

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4285201号  
(P4285201)

(45) 発行日 平成21年6月24日(2009.6.24)

(24) 登録日 平成21年4月3日(2009.4.3)

(51) Int.Cl.		F 1			
<b>FO2D 41/04</b>	<b>(2006.01)</b>		FO2D 41/04	335Z	
<b>FO2D 41/02</b>	<b>(2006.01)</b>		FO2D 41/02	301A	
<b>FO2D 45/00</b>	<b>(2006.01)</b>		FO2D 45/00	314Z	
			FO2D 45/00	364D	

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-370359 (P2003-370359)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成15年10月30日(2003.10.30)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2005-133632 (P2005-133632A)	(74) 代理人	100089118 弁理士 酒井 宏明
(43) 公開日	平成17年5月26日(2005.5.26)	(72) 発明者	小森 啓介 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成18年4月25日(2006.4.25)	(72) 発明者	柏倉 利美 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		審査官	寺川 ゆりか

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ポート噴射弁と、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、排気圧力を検出する排気圧力検出手段とを備える内燃機関を制御するものであり、

前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する燃焼判定部と、

均質燃焼領域で運転される場合、前記吸気圧力検出手段により検出された吸気圧力と前記排気圧力検出手段により検出された排気圧力との差に基づいて、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する燃料吹き抜け判定部と、

許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁により燃料を噴射させる燃料噴射制御部と、

を有することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、排気圧力を検出する排気圧力検出手段とを備える内燃機関を制御するものであり、

前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する燃焼判定部と、

均質燃焼領域で運転される場合、前記吸気圧力検出手段により検出された吸気圧力と前記排気圧力検出手段により検出された排気圧力との差に基づいて、前記吸気弁と前記排気

弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する燃料吹き抜け判定部と、

許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁から燃料を噴射させる燃料噴射制御部と、  
を有することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

ポート噴射弁と、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁とを備える内燃機関を制御するにあたり、

前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する手順と、

均質燃焼領域で運転される場合、前記内燃機関の吸気圧力と排気圧力との差に基づいて  
前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に  
抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する手順と、

許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、  
前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内  
噴射弁により燃料を噴射する手順と、

を含むことを特徴とする内燃機関の制御方法。

【請求項 4】

筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁とを備える内燃機関を制御するにあたり、

前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する手順と、

均質燃焼領域で運転される場合、前記内燃機関の吸気圧力と排気圧力との差に基づいて  
前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に  
抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する手順と、

許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、  
前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁から燃料を噴射する手順と、

を含む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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも筒内噴射弁を備える内燃機関の制御に関するものであり、さらに  
詳しくは、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とにオーバーラップが存在する場合に  
、燃料の吹き抜けを抑制できる内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

気筒内に直接燃料を噴射して点火する、いわゆる直噴の内燃機関は、圧縮行程中に直接  
燃料を噴射して、点火プラグ付近に燃料噴霧をとどめて着火しやすい混合気を形成し、そ  
の周りの空気層と分離、すなわち成層化する。この状態で点火プラグ付近の混合気に点火  
して燃焼させる、いわゆる成層燃焼の下で直噴の内燃機関を運転することにより、超希薄  
燃焼運転を実現できる。これにより、燃費を向上させるとともに、CO<sub>2</sub>の排出量を低減  
させることができる。

【0003】

また、直噴の内燃機関は、吸入行程中に気筒内へ直接燃料を噴射して気筒内へ燃料を拡  
散させ、均質の混合気を形成して燃焼させる、いわゆる均質燃焼の下で運転することがで  
きる。均質燃焼領域では、吸入行程中に気筒内へ直接噴射した燃料の気化熱によって吸入  
空気をより冷却できるので、充填効率を高めることができる。これにより、直噴の内燃機  
関の均質燃焼領域における運転では高出力を得ることもできる。このような利点から、近  
年、直噴の内燃機関が注目されており、実用化されている。

【0004】

特許文献 1 には、直噴の内燃機関に関する次のような技術が開示されている。これは、  
均質燃焼領域、かつ高回転、高負荷の運転領域において、排気行程の後半から気筒内へ燃  
料の噴射を開始するとともに、噴射された燃料が排気ポートへ到達するまでの間に排気排

10

20

30

40

50

気ポートが閉じられている状態とするものである。

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開平11-101143号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ところで、一般に、レシプロ式の内燃機関では、体積効率の向上や燃焼ガスを効率よく掃気する等の観点から、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とにオーバーラップを設ける場合がある。また、直噴の内燃機関を均質燃焼領域で運転する場合には、吸気行程で燃料を噴射する必要がある。均質燃焼領域で直噴の内燃機関を運転する際に、前記オーバーラップがあると、吸気管圧力と排気管圧力との圧力差に起因して、気筒内に噴射した燃料が排気通路へ吹き抜ける場合がある。特許文献1に開示された技術では、この燃料の吹き抜けを抑制することはできない。

10

【 0 0 0 7 】

そこで、この発明は、上記に鑑みてなされたものであって、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とにオーバーラップが存在する場合においても、燃料吹き抜けを抑制できる内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上述の目的を達成するために、本発明に係る内燃機関の制御装置は、ポート噴射弁と、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁とを備える内燃機関を制御するものであり、前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する燃焼判定部と、均質燃焼領域で運転される場合、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する燃料吹き抜け判定部と、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁により燃料を噴射させる燃料噴射制御部と、を有することを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

また、次の本発明に係る内燃機関の制御装置は、前記内燃機関の制御装置において、さらに、前記内燃機関は吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、排気圧力を検出する排気圧力検出手段とを備えるとともに、前記燃料吹き抜け判定部は、前記吸気圧力検出手段により検出された吸気圧力と前記排気圧力検出手段により検出された排気圧力との差に基づいて、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定することを特徴とする。

30

【 0 0 1 0 】

また、次の本発明に係る内燃機関の制御装置は、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁と、吸気圧力を検出する吸気圧力検出手段と、排気圧力を検出する排気圧力検出手段とを備える内燃機関を制御するものであり、前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する燃焼判定部と、均質燃焼領域で運転される場合、前記吸気圧力検出手段により検出された吸気圧力と前記排気圧力検出手段により検出された排気圧力との差に基づいて、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する燃料吹き抜け判定部と、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁から燃料を噴射させる燃料噴射制御部と、を有することを特徴とする。

