(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3635670号

(P3635670)

(45)発行日　平成17年4月6日(2005.4.6)　(24)登録日　平成17年1月14日(2005.1.14)

(51)Int.Cl.[7]　F I

F02D 41/04　F02D 41/04　305C

F02D 45/00　F02D 45/00　312H

F02D 45/00　345A

請求項の数 8　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平5-334928

(22)出願日　平成5年12月28日(1993.12.28)

(65)公開番号　特開平7-189767

(43)公開日　平成7年7月28日(1995.7.28)

審査請求日　平成12年12月26日(2000.12.26)

前置審査

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　藤枝　護
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社　日立製作所　日立研究所内
(72)発明者　野木　利治
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号
株式会社　日立製作所　日立研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】火花点火内燃機関の制御装置及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気量を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御装置であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が第１の所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記空燃比が前記第１の所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御するとともに、空燃比が前記第１の所定値と前記第１の所定値よりも小さい第２の所定値の間の区間では、当該区間をスキップするように燃料量を一定に保ちつつ吸入空気量の制御を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項２】

請求項１において、前記第１の所定値と前記第２の所定値の間の区間である空燃比をスキップするための吸入空気量の制御は前記弁手段の弁開度を制御することにより行うことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項３】

内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御装置であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御するとともに、前記制御装置が燃焼変動を検出したときに、前記燃焼室への吸入空気量を少なくするように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量を制御し、前記空燃比が前記所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項４】

請求項１から２のいずれかにおいて、前記第１の所定値を１８とし、前記第２の所定値を１５とすることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項５】

内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気量を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御方法であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が第１の所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記空燃比が前記第１の所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御し、空燃比が前記第１の所定値と前記第１の所定値よりも小さい第２の所定値の間の区間では、当該区間をスキップするように燃料量を一定に保ちつつ吸入空気量の制御を行うことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項６】

請求項５において、前記第１の所定値と前記第２の所定値の間の区間である空燃比をスキップするための吸入空気量の制御は前記弁手段の弁開度を制御することにより行うことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項７】

内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御方法であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記制御装置が燃焼変動を検出したときに、前記燃焼室への吸入空気量を少なくするように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量を制御し、前記空燃比が前記所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御することを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項８】

請求項５から６のいずれかにおいて、前記第１の所定値を１８とし、前記第２の所定値を１５とすることを特徴とする内燃機関の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、火花点火内燃機関において、特に気筒内に直接燃料を噴射する火花点火内燃機関の制御装置及び制御方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

内燃機関の燃料消費率を向上するには、圧縮比を高めて熱効率を上げ、燃料の濃度が低い希薄混合気を瞬時に燃焼させる必要がある。また、決められたシリンダ容積において、最大の出力を発生するには、シリンダに流入した空気を最大限に利用し、より多くの燃料を効率良く燃焼する必要が有る。前者がディーゼルエンジンであり、後者がガソリンエンジ

ンの燃焼方法である。本発明は火花点火内燃機関であるガソリンエンジンに関するものである。

【０００３】

図２にエンジンの燃焼状態を示す。図２（ａ）はガソリンエンジンの場合である。シリンダ内に均一な混合気を形成し、点火プラグ１４で点火し、火炎が周りに伝パン（予混合燃焼）する。空燃比が大きくなると火炎の伝パンが遅くなり燃焼が不安定になりやすい。そのため、絞り弁で吸入空気量を絞り、トルクの小さいときの空燃比が大きくなるのを防止している。一方、空燃比が小さくなってもシリンダ内全体が均一な空燃比のため、多くの空気が利用でき、すす等の発生が少ない。図２（ｂ）は、ディーゼルエンジンの場合である。シリンダ内に高温の圧縮空気を作り、その中に燃料を燃料噴射弁１３で噴射する。燃料は、高温の空気内を飛翔しながらそれぞれの燃料液滴が蒸発しシリンダの一部分で燃焼する（層状燃焼）。このため、燃料液滴の周りより燃焼するため、燃料量が少なくても（空燃比が大きても）燃焼できる。しかし、燃料量が多く（空燃比が小さく）なると、液滴周りの空気が燃焼で消費されるため、空気不足になりすす等が発生しやすく、高出力時の空気の利用率が問題となる。

【０００４】

図３にエンジンの空燃比とエンジンの発生するトルクとの関係を示す。図３において実線で示したガソリンエンジンの特性は、排気対策にも依るが、大部分のトルク（運転範囲）は、空燃比(Ａ／Ｆ）１４.７（理論空燃比）で運転される。つまり、トルクを制御する場合、空気量に合わせて燃料量を制御し、空燃比を一定に保っている。また、より多くのトルクを必要とする場合は、空燃比を小さくしてトルクを増加する。通常の運転条件では、最小空燃比がＡ／Ｆ１３である。それに対して、破線で示したディーゼルエンジンの場合は、燃料量の少ない（トルクが小さい）場合は、空燃比が大きく、空燃比がトルクの増加とともに小さくなる。空燃比が小さくなり、Ａ／Ｆ１４.７ 近くなると図２（ｂ）で示したように、層状燃焼のため空気不足になりやすく、すす等が発生する。このため、ガソリンエンジンの方がトルクが大きい。

