吸気通路２１の内部に設けられ燃焼室１３に吸入される空気量を調整するスロットル弁３３をさらに備え、制御装置６０は、吸気閉弁時噴射量に対する制限量が、スロットル弁３３の位置が所定の位置であり、かつ燃料カット制御を伴わない場合の噴射量である定常時噴射量よりも多くなるように制御する。

【００５７】

この構成によれば、吸気閉弁時噴射量に制限量を設けることにより、吸気閉弁時噴射量が定常時噴射量よりも多くなるように制御することができるため、エミッションの悪化の発生を防止できる。

【００５８】

本実施形態に係る４ストロークエンジン１００において、制御装置６０は、吸気通路２１の内部に設けられ燃焼室１３に吸入される空気量を調整するスロットル弁３３の位置にに応じて制限量を変化させる。

【００５９】

この構成によれば、スロットル弁３３に応じて制限量を変化させることで、吸気閉弁時

噴射量を負荷に応じて柔軟に設定することができる。

【符号の説明】

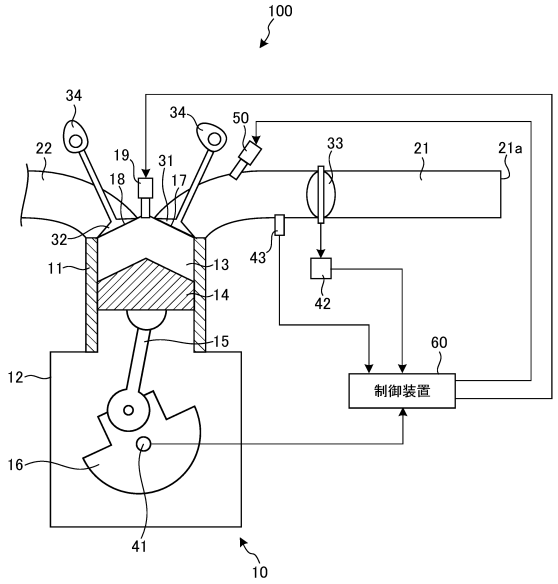
【００６０】

Ｊ１，Ｊ３　吸気閉弁時噴射
Ｊ２，Ｊ４　吸気開弁時噴射
Ｐ　スロットル弁位置
Ｒ１　閉弁期間
Ｒ２　開弁期間
１０　エンジン本体
１１　気筒
１２　クランクケース
１３　燃焼室
１４　ピストン
１５　コネクティングロッド
１６　クランクシャフト
１７　吸気開口
１８　排気開口
１９　点火プラグ
２１　吸気通路
２１Ｒ　独立吸気通路部
２１ａ　大気開放口
２２　排気通路
３１　吸気弁
３２　排気弁
３３　スロットル弁
３４　駆動機構
４１　クランク角検出器
４２　スロットル弁位置検出器
４３　吸気通路内圧力検出器
５０　燃料噴射装置
６０　制御装置
１００　４ストロークエンジン

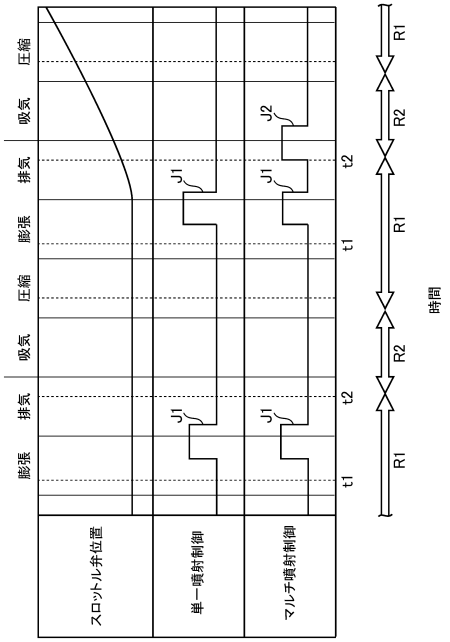
【要約】
４ストロークエンジンにおいて、制御装置は、吸気弁が開く前の閉弁期間に燃料の供給が終了する吸気閉弁時噴射と吸気弁が開いている開弁期間に燃料の供給が終了する吸気開弁時噴射との両方が１つの燃焼サイクル内で行われるように燃料噴射装置を制御するマルチ噴射制御と、１つの燃焼サイクルにおいて吸気閉弁時噴射が行われ吸気開弁時噴射が行われないように燃料噴射装置を制御する単一噴射制御とを切り替えて実行し、マルチ噴射制御および単一噴射制御において吸気閉弁時噴射における燃料の噴射量である吸気閉弁時噴射量に制限量を設定し、吸気閉弁時噴射量が制限量を超える場合には、少なくとも制限量を超えた分の燃料が吸気開弁時噴射において供給されるようにマルチ噴射制御を実行する。

【図面】

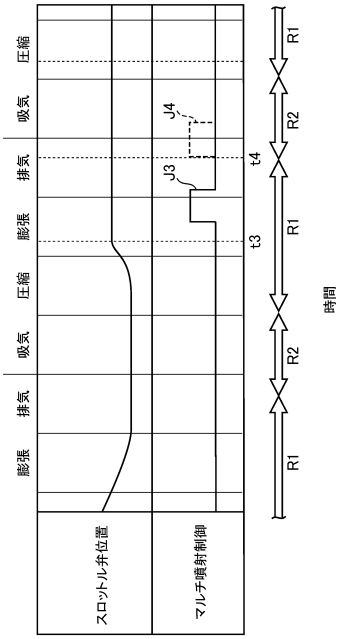
【図１】



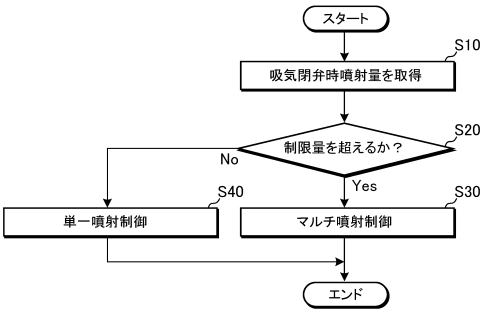
【図２】



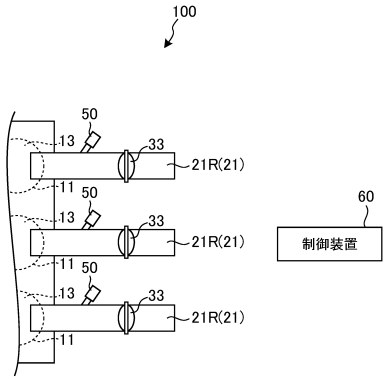
【図３】


圧縮
吸気
排気
膨張
圧縮
吸気
排気
膨張
J4
J3
t4
t3
R1
R2
R1
R2
R1
時間
スロットル弁位置
マルチ噴射制御

【図４】


スタート
S10
吸気閉弁時噴射量を取得
S20
制限量を超えるか？
No
Yes
S40
S30
単一噴射制御
マルチ噴射制御
エンド

【図５】


100
50
13
33
21R(21)
11
50
13
33
21R(21)
11
50
13
33
21R(21)
11
60
制御装置

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平６－２８０６６０（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１４４６４９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２４７６８１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－９６５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－１５１０９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１５００４４（ＪＰ，Ａ）
特開平５－１４１２９３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｄ １７／００
Ｆ０２Ｄ ４１／３４
Ｆ０２Ｄ ４５／００