40

【 0 0 1 1 】

また、次の本発明に係る内燃機関の制御方法は、ポート噴射弁と、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁とを備える内燃機関を制御するにあたり、前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する手順と、均質燃焼領域で運転される場合、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが

50

発生しているか否かを判定する手順と、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁により燃料を噴射する手順と、を含むことを特徴とする。

【0012】

また、次の本発明に係る内燃機関の制御方法は、前記内燃機関の制御方法において、燃料吹き抜けが許容できない運転領域か否かを判定する手順においては、前記内燃機関の吸気圧力と排気圧力との差に基づいて、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定することを特徴とする。

【0013】

また、次の本発明に係る内燃機関の制御方法は、筒内噴射弁と、吸気弁と、排気弁とを備える内燃機関を制御するにあたり、前記内燃機関が均質燃焼領域で運転されるか否かを判定する手順と、均質燃焼領域で運転される場合、前記内燃機関の吸気圧力と排気圧力との差に基づいて、前記吸気弁と前記排気弁とのバルブオーバーラップにより、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する手順と、許容できない前記排気弁に抜ける燃料吹き抜けが発生していると判定された場合には、前記ポート噴射弁からの燃料噴射を禁止するとともに、前記排気弁が閉じてから前記筒内噴射弁から燃料を噴射する手順と、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

この発明に係る内燃機関の制御装置及び内燃機関の制御方法によれば、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とにオーバーラップが存在する場合においても、燃料の吹き抜けを抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施するための最良の形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例の構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。また、本発明はレシプロ式の内燃機関に対して好適に適用でき、特に乗用車やバス、あるいはトラック等の車両に搭載される内燃機関に対して好ましい。

【実施例1】

【0016】

本発明に係る内燃機関の制御装置は、吸気通路に燃料を噴射するポート噴射弁と、気筒内に燃料を噴射する筒内噴射弁とを備える内燃機関の制御に用いられるものである。そして、実施例1の本発明に係る内燃機関の制御装置及び制御方法は、次の点に特徴がある。すなわち、均質燃焼領域の場合において、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップが発生する場合、ポート噴射弁による燃料噴射を禁止して筒内噴射弁により燃料を噴射させるとともに、排気弁が閉じる時期以降に筒内噴射弁から燃料を噴射させる。

【0017】

図1は、本発明の実施例1に係る内燃機関の制御装置により内燃機関を制御する場合の一例を示す概念図である。内燃機関の制御装置10の制御対象である内燃機関1は、ガソリンを燃料としたレシプロ式の内燃機関であり、気筒1s内に燃料Fを噴射する筒内噴射弁2と、吸気通路4内に燃料を噴射するポート噴射弁3とを備える。このような構成により、この内燃機関1は、筒内噴射弁2により直接気筒1s内へ燃料Fを噴射する筒内噴射（直噴）が可能である。また、ポート噴射弁3による燃料噴射（ポート噴射）も可能であり、内燃機関1の運転条件に応じて筒内噴射とポート噴射とを切り替えて、あるいは同時に使用することができる。

【0018】

吸気通路4から気筒1s内に導入される空気は、吸気弁42を通過して気筒1s内へ導入

10

20

30

40

50

されて、筒内噴射弁 2 から噴射される燃料 F と混合気を形成する。また、ポート噴射の場合は、ポート噴射弁 3 が吸気通路 4 内を通過する空気に燃料 F を噴射して混合気を形成し、この混合気が気筒 1 s 内へ導入される。この混合気は、点火プラグ 7 で着火されて燃焼する。混合気の燃焼圧力はピストン 5 に伝えられ、ピストン 5 を往復運動させる。燃焼後の混合気は排ガスとなり、排気弁 4 3 を通って排気通路 9 へ排出される。ピストン 5 の往復運動はクランク軸 6 で回転運動に変換されて、内燃機関 1 の出力として取り出される。クランク軸 6 にはクランク角センサ 4 1 が取り付けられており、クランク角センサ 4 1 の出力を ECU (Engine Control Unit) 3 0 が取得して、ピストン位置の検出や筒内噴射弁 2 に燃料を噴射させる時期の制御に使用する。

【 0 0 1 9 】

ECU 3 0 は、エアフローセンサ 4 0、クランク角センサ 4 1、アクセル開度センサ 4 4、その他の各種センサ類からの出力を取得して、内燃機関 1 の運転を制御する。また、この実施例において、本発明に係る内燃機関の制御装置 1 0 は ECU 3 0 に接続されており、本発明に係る内燃機関の制御方法を実現するにあたって、ECU 3 0 が備える内燃機関 1 の制御機能を利用できるように構成されている。

【 0 0 2 0 】

吸気通路 4 には、吸気圧力  $P_{in}$  を測定するため、吸気圧力検出手段の一例である吸気圧力センサ 4 5 が取り付けられており、排気通路 9 には、排気圧力  $P_{ex}$  を測定するため、排気圧力検出手段の一例である排気圧力センサ 4 6 が取り付けられている。実施例 1 の本発明においては、吸気圧力センサ 4 5 で測定された吸気圧力  $P_{in}$ 、及び排気圧力センサ 4 6 で測定された排気圧力  $P_{ex}$  に基づいて、後述する燃料吹き抜けを判定する。

【 0 0 2 1 】

図 2 は、吸気弁及び排気弁の開閉時期と、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップを説明する概念図である。図 3 は、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップ期間中における燃料吹き抜けを示す説明図である。図 4 は、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップ期間中における吸気脈動と排気脈動とを示す説明図である。図 2 に示すように、吸気弁 4 2 が吸気上死点前から開き始め、排気弁 4 3 は吸気上死点後に閉じるようにして、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とにオーバーラップを設ける場合がある。このオーバーラップをバルブオーバーラップという。バルブオーバーラップは、気筒 1 s 内へ吸入する空気の体積効率増加、燃焼ガスの効率よい掃気、バルブリフト量を確保するための作用角増加等を目的として設けられる。