【０００５】

図４に燃料量と空気量との関係を示す。実線のガソリンエンジンの場合は、燃料と空気が共に多くなり、図３の空燃比が小さくなる点で、空気の増加が小さくなる。空気量は、シリンダの往復運動で決まる。そのためガソリンエンジンは、絞り弁で吸気管圧力を増減し、シリンダに入る質量空気量を変化させる。このため、絞り弁開度が小さい（吸気管圧力が小さい）部分負荷では、ポンピング損失（絞り損失）が発生し、燃費が減少する。これに対しディーゼルエンジンは、空気量はほぼ一定で（絞り損失が無い）、燃料のみが増加する。このため部分負荷の燃費が増加する。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

以上のように、ディーゼルエンジンは層状燃焼であるため、部分負荷の燃費は増加するが、最大出力が小さい。これに対し、ガソリンエンジンは、予混合燃焼のため、最大出力は大きいが、部分負荷では、ポンプ損失により燃費が減少する。

【０００７】

本発明の課題は、部分負荷では層状燃焼によりポンプ損失をなくして、燃費を高め、最大出力時は、予混合燃焼により出力を大きくできる装置及び方法を提供することである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

上記の課題は、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気量を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御装置であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記空燃比が前記所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるよ

うに前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御するとともに、空燃比が前記第１の所定値と前記第１の所定値よりも小さい第２の所定値の間の区間では、当該区間をスキップするように燃料量を一定に保ちつつ吸入空気量の制御を行うことを特徴とする内燃機関の制御装置によって達成される。

さらに、上記の課題は、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御装置であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御するとともに、前記制御装置が燃焼変動を検出したときに、前記燃焼室への吸入空気量を少なくするように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量を制御し、前記空燃比が前記所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御することを特徴とする内燃機関の制御装置によっても達成される。

また、上記の課題は、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気量を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御方法であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が第１の所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記空燃比が前記第１の所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御し、空燃比が前記第１の所定値と前記第１の所定値よりも小さい第２の所定値の間の区間では、当該区間をスキップするように燃料量を一定に保ちつつ吸入空気量の制御を行うことを特徴とする内燃機関の制御方法によって達成される。

さらに、上記の課題は、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記燃焼室内の混合気に点火する点火手段と、前記燃焼室への吸入空気を制御するための絞り弁及び吸気弁を含む弁手段とを有する内燃機関を制御するための制御方法であって、

目標とするトルクから求められる目標空燃比が所定値以上であるときは、前記絞り弁の弁開度を全開として空燃比が前記目標空燃比となるように前記燃料噴射手段による燃料量を制御し、前記制御装置が燃焼変動を検出したときに、前記燃焼室への吸入空気量を少なくするように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量を制御し、前記空燃比が前記所定値より小さいときは、空燃比が前記目標空燃比となるように前記絞り弁の弁開度又は吸気弁のカムリフトのリフト量のいずれか、及び燃料量を制御することを特徴とする内燃機関の制御方法によっても達成される。

【００１０】

【実施例】

図１に本発明の第一実施例である制御システムの構成を示す。燃料タンク１より燃料ポンプ２に燃料を送り、加圧する。加圧された燃料は、圧力センサ３で燃料圧を検出し、制御回路５に圧力信号を送る。制御回路５は、あらかじめ決められた目標と比較し、設定値以上であれば燃料ポンプ２のスピル弁４を開き燃料圧を目標圧力に制御する。加圧された燃料は、燃料噴射弁１３に送られる。制御回路５には、アクセルペダル１９より運転者の意図する信号（トルク信号）が送られる。これを受けて制御回路５は、エンジン回転数センサ１０の信号を加味して一回あたりの噴射量を計算し、燃料噴射弁１３の噴射弁駆動部２０に送る。これにより燃料噴射弁１３が開き、燃料が燃焼室７に噴射される。この時の燃料の噴射時期と噴射量（噴射時間）は、制御回路５で最適値に選定される。燃焼室７に噴射された燃料は、最適な点火時期に制御回路５より点火回路２２に信号が送られ、点火回路２２で高電圧が発生し、これが点火プラグ１４に送られて、火花点火により点火される。燃焼室７の圧力が上がり、ピストン９に作用し、クランク軸１６に回転力を与え、変速機１５よりデフレンシャルギア１７を介して、タイヤ１８ａ，１８ｂを駆動して走行する。エンジン６の発生トルクは、燃焼室７の燃焼圧力を圧力センサ８で検出し、制御回路５

に送り、運転者の意図であるアクセルペダル１９の信号と比較される。この比較結果は、次の気筒の燃料噴射に反映される。エンジン６の空気量は、空気量検出器で計測され、絞り弁で流量が制御される。また、空気は、吸気管２７に配置されたスワール制御弁２８で気筒内に適度な乱れが生成できるように制御される。吸気弁１２の弁リフトを弁リフト制御装置１１で制御する。燃焼ガスは、排気弁２１より排気される。

【００１１】

図５に燃焼室の縦断面図により、本発明の第一実施例を説明する。エンジンヘッド２５に形成された副燃焼室２３に燃料噴射弁１３，点火プラグ１４を設置する。この時の燃料噴射弁１３と点火プラグ１４の位置関係は燃料噴射弁１３の噴霧の下流側に点火プラグ１４が設置されるのが良い。これは、点火プラグ１４で形成した火炎核を噴霧で燃焼室７やピストン９に設置したキャビティ２４に分散しやすい。しかし、点火プラグ１４が噴霧に近過ぎると点火プラグ１４が噴霧で濡れて点火不良を引き起こす場合もあり位置関係が重要である。また、副燃焼室２３の出口部２６を絞ることにより、火炎核の噴出速度を調整できる。この場合でも、絞り過ぎると圧力損失を生じ熱効率が低下する。