【 0 0 2 2 】

ところで、図 3 に示すように、バルブオーバーラップが発生する場合は、吸気弁 4 2 と排気弁 4 3 とが同時に開いている。均質燃焼領域における運転で、ポート噴射弁 3 から燃料 F を噴射すると、図 3 に示すように、噴射した燃料 F が吸気弁 4 2 から排気弁 4 3 を抜けて排気通路 9 へ燃料 F が吹き抜ける（以下燃料吹き抜けという）場合がある。また、筒内噴射弁 2 により、バルブがオーバーラップする期間よりも前に燃料 F を噴射している場合も、燃料吹き抜けが発生する場合もある。なお、燃料 F のみならず、燃料 F と空気との混合気が燃料吹き抜ける場合もあるが、混合気中には燃料 F が含まれるので、このような場合も燃料 F が排気弁 4 3 を通って排気通路 9 へ燃料吹き抜けるといえる。前記燃料吹き抜けは、図 4 に示すような、バルブオーバーラップ期間に吸気圧力  $P_{in}$  が排気圧力  $P_{ex}$  よりも高くなった場合に発生する。燃料吹き抜けが発生すると、燃焼に関与しない燃料が発生することになるので、燃料消費が増大してしまう。

【 0 0 2 3 】

そこで、本発明においては、バルブオーバーラップが発生する時期においては、均質燃焼領域であってもポート噴射弁 3 による燃料噴射を禁止して筒内噴射弁 2 により燃料を噴射させるとともに、排気弁 4 3 が閉じる時期以降に筒内噴射弁 2 から燃料を噴射させる。このような構成により、バルブオーバーラップに起因する燃料吹き抜けを極めて低減させることができるので、燃料消費を抑制することができる。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

図5は、本発明の実施例に係る内燃機関の制御装置の構成を示す説明図である。図5を用いて、本発明の実施例に係る内燃機関の制御装置10の構成を説明する。内燃機関の制御装置10は、処理部10pと、記憶部10mとを含んで構成される。処理部10pは、さらに燃焼判定部21と、燃料吹き抜け判定部22と、燃料噴射制御部23とを含んで構成される。ここで、燃焼判定部21と、燃料吹き抜け判定部22と、燃料噴射制御部23とが、本発明に係る内燃機関の制御方法を実行する部分となる。

【0025】

燃焼判定部21は、内燃機関1の負荷KLや機関回転数NE、あるいはアクセル開度等の運転条件から、内燃機関1の燃焼領域を、均質燃焼領域であるか成層燃焼領域であるかを判定する。燃料吹き抜け判定部22は、内燃機関1のバルブオーバーラップの期間に、許容できない燃料吹き抜けが発生するか否かを判定する。実施例1においては、吸気圧力と排気圧力とに基づいて燃料吹き抜けの発生を判定する。燃料噴射制御部23は、バルブオーバーラップの期間に燃料吹き抜けが発生すると判定された場合に、排気弁43が閉じてから筒内噴射弁2から燃料を噴射させる。

【0026】

記憶部10mと、燃焼判定部21と、燃料吹き抜け判定部22と、燃料噴射制御部23とは、内燃機関の制御装置10の入出力ポート(I/O)29を介して接続される。これにより、記憶部10mと、燃焼判定部21と、燃料吹き抜け判定部22と、燃料噴射制御部23とは、それぞれ双方向でデータをやり取りできるように構成される。なお、装置構成上の必要に応じて片方向でデータを送受信するようにしてもよい。

【0027】

この例では、吸気圧力センサ45と排気圧力センサ46とは、内燃機関の制御装置10が備える入出力ポート(I/O)29に接続されている。そして、処理部10pの燃料吹き抜け判定部22がこれらから測定値を取得して燃料吹き抜けを判定するように構成されている。なお、ECU30を介して、燃料吹き抜け判定部22が吸気圧力センサ45と排気圧力センサ46との測定値を取得するようにしてもよい。

【0028】

内燃機関の制御装置10とECU30とは、内燃機関の制御装置10の入出力ポート(I/O)29を介して接続されており、両者間で相互にデータをやり取りすることができる。これにより、内燃機関の制御装置10はECU30が有するエンジン制御データを取得したり、ECU30を介して内燃機関1の各種センサからの情報を取得したり、内燃機関の制御装置10の制御をECU30のエンジン制御ルーチンに割り込ませたりすることができる。また、本発明に係る内燃機関の制御装置10は、ECU30に組み込んでもよく、ECU30の機能の一部を利用することで、本発明に係る内燃機関の制御装置10の機能を実現してもよい。

【0029】

記憶部10mには、本発明に係る内燃機関の制御方法の処理手順を含むコンピュータプログラムや、燃料吹き抜け判定値テーブル、燃料吹き抜け判定マップその他のデータマップ等が格納されている。ここで、記憶部10mは、RAM(Random Access Memory)のような揮発性のメモリ、フラッシュメモリ等の不揮発性のメモリ、あるいはこれらの組み合わせにより構成することができる。また、処理部10pは、メモリ及びCPUにより構成することができる。

【0030】

上記コンピュータプログラムは、処理部10pやECU30にすでに記録されているコンピュータプログラムとの組み合わせによって、本発明に係る内燃機関の制御方法の処理手順を実現できるものであってもよい。この処理部10pは、前記コンピュータプログラムの代わりに専用のハードウェアを用いて、燃焼判定部21、燃料吹き抜け判定部22及び燃料噴射制御部23の機能を実現するものであってもよい。次に、この内燃機関の制御装置10を用いて、本発明の実施例に係る内燃機関の制御方法を実現する手順を説明する。なお、この説明にあたっては、適宜図1~5を参照されたい。

## 【 0 0 3 1 】

図 6 は、実施例 1 の本発明に係る内燃機関の制御方法の手順を示すフローチャートである。本発明の実施例に係る内燃機関の制御方法を実現するにあたり、まず、ECU 30 が、内燃機関 1 の機関回転数  $NE$ 、空燃比  $A/F$ 、水温等を取得し、内燃機関 1 の負荷  $KL$  等を求め、内燃機関 1 に供給する全燃料噴射量  $TAU$  を算出する（ステップ  $S101$ ）。全燃料噴射量  $TAU$  は、例えば、 $f(KL, NE) \times k_1 \times k_2$  で求めることができる。ここで、 $k_1$ 、 $k_2$  は、暖機補正や加速増量補正等を実行するとき用いる補正值である。

## 【 0 0 3 2 】

次に、燃焼判定部 21 が、内燃機関 1 の負荷  $KL$  やアクセル開度等から均質燃焼領域であるか否かを判定する（ステップ  $S102$ ）。均質燃焼領域であると判定された場合（ステップ  $S102$  ;  $Yes$ ）、燃料吹き抜け判定部 22 は、燃料吹き抜けが発生するか否かを判定する（ステップ  $S103$ ）。ここで、この燃料吹き抜け発生の判定手順について説明する。図 7 - 1、図 7 - 2 は、実施例 1 の本発明による燃料吹き抜け発生の判定方法の説明図である。図 8 は、実施例 1 の本発明による燃料吹き抜け発生の判定手順を示すフローチャートである。

10

## 【 0 0 3 3 】

実施例 1 の本発明では、吸気圧力  $P_{in}$  と排気圧力  $P_{ex}$  とに基づいて、燃料吹き抜けが発生するか否かを判定する。図 7 - 1 に示すように、バルブオーバーラップ領域において、排気圧力  $P_{ex}$  よりも吸気圧力  $P_{in}$  の方が大きい場合、燃料吹き抜けが発生する可能性がある。しかし、排気圧力  $P_{ex}$  よりも吸気圧力  $P_{in}$  の方が大きい場合であってもその期間が短い場合には、燃料吹き抜けが発生しない場合もある。また、燃料吹き抜けが発生していても、それが許容できる範囲であれば燃料消費に与える影響は小さくなる。このため、実施例 1 の本発明においては、吸気圧力  $P_{in}$  と排気圧力  $P_{ex}$  との差分 ( $P_{in} - P_{ex}$ ) をバルブオーバーラップ期間で積分した差圧積分値  $A$  と、所定の燃料吹き抜け判定値  $B$  とを比較することにより、許容できない燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する。これにより、単に吸気圧力  $P_{in}$  と排気圧力  $P_{ex}$  との差分による場合と比較して、より正確に燃料吹き抜けの発生を判定できるので、許容できない燃料吹き抜け比較的容易に判定できる。

20

## 【 0 0 3 4 】

前記燃料吹き抜け判定値  $B$  は、図 7 - 2 に示す燃料吹き抜け判定値テーブル 50 に示すように、機関回転数  $NE$  の関数であり、機関回転数  $NE$  の上昇とともに大きくなる。機関回転数  $NE$  が大きくなるとバルブオーバーラップの時間が短くなるので、燃料吹き抜けは発生しにくくなる。したがって、機関回転数  $NE$  の上昇に応じて燃料吹き抜け判定値  $B$  も大きくする方が、より正確に燃料吹き抜けの発生を判定できる。なお、この燃料吹き抜け判定値テーブル 50 に記述されている吹き抜け判定値  $B$  (実線) は機関回転数  $NE$  に対して線形に変化するが、図 7 - 2 中の点線や一点鎖線で示すように非線形で変化する場合もある。燃料吹き抜け判定値  $B$  は、予め実験やシミュレーションによって求めることができる。

30

## 【 0 0 3 5 】

燃料吹き抜けを判定するにあたり、燃料吹き抜け判定部 22 は、吸気圧力センサ 45 及び排気圧力センサ 46 から吸気圧力  $P_{in}$  と排気圧力  $P_{ex}$  とを取得する（ステップ  $S201$ ）。そして、吸気圧力  $P_{in}$  と排気圧力  $P_{ex}$  とから、現在の機関回転数  $NE1$  における差圧積分値  $A1$  ( $= \int (P_{in} - P_{ex})$ ) を算出する（ステップ  $S202$ ）。積分期間は、吸気弁 42 の開く時期  $IVO$  から排気弁 43 の閉じる時期  $EV_C$  までである。なお、短時間で吸気圧力  $P_{in}$  及び排気圧力  $P_{ex}$  を計測する必要があるため、吸気圧力センサ 45 及び排気圧力センサ 46 は応答性能の高いものを用いることが好ましい。

40

## 【 0 0 3 6 】

次に、燃料吹き抜け判定部 22 は、記憶部 10m に格納された燃料吹き抜け判定値テーブル 50 に現在の機関回転数  $NE1$  を与えて燃料吹き抜け判定値  $B1$  を取得する（ステップ  $S203$ ）。そして、燃料吹き抜け判定部 22 は、取得した燃料吹き抜け判定値  $B1$  と

50

算出した差圧積分値  $A_1$  とを比較する (ステップ S 2 0 4)。その結果、 $A_1$  が  $B_1$  よりも大きい場合には (ステップ S 2 0 4 ; Yes)、許容できない燃料吹き抜けが発生すると判定し (ステップ S 2 0 5)、 $A_1$  が  $B_1$  以下の場合には (ステップ S 2 0 4 ; No) 許容できない燃料吹き抜けは発生しないと判定する (ステップ S 2 0 6)。

#### 【 0 0 3 7 】

燃料吹き抜け判定部 2 2 が、許容できない燃料吹き抜けが発生すると判定した場合 (ステップ S 1 0 3 ; Yes)、燃料噴射制御部 2 3 は、ポート噴射弁 3 からの燃料噴射を禁止し、筒内噴射弁 2 単独で燃料を噴射させるように制御する。このとき、ポート噴射弁 3 の燃料噴射量  $T_p = 0$  とし、筒内噴射弁 2 の燃料噴射量  $T_D = TAU$  とする (ステップ S 1 0 4)。また、燃料噴射制御部 2 3 は、筒内噴射弁 2 の燃料噴射時期を、排気弁 4 3 が閉じてからの吸気行程に設定し、筒内噴射弁 2 はこの設定された噴射時期で気筒 1 s 内へ燃料を噴射する (ステップ S 1 0 5)。このようにすることで、バルブオーバーラップに起因する燃料吹き抜けを抑制できるので、燃料消費を抑制できる。

#### 【 0 0 3 8 】

図 9 - 1、図 9 - 2、図 9 - 3 は、筒内噴射弁 2 による燃料噴射時期を示す説明図である。機関回転数  $NE$  が低いとき (図 9 - 1) には、筒内噴射弁 2 による燃料  $F$  の噴射から点火までの時間を確保できる。このため、筒内噴射弁 2 の燃料噴射時期 を吸気下死点側として空気冷却の効果を十分に発揮させることが好ましい (図 9 - 3)。このようにすれば、気筒 1 s 内へ吸入する空気の充填効率を高くすることにより、内燃機関 1 のトルクを向上させることができる。一方、機関回転数  $NE$  が高いとき (図 9 - 2) には、筒内噴射弁 2 による燃料  $F$  の噴射から点火までの時間は、機関回転数  $NE$  が低いときよりも短くなる。このため、筒内噴射弁 2 の燃料噴射時期 を吸気上死点側として、燃料  $F$  と空気とを十分に混合させてから点火することが好ましい (図 9 - 3)。このようにすれば、燃料  $F$  と空気とを十分に混合させることによって、内燃機関 1 のトルクを向上させることができる。したがって、図 9 - 3 に示すように、筒内噴射弁 2 による燃料噴射時期 は、機関回転数  $NE$  の上昇にしたがって吸気下死点側から吸気上死点側へ進角させるように制御することが好ましい。