【００１２】

図６に空燃比Ａ／Ｆと排気（ＨＣ，ＮＯｘ）の関係を示す。燃料の噴射時期がクランク角９０°の場合はＮＯｘのピーク値がＡ／Ｆ１６近くである。このようなＮＯｘの排出量の変化は、均一混合気の場合に見られる傾向である。噴射時期がクランク角９０°と吸気行程の中盤までは噴射された噴霧がピストンの動きや吸気による気筒内の空気の流れにより気筒内全体に分散するためである。噴射時期が大きくなるにつれてＮＯｘのピーク値の発生空燃比が大きくなる。それと同時にＮＯｘの発生がなだらかになって来る。また、ＨＣの排出量も変化する。噴射時期９０°と噴射時期１８０°を比較するとＡ／Ｆ１５近くのＨＣは、噴射時期９０°が３８００ppmC，噴射時期１８０°が６５００ppmCである。このように同じ空燃比でＨＣが異なるのは、燃焼しているところの空燃比が異なるためである。つまり、噴射時期１８０°の方が実際に燃焼している場所の空燃比が小さいためである。このため、空燃比が大きくなった場合噴射時期が９０°の場合が小さい空燃比で燃焼不良（失火）を起こしている。このように噴射時期を大きくすると安定して（ＨＣが増加しない）燃焼する空燃比が大きくなるのは、噴射時期が大きくなると点火時期に近くなり、燃料が分散しにくくなり層状混合気となるためである。このように噴射時期を選定することにより、均一混合気と層状混合気が自由に形成できる。そこで、エンジントルクが小さいときは、噴射時期を大きくして点火時期に近かづける。トルクが大きくなるに従って噴射時期を小さくし均一混合気に近かづける。

【００１３】

図７に第二実施例を燃焼室の縦断面図で示す。本実施例は、燃料噴射弁１３を燃焼室７に突出し燃料を気筒内に広く分散するように噴射口が穿孔されている。このような場合は、ピストンが低くなる下死点近くで燃料を噴射すると気筒壁面に燃料が直接あたり、壁面流が作られる。このような状態では、良好な燃焼は期待できない。そのため、このように噴霧が広い噴射弁場合はキャビティ２４が上死点近くに有り、燃料がこのキャビティ２４内に吹き込めるようなタイミングで吹く必要が有る。その一例として燃料の噴射を図８に示すように複数回に分けて噴射することができる。クランク角０度近くで前噴射を行い均一混合気を作る。点火時期近くで噴射する後噴射で火種を作り前噴射で形成した均一混合気を急速に燃焼させる。噴射量の調整は後噴射でも、前噴射でもできるので、最適状態で噴射できる。このように、前，後二回に分ける場合は、図５に示した噴射角度が小さい噴射弁であっても有効である。

【００１４】

図９に前噴射，後噴射する場合の燃料噴射時間の計算のフローチャートを示す。ステップ１０１でアクセル開度α、エンジン回転数Ｎｅを読み込む。この時空気量を測定している場合は、空気量Ｑａを追加してもよい。ステップ１０２で燃料量Ｑｆを計算する。ステップ１０３でＱｆ＞Ｑｆ１の判定をする。ＮＯの場合は、ステップ１０９に進み、無効噴射量Ｑｘを加えて噴射時間Ｔｐ２を算出する。ステップ１１０でＴｐ２を後噴射の時期に噴

射して完了する。ステップ１０３がＹesの場合は、ステップ１０４に進み、最小噴射量Ｑｆ０を減算して、Ｑｆ２を算出する。ステップ１０５でＱｆ２に無効噴射量Ｑｘを加えて噴射時間Ｔｐ１を算出する。Ｔｐ１を前噴射の時期で噴射する。ステップ１０７でＱｆ０にＱｘを加えてＴｐ２を算出し、Ｔｐ２を後噴射の時期に噴射する。このように、前，後噴射ともそれぞれ無効噴射量Ｑｘを追加する必要が有る。

【００１５】

図１０に燃料圧力の制御装置を示す。燃料タンク１より燃料ポンプ２燃料が送られる。燃料ポンプ２は、モータ３０で駆動され、加圧した燃料を高圧配管３４に送る。高圧配管３４には噴射弁１３ａ～１３ｄ，アキュームレータ３３，燃料圧力センサ３，リリーフ弁３２が配設されている。リリーフ弁３３は、ガスがダンパとして封入されており燃料圧力が高くなるとアキュームレータ内に燃料が流入する。圧力が下がると燃料を高圧配管３４に送り出す。リリーフ弁３２は、燃料が高くなり過ぎた場合に燃料を流失させて、圧力上昇を防止する。燃料圧力センサ３は、圧力に比例した信号を制御回路５に送り燃料ポンプ２の電磁スピル装置４に送り燃料ポンプ２の吐出量を制御し、燃料圧力を制御する。また、モータ３０のコントローラ３１に信号をおくり、燃料ポンプ３０の回転数を制御して、燃料圧力を制御する。本実施例は、電磁スピル装置４とコントローラ３１の両方設置したがどちらか一つでも燃料圧力は、制御できる。しかし、燃料ポンプ２をエンジンにて駆動する場合はモータ３０は無いので電磁スピル装置４だけとなる。

【００１６】

図１１にＥＧＲの制御系統図を示す。空気は、空気流量計３５，絞り弁３７，吸気管２７よりエンジン６に入り、排気となり排気管４１に排出される。排気管４１には、触媒３９が有る。ここでＥＧＲが必要になると、制御装置５よりEGR弁３８に信号を送りＥＧＲ弁を開く。また絞り弁アクチェータ３６に信号を送り、絞り弁３７を閉し吸気管２７の圧力を大気圧より低くする。すると、吸気管圧力に比例して排気が排気管４１から吸気管２７にＥＧＲ弁３８を介して流れる。この時の排気の流量は、吸気管圧力に比例するので、この吸気管圧力を吸気管圧力センサ４０で検出し、制御回路に５に送り、絞り弁アクチェータ３６で絞り弁３７の開度を調節する。絞り弁３７の開度を制御すれば吸気管２７の圧力が制御でき、ＥＧＲ量がフィードバック制御により正確に制御できる。

【００１７】

図１２に本発明の第三実施例を示す。空気は絞り弁２１３によって調整され、吸気管２１４を介して、エンジンに吸入される。吸気弁２０８のリフトは形状の異なるカム２０３を切り替えることによって変化させることができる。カムの切り替えはロッカーアーム２１０を油圧制御弁２０２で切り替えることによって行う。油圧制御弁２０２は例えば電磁ソレノイドで行う。絞り弁はモータ２１２によって開度を制御する。エンジンには気筒内圧力を検出するセンサ２２０を取り付ける。また、気筒内に燃料を直接噴射する噴射弁２０４を取り付ける。排気管には排気の空燃比を検出するセンサ２０５を取り付ける。排気管には触媒を取り付ける。触媒は酸素過多の条件でもＮＯｘを除去できるものが望ましい。また、理論空燃比条件では、ＨＣ，ＣＯ，ＮＯｘを同時に除去できる三元触媒に機能が必要である。また、排気の１部は排気管流量を制御する弁２１５，２１８によって、制御される。これによって、燃焼温度を低下させ、ＮＯｘを低減する。これら、各制御弁は制御装置２０１で制御される。燃費を低減するためには、吸気管内の圧力を大気圧に近付け、ポンピング損失を小さくすることが望ましい。そのため、絞り弁２１２はなるべく全開状態とする。しかし、配管２１６から排気還流を行う場合では、吸気管内の圧力を排気管内の圧力より小さくする必要があるので、絞り弁を閉じる。

【００１８】

図１３に本発明の第三実施例の動作を示す。運転条件に応じて図１３のように吸気弁カムのリフトを変化させる。空気量が多く必要なときには吸気弁のリフトをＡのようにする。空気量が少ないときには吸気弁のリフトをリフトＢ，リフトＣのように変化させる。リフトを変化させることによって、排気弁とのオーバラップも変化させる。高出力運転時には、排気弁と吸気弁のオーバラップ期間を大きくする。このようにして、吸気弁のリフトに

よって、空気量を変化させることができる。

【００１９】

図１４にロッカーアーム２２１，２２３，２２４とカム２２５,２２６,２２７の構成の１例を示す。ロッカーアーム２２３とカム２２５で駆動し、吸気弁を往復運動させる。ロッカーアーム２２６とカム２２４は固定されておらず、自由な状態になっている。カムを切り替えるときには、ロッカーアーム２２４とカム
２２６で駆動し、吸気弁を往復運動させる。ロッカーアーム２２３とカム２２５は固定されておらず、自由な状態になっている。このようにすることによって、カムを切り替えることができる。この例では、カムのリフトを変化させるようにしたが、カムの形状を変えて、開弁及び閉弁の時期を同時に制御しても良い。

【００２０】

図１５にアクセル開度とエンジン回転数に対するカムの選択のマップを示す。この例ではカムの切り替えを３段階に選んだ。エンジン回転数が低く、アクセル開度が小さいときにはリフトの小さいカムＡを選ぶ。エンジン回転数及びアクセル開度が大きくなるのに従って、リフトの大きいカムに切り替える。

【００２１】

図１６にエンジントルクとエンジン回転数に対するカムの選択のマップを示す。この例ではカムの切り替えを３段階に選んだ。エンジントルクはアクセル開度に対してあらかじめ決めた目標トルクとする。エンジン回転数が低く、エンジンが小さいときにはリフトの小さいカムＡを選ぶ。エンジン回転数及びエンジントルクが大きくなるのに従って、リフトの大きいカムに切り替える。

【００２２】

図１７に空燃比Ａ／Ｆの切り替え時の吸入空気量の制御方法を示す。絞り弁全開やリフトの大きいカムを選定すると、空燃比を小さくすると燃料量が多くなり、軸トルクが大きくなる。空燃比が１６付近はＮＯｘの排出量が多くなりやすいので、空燃比を１８から１５にスキップさせる。このとき、空気量をそのままにして、空燃比を１５に切り替えると燃料量が多くなり、Ｃのように軸トルクが増大し、違和感を感じる。そこで、空燃比を切り替えるときには、空気量を少なくして、燃料量の増大を防止し、軸トルクがＡからＢのように変化させ、ショックを少なくする。空気量の調整は絞り弁またはカムの切り替えで行う。絞り弁で行うと吸気管内の圧力が小さくなり、ポンピング損失が大きくなるので、できる限り、カムの切り替えで行うのが良い。また、軸トルクが小さくなり、例えば空燃比を７０以上にしても、目標の軸トルクにならない場合もカムまたは絞り弁で空気量を調整する。