#### 【 0 0 3 9 】

燃料吹き抜け判定部 2 2 が、燃料吹き抜けが発生しないと判定した場合 (ステップ S 1 0 3 ; No) 燃料噴射制御部 2 3 は、ポート噴射弁 3 と筒内噴射弁 2 とで燃料を噴射させるように制御する。その際、燃料噴射制御部 2 3 は、ポート噴射弁 3 による燃料噴射割合と筒内噴射弁 2 による燃料噴射割合とを決定する。実施例 1 の本発明においては、燃料噴射制御部 2 3 は、筒内噴射弁 2 による燃料噴射割合  $d$  を求める。図 1 0 - 1、図 1 0 - 2 は、筒内噴射弁による燃料噴射割合を決定する噴射割合マップを示す説明図である。

#### 【 0 0 4 0 】

図 1 0 - 1、図 1 0 - 2 に示すように、筒内噴射弁 2 の燃料噴射割合  $d$  は、負荷  $KL$  によって変更させることが好ましい。例えば、図 1 0 - 1 に示す噴射割合マップ 5 1 では、負荷  $KL$  の増加とともに燃料噴射割合  $d$  を低減させることによって、内燃機関 1 のエミッションを改善する。また、図 1 0 - 2 に示す噴射割合マップ 5 2 では、負荷  $KL$  の増加とともに燃料噴射割合  $d$  を増加させることによって、内燃機関 1 の出力を向上させる。このように、内燃機関 1 の仕様に応じて、より好ましい噴射割合マップを選択することができる。なお、噴射割合マップ 5 1、5 2 は、実験やシミュレーションにより予め求めることができる。また、噴射割合マップ 5 1、5 2 は線形 (図 1 0 - 1、図 1 0 - 2 中の実線) のみならず、図 1 0 - 1、図 1 0 - 2 中の点線や一点鎖線で示すような非線形であってもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

燃料噴射制御部 2 3 は、記憶部 1 0 m に格納された噴射割合マップに負荷  $KL$  を与え、筒内噴射弁 2 の燃料噴射割合  $d$  を算出する (ステップ S 1 0 6)。次に、求めた筒内噴射弁 2 の燃料噴射割合  $d$  により、ポート噴射弁 3 の燃料噴射量  $T_p$  と筒内噴射弁 2 の燃料噴射量  $T_D$  とを次のように決定する (ステップ S 1 0 7)。

$$T_p = (1 - d) \times TAU$$

$$T_D = d \times TAU$$

そして、ポート噴射弁 3 と筒内噴射弁 2 とは、決定されたこの燃料噴射量で燃料を噴射する（ステップ S 1 0 8）。なお、均質燃焼領域においては、筒内噴射弁 2 は吸気行程で気筒 1 s 内へ燃料を噴射する。

#### 【 0 0 4 2 】

燃焼判定部 2 1 が、均質燃焼領域でないと判定した場合は（ステップ S 1 0 2 ; N o）、成層燃焼領域であるので、筒内噴射弁 2 単独で全燃料噴射量 TAU を圧縮行程で噴射する。このため、燃料噴射制御部 2 3 は、ポート噴射弁 3 の燃料噴射量  $T_p$  を 0 とし、筒内噴射弁 2 の燃料噴射量  $T_D$  を TAU とする（ステップ S 1 0 9）。そして、筒内噴射弁 2

10

#### 【 0 0 4 3 】

（変形例）

図 1 1 は、実施例 1 の変形例に係る燃料吹き抜け判定マップを示す説明図である。上記実施例 1 では、燃料吹き抜けの判定に吸気圧力と排気圧力とを用いたが、実施例 1 の変形例では、予め準備した燃料吹き抜け判定マップ 5 3 を用いる点が異なる。燃料吹き抜け判定マップ 5 3 は、内燃機関の負荷 KL と機関回転数 NE とによって、燃料吹き抜けの発生する領域を判定するものである。燃料吹き抜け判定マップ 5 3 の斜線で示す負荷 KL 及び機関回転数 NE の領域 D は、許容できない燃料吹き抜けが発生する領域である。この燃料吹き抜け判定マップ 5 3 は、予め実験やシミュレーションによって求め、記憶部 1 0 m に

20

#### 【 0 0 4 4 】

燃料吹き抜けの発生を判定するにあたっては、燃料吹き抜け判定部 2 2 が内燃機関 1 の負荷 KL と機関回転数 NE とを燃料吹き抜け判定マップ 5 3 に与え、当該負荷 KL と当該機関回転数 NE とにおいて許容できない燃料吹き抜けが発生しているか否かを判定する。そして、許容できない燃料吹き抜けが発生している場合には、燃料噴射制御部 2 3 は、ポート噴射弁 3 からの燃料噴射を禁止し、筒内噴射弁 2 単独で燃料を噴射させるように制御する。以後の処理手順、及び燃料吹き抜けが発生していない場合の処理手順は実施例 1 と同様である。このように、燃料吹き抜け判定マップ 5 3 を使用することで、応答性能の高い吸気圧力センサ 4 5 及び排気圧力センサ 4 6 が不要になるので、内燃機関の制御装置 1

30

#### 【 0 0 4 5 】

以上、実施例 1 及びその変形例に係る本発明においては、均質燃焼領域においてバルブオーバーラップによる燃料吹き抜けを抑制して、内燃機関 1 の燃料消費を抑えることができる。また、吸気圧力と排気圧力との差の積分値を用いる場合には、燃料吹き抜けの発生を正確に判定することができる。また、予め用意した燃料吹き抜け判定マップを用いる場合には、応答性能の高い圧力センサ類が不要になるので、内燃機関の制御装置の製造コストを低減することができる。

#### 【実施例 2】

#### 【 0 0 4 6 】

実施例 1 に係る本発明では、ポート噴射弁 3 と筒内噴射弁 2 とを備える内燃機関 1 が適用対象であったが、実施例 2 に係る本発明では、筒内噴射弁 2 のみを備える内燃機関 1 a が適用対象である。その他は実施例 1 と同様なので共通する構成には同一の符号を付すとともに、その説明を省略する。次に、本発明の実施例 2 に係る内燃機関の制御方法を実現する手順を説明する。なお、本発明の実施例 2 に係る内燃機関の制御方法制御装置 1 0 は、実施例 1 の内燃機関の制御装置 1 0 により実現できる。

40

#### 【 0 0 4 7 】

図 1 2 は、実施例 2 の本発明に係る内燃機関の制御装置を含む内燃機関の構成図である。図 1 3 は、実施例 2 の本発明に係る内燃機関の制御方法の手順を示すフローチャートである。実施例 2 に係る本発明では、吸気圧力  $P_{in}$ 、及び排気圧力  $P_{ex}$  に基づいて、燃

50

料吹き抜けを判定する。このため、内燃機関 1 a の吸気通路 4 には、吸気圧力  $P_{in}$  を測定するため、吸気圧力検出手段の一例である吸気圧力センサ 4 5 が取り付けられている。また、排気通路 9 には、排気圧力  $P_{ex}$  を測定するため、排気圧力検出手段の一例である排気圧力センサ 4 6 が取り付けられている。

【0048】

本発明の実施例に係る内燃機関の制御方法を実現するにあたり、まず、ECU 30 が、内燃機関 1 の機関回転数  $NE$ 、空燃比  $A/F$ 、水温等を取得し、内燃機関の負荷  $KL$  等を求め、内燃機関 1 に供給する全燃料噴射量  $TAU$  を算出する（ステップ  $S301$ ）。全燃料噴射量  $TAU$  は、例えば、 $f(KL, NE) \times k_1 \times k_2$  で求めることができる。ここで、 $k_1$ 、 $k_2$  は、暖気補正や加速増量補正等を実行するとき用いる補正值である。

10

【0049】

次に、燃焼判定部 2 1 が、内燃機関 1 の負荷  $KL$  やアクセル開度等から均質燃焼領域であるか否かを判定する（ステップ  $S302$ ）。均質燃焼領域であると判定された場合（ステップ  $S302$ ； $Yes$ ）、燃料吹き抜け判定部 2 2 は、許容できない燃料吹き抜けが発生するか否かを判定する（ステップ  $S303$ ）。許容できない燃料吹き抜けが発生するか否かを判定する手順は、実施例 1 で説明した方法と同様なので、説明を省略する。

【0050】

燃料吹き抜け判定部 2 2 が、許容できない燃料吹き抜けが発生すると判定した場合（ステップ  $S303$ ； $Yes$ ）、燃料噴射制御部 2 3 は、排気弁 4 3 が閉じた後に筒内噴射弁 2 から全燃料噴射量  $TAU$  で燃料を噴射するように、筒内噴射弁 2 の燃料噴射時期を設定する。筒内噴射弁 2 はこの設定された噴射時期で気筒 1 s 内へ燃料を噴射する（ステップ  $S304$ ）。なお、均質燃焼領域では、排気弁 4 3 が閉じてからの吸気行程で筒内噴射弁 2 から燃料を噴射する。このようにすることで、バルブオーバーラップに起因する燃料吹き抜けを抑制できるので、燃料消費を抑制できる。

20

【0051】

燃料吹き抜け判定部 2 2 が、燃料吹き抜けが発生しないと判定した場合（ステップ  $S303$ ； $No$ ）、燃料噴射制御部 2 3 は、内燃機関 1 a の吸気行程で筒内噴射弁 2 から全燃料噴射量  $TAU$  で燃料を噴射させるように制御する（ステップ  $S305$ ）。筒内噴射弁 2 は、設定された燃料噴射時期で、気筒 1 s 内へ燃料を噴射する。燃焼判定部 2 1 が、均質燃焼領域でないと判定した場合（ステップ  $S302$ ； $No$ ）は、成層燃焼領域であるので、筒内噴射弁 2 単独で全燃料噴射量  $TAU$  を圧縮行程で気筒 1 s 内へ噴射する（ステップ  $S306$ ）。

30

【0052】

以上、実施例 2 の本発明によれば、筒内噴射弁のみを備える内燃機関を均質燃焼領域で運転する場合においても、バルブオーバーラップによる燃料吹き抜けを抑制して、燃料消費を抑えることができる。また、吸気圧力と排気圧力との差の積分値を用いる場合には、燃料吹き抜けの発生を正確に判定することができる。

【産業上の利用可能性】

【0053】

以上説明したように、本発明に係る内燃機関の制御装置及び制御方法は、少なくとも筒内噴射弁を備える内燃機関に適し、均質燃焼領域においてバルブオーバーラップに起因する燃料吹き抜けを抑制することに適している。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る内燃機関の制御装置により内燃機関を制御する場合の一例を示す概念図である。

【図 2】吸気弁及び排気弁の開閉時期と、吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップを説明する概念図である。

【図 3】吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップ期間中における燃料吹き抜けを示す説明図である。