【００２３】

図１８に燃料量と軸トルクの関係を示す。燃料量を多くすると軸トルクを大きくできるので、燃料量によって軸トルクを制御できる。

【００２４】

図１９に本発明の第四実施例を示す。アクセル開度α及びエンジン回転数Ｎなどエンジン状態を検出するエンジン状態検出部３０１、それから燃料噴射量Ｑｆを計算する燃料噴射量計算部３０２によって燃料噴射量Ｑｆを求める。充填効率マップ３０３に基づいて３０４でエンジンの空気量を計算し、各カムの空気量を求めて空燃比を計算する。３０５で空燃比が可燃範囲であるかを判定し、３０６でカムの選定、及び、３０７で絞り弁開度の決定を行う。空気量が多過ぎる場合には、混合気が希薄状態になってしまうのでリフトの少ないカムに切り替える。筒内噴射では気筒内の混合気を直接制御するので、希薄混合気の限界を従来の吸気ポート噴射システムに比べて、大きくできるので、燃料量で制御できる軸トルクの範囲が広い。そのため、空気量を従来のように微細に制御しなくても燃料量で軸トルクを制御できる。

【００２５】

図２０に本発明の第五実施例を示す。３１１でアクセル開度を検出し、３１２で目標トルクを決定する。目標トルクから燃料量計算手段３１３で燃料量を決定する。軸トルクに対

して空燃比をあらかじめ決めておくと、空気量Ｑａを求めることができる。３１６で空燃比を判定し、空燃比が１８以上である場合には、
３１８で絞り弁を全開として、トルク検出手段３１９でエンジンのトルクを検出し、目標トルクになるように燃料噴射量を制御する。一方、空燃比が１８以下の場合には３２１で目標の空燃比になるように空気量を制御する。空気量はたとえば絞り弁開度またはカムのリフトで行う。ここで、３２２の空気量センサで空気量を検出し、目標の空気量になるように空気量を制御してもよい。

【００２６】

図２１に目標空燃比のマップを示す。軸トルクの増大とともに空燃比を小さくするが、Ｂ点では空燃比１６をスキップするように空燃比をＣ点に切り替える。さらにトルクを大きくするときには空燃比を小さくして、Ｄ点に向かうようにする。空燃比をさらに小さくすると混合気が濃い状態になりすぎる。そのため、この領域では空気量を検出し、空燃比制御をおこなうのが望ましい。

【００２７】

図２２にエンジン回転数Ｎと吸入空気量Ｑａに対する絞り弁開度θｔｈの関係を示す。絞り弁で空気量を制御する場合には、吸入空気量に対するマップから絞り弁開度を求める。さらに精密な制御を行うときには空気量を検出し、フィードバックをかける。

【００２８】

図２３，図２４に本発明の第六実施例を示す。空燃比が１８以上の場合、混合気が希薄すぎて運転性，排気浄化性が低下する場合があるので、燃焼変動を検出し、空気量を少なくするように、絞り弁開度またはカムリフトを設定する。

【００２９】

図２５に本発明の第七実施例を示す。エンジンのシリンダガスケット２３１に電極２３４を埋め込み電極２３２から高電圧を加える。ガスケットにはネジ止め用の穴２３３が開いている。

【００３０】

図２６に図２５の縦断面図を示す。電極２３８と２３９の間に高電圧が点火コイルより加えられ、火花放電する。これによって気筒壁面近く及び多点から混合気に点火が行われるので、燃焼速度がおおきくなる。また、壁面近くから燃焼させるので、壁面近くのいわゆるクエンチ領域が少なくなり、未燃焼炭化水素が少なくなり、かつノッキングが発生しにくくなる。ガスケット上下面には絶縁層
２３５及び２３７を設ける。電極２３９がアースである場合には絶縁層２３７はなくても良い。

【００３１】

【発明の効果】

本発明により、燃焼時間が短縮し、ノックが防止でき、エンジンの圧縮比が高められ、熱効率が上昇し、燃費が高くなる。層状吸気により未燃炭化水素の発生が防止できる。筒内直接燃料噴射により、燃料の応答性が高まり運転性が向上する。

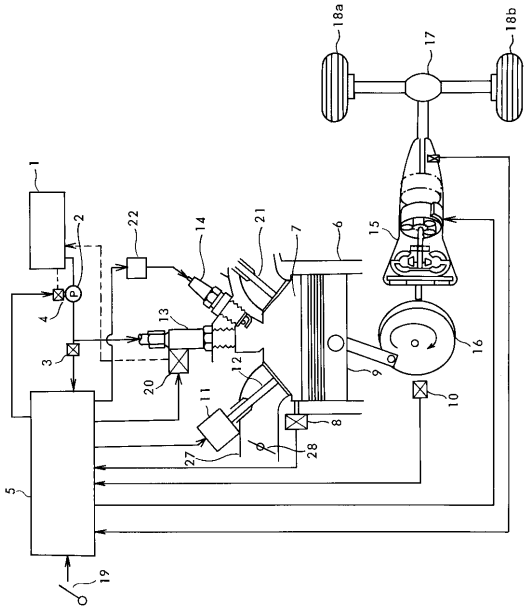
【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第一実施例を示し、本制御システムの構成を示す概念図。
【図２】エンジンの燃焼室内の燃焼状態を示す概念図。
【図３】空燃比と発生トルクとの相関図。
【図４】燃料量と空気量との相関図。
【図５】燃焼室の縦断面図。
【図６】空燃比Ａ／Ｆと排気中のＨＣ，ＮＯｘの相関図。
【図７】本発明の第二実施例を示し、図５と同様燃焼室の縦断面図。
【図８】燃料噴射時期を表すチャート図。
【図９】燃料噴射時間の計算のフローチャート図。
【図１０】燃料圧力の制御装置のブロック図。
【図１１】ＥＧＲの制御系統を表す概念図。