50

【図 4】吸気弁の開く時期と排気弁の閉じる時期とのオーバーラップ期間中における吸気脈動と排気脈動とを示す説明図である。

【図 5】本発明の実施例に係る内燃機関の制御装置の構成を示す説明図である。

【図 6】実施例 1 の本発明に係る内燃機関の制御方法の手順を示すフローチャートである。

【図 7 - 1】実施例 1 の本発明による燃料吹き抜け発生の判定方法の説明図である。

【図 7 - 2】実施例 1 の本発明による燃料吹き抜け発生の判定方法の説明図である。

【図 8】実施例 1 の本発明による燃料吹き抜け発生の判定手順を示すフローチャートである。

【図 9 - 1】筒内噴射弁 2 による燃料噴射時期を示す説明図である。

10

【図 9 - 2】筒内噴射弁 2 による燃料噴射時期を示す説明図である。

【図 9 - 3】筒内噴射弁 2 による燃料噴射時期を示す説明図である。

【図 10 - 1】筒内噴射弁による燃料噴射割合を決定する噴射割合マップを示す説明図である。

【図 10 - 2】筒内噴射弁による燃料噴射割合を決定する噴射割合マップを示す説明図である。

【図 11】実施例 1 の変形例に係る燃料吹き抜け判定マップを示す説明図である。

【図 12】実施例 2 の本発明に係る内燃機関の制御装置を含む内燃機関の構成図である。

【図 13】実施例 2 の本発明に係る内燃機関の制御方法の手順を示すフローチャートである。

20

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1、1 a 内燃機関

1 s 気筒

2 筒内噴射弁

3 ポート噴射弁

4 吸気通路

5 ピストン

9 排気通路

10 制御装置

30

10 m 記憶部

10 p 処理部

21 燃焼判定部

22 判定部

23 燃料噴射制御部

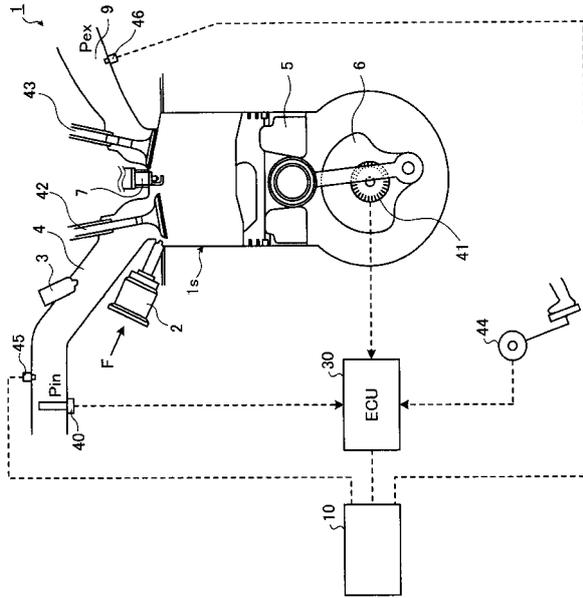
42 吸気弁

43 排気弁

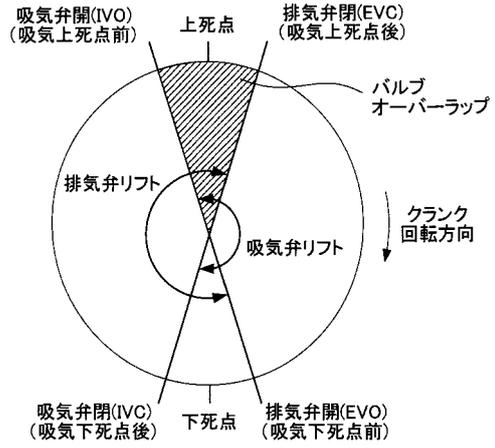
45 吸気圧力センサ

46 排気圧力センサ