【図１２】本発明の第三実施例を示し、本制御システムの構成を示す概念図。
【図１３】吸気弁の動作を示すタイムチャート図。
【図１４】ロッカーアームの構成を示す斜視図。
【図１５】エンジン回転数とアクセル開度とカムの選択のマップ図。
【図１６】エンジン回転数とエンジントルクとカムの選択のマップ図。
【図１７】空燃比Ａ／Ｆと軸トルクとの相関図。
【図１８】燃料量と軸トルクとの相関図。
【図１９】本発明の第四実施例を示す、本制御システムのブロック図。
【図２０】本発明の第五実施例を示す、本制御システムのブロック図。
【図２１】目標空燃比のエンジントルクに対するマップ図。
【図２２】エンジン回転数と吸入空気量に対する絞り弁開度の相関図。
【図２３】本発明の第六実施例を示す、本制御システムのブロック図。
【図２４】図２３と同様、本制御システムのブロック図。
【図２５】本発明の第七実施例を示し、エンジンのシリンダガスケットの構成を示す上面図。
【図２６】図２５の縦断面図。
【符号の説明】
１…燃料タンク、２…燃料ポンプ、３…燃料圧力センサ、４…電磁スピル装置、５…制御回路、６…エンジン、７…燃焼室、８…燃焼圧力センサ、９…ピストン、１２…吸気弁、１３…燃料噴射弁、１４…点火プラグ、１９…アクセルペダル、２１…排気弁、２４…キャビティ、２８…スワールコントロール弁。

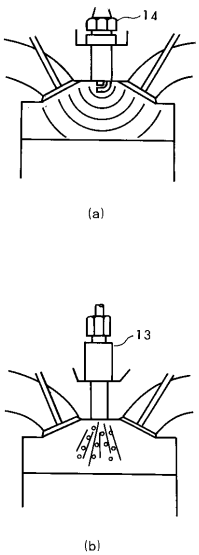
【図１】

図 1



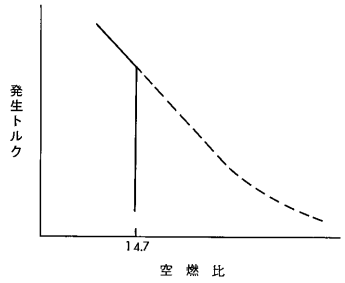
【図２】

図 2



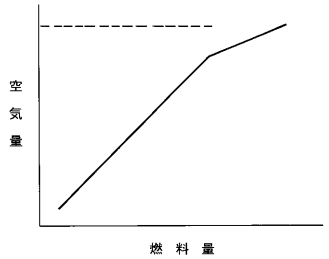
【図３】

図 3



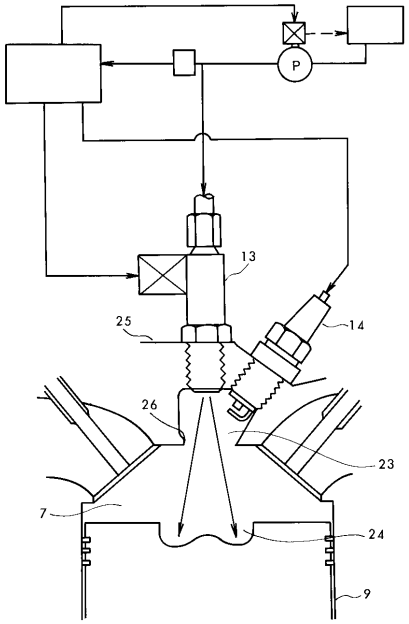
【図４】

図 4



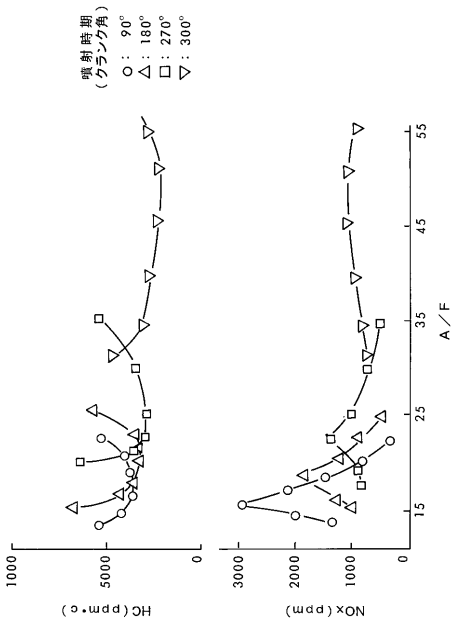
【図５】

図 5



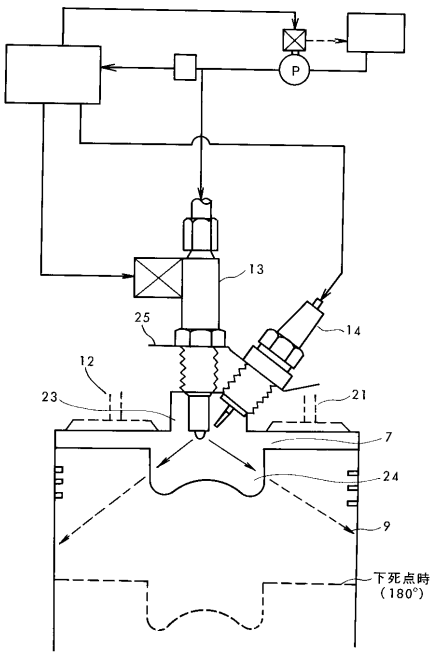
【図６】

図 6



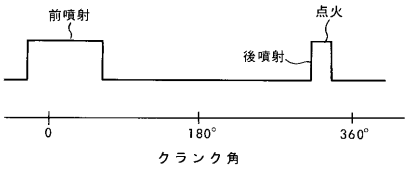
【図７】

図 7



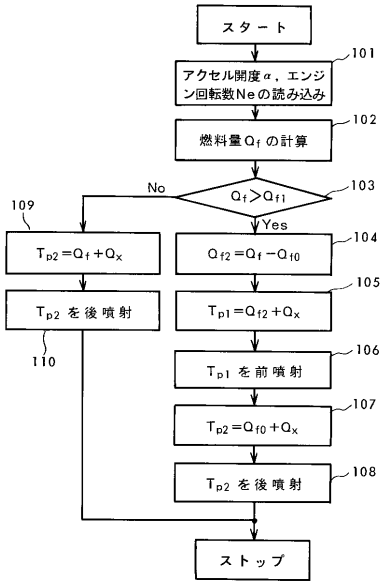
【図８】

図 8



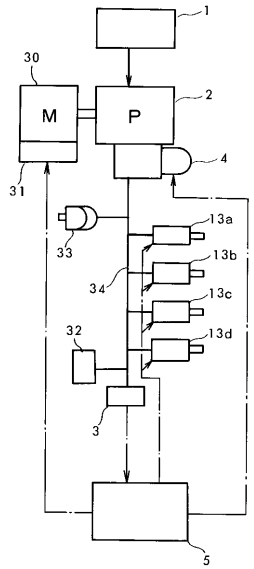
【図９】

図 9



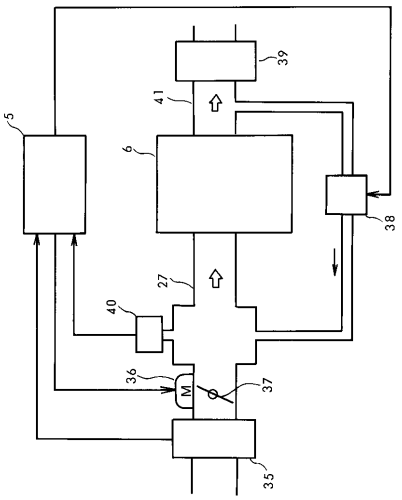
【図１０】

図 10



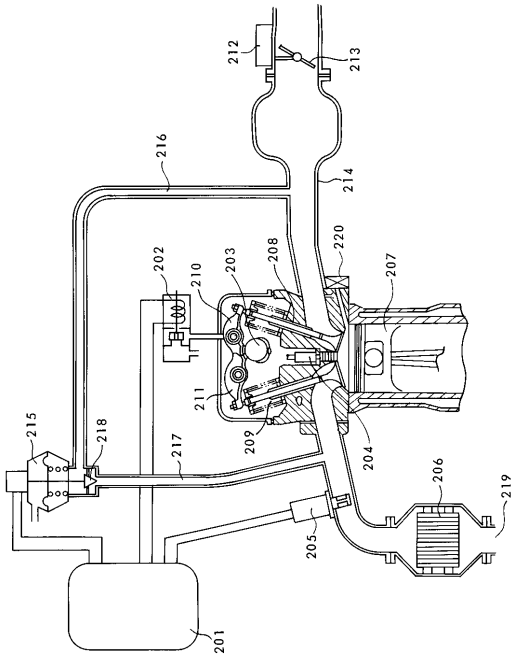
【図１１】

図 11



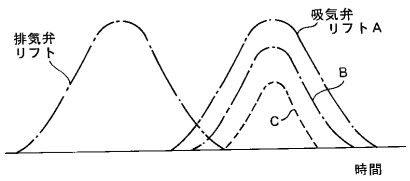
【図１２】

図 12



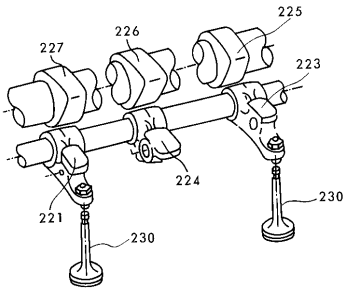
【図１３】

図 13



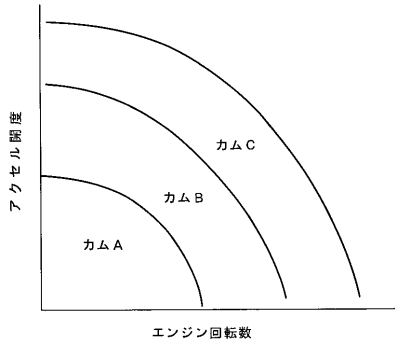
【図１４】

図 14



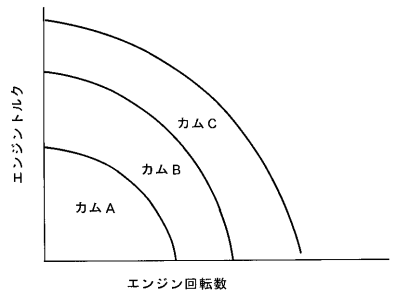
【図１５】

図 15



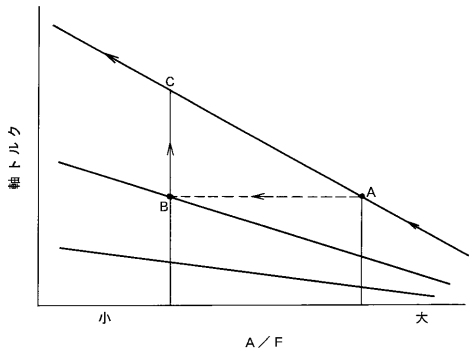
【図１６】

図 16



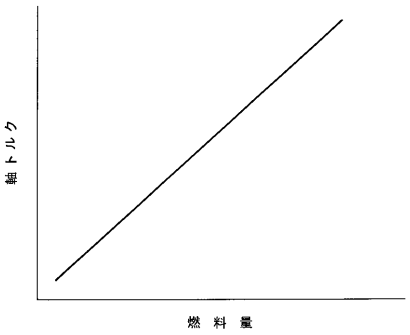
【図１７】

図 17



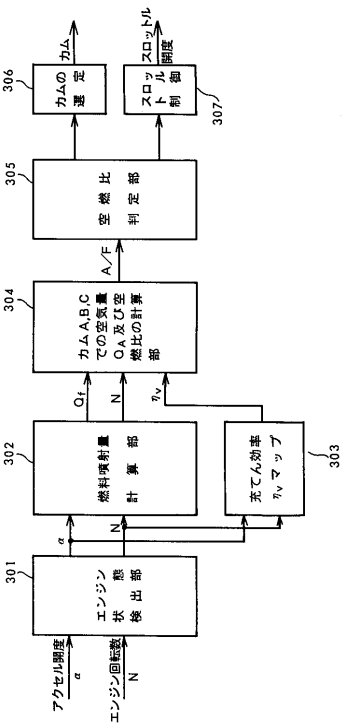
【図１８】

図 18