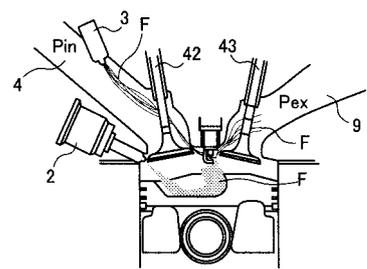
【図1】



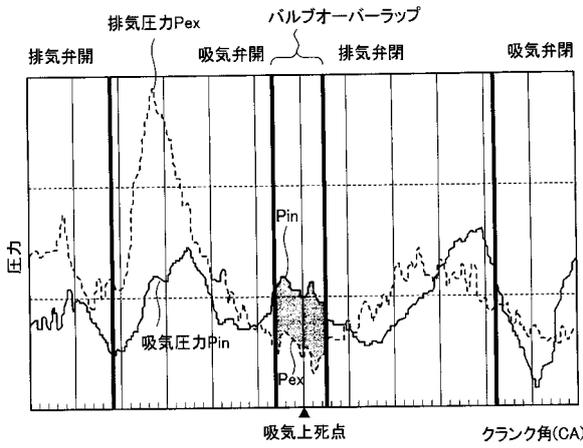
【図2】



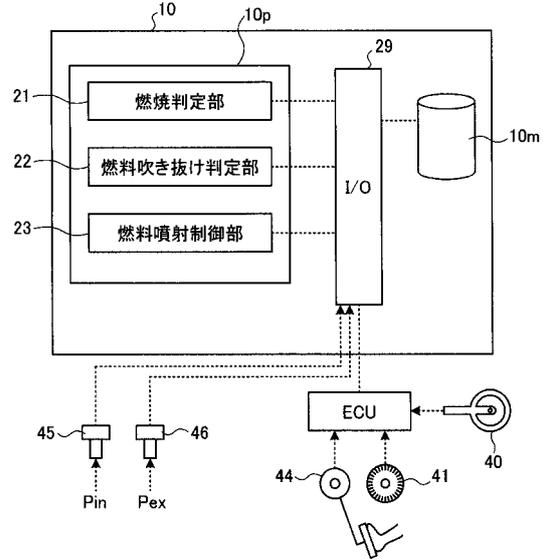
【図3】



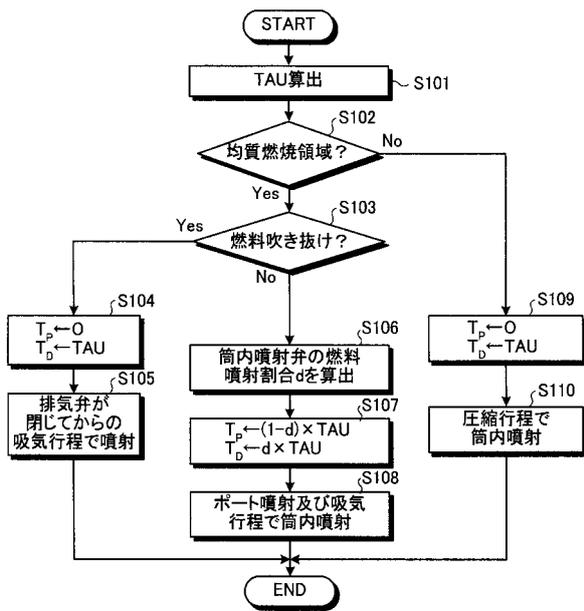
【図4】



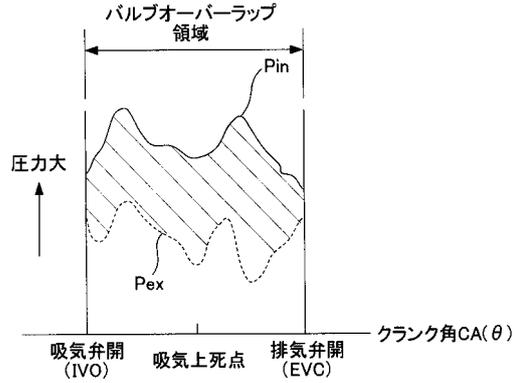
【図5】



【図6】

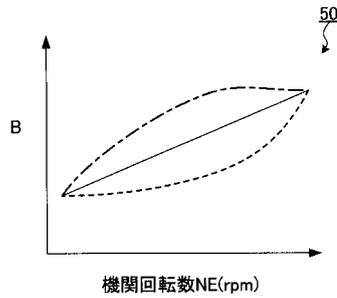


【図7-1】

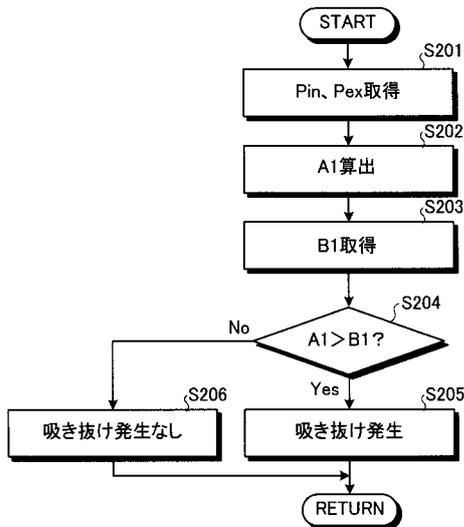


$$A = \int_{IVO}^{EVC} (Pin - Pex)$$

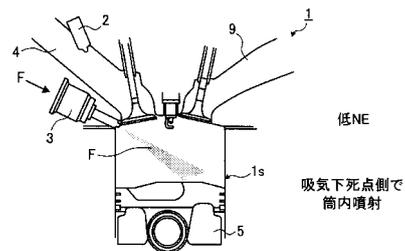
【図7-2】



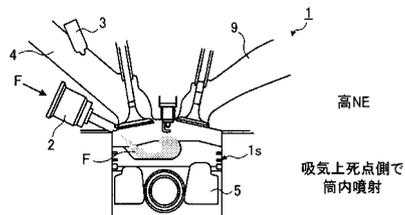
【図8】



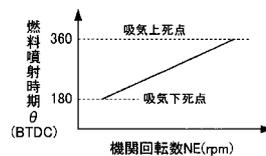
【図9-1】



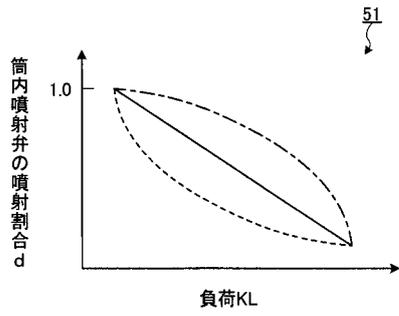
【図9-2】



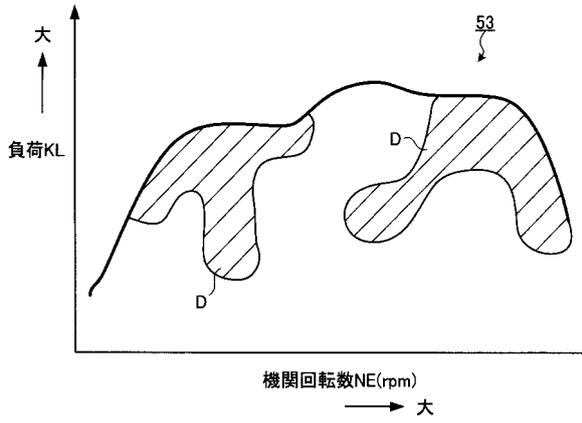
【図9-3】



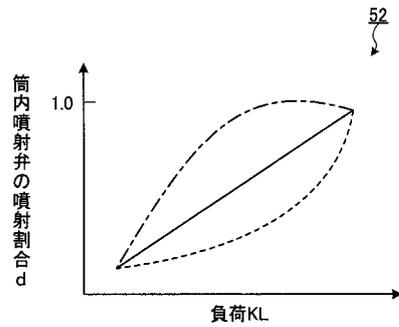
【図10-1】



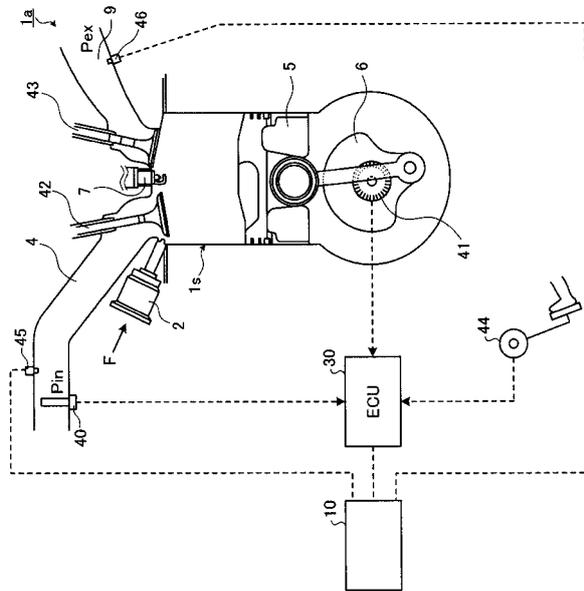
【図11】



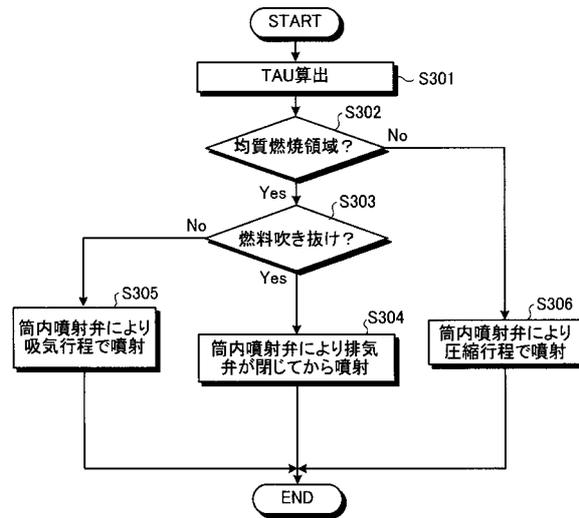
【図10-2】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平04 - 362221 (JP, A)  
特開2003 - 090243 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/04

F02D 41/02

F02D 45/00