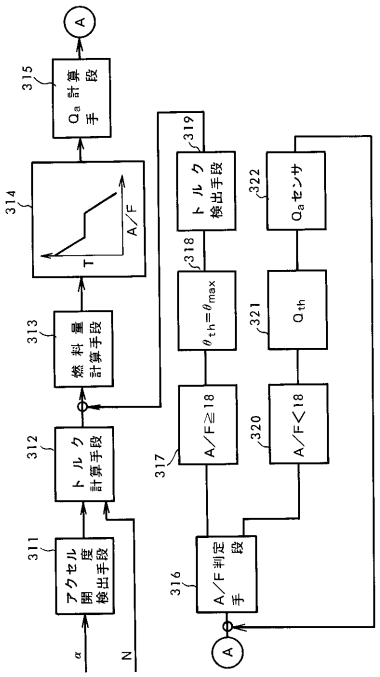
【図１９】

図 19



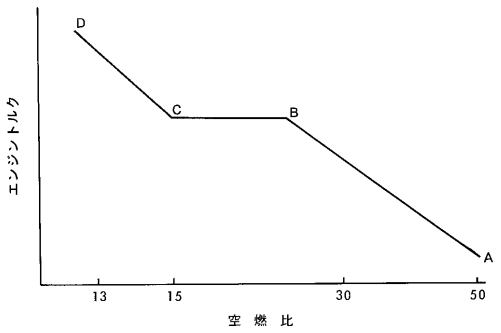
【図２０】

図 20



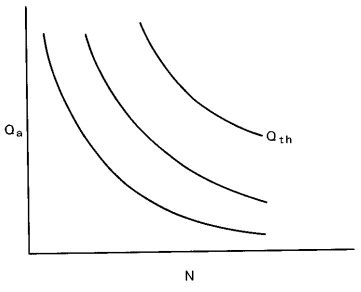
【図２１】

図 21



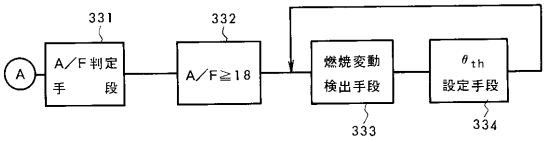
【図２２】

図 22



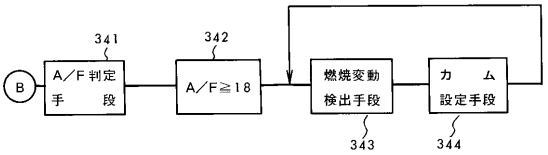
【図２３】

図 23



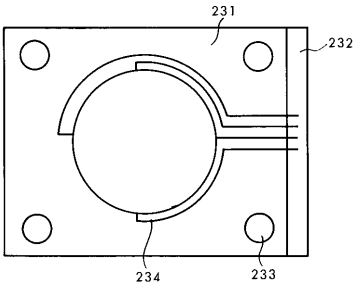
【図２４】

図 24



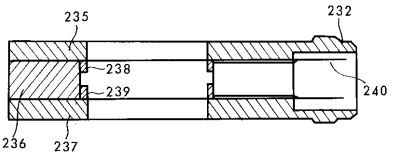
【図２５】

図 25



【図２６】

図 26



フロントページの続き

(72)発明者　大山　宜茂
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内
(72)発明者　大須賀　稔
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内
(72)発明者　白石　拓也
茨城県日立市大みか町七丁目１番１号　株式会社　日立製作所　日立研究所内

審査官　藤井　眞吾

(56)参考文献　特開平０５－１１３１４６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２８８０９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２１５００３（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２４８９３８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－１３８１１９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－１７５２５２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
F02D 41/04
F02D 45/00