

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-24922
(P2010-24922A)

(43) 公開日 平成22年2月4日(2010.2.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2B 23/10 (2006.01)	FO2B 23/10 S	3G023
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 H	3G301
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2B 23/10 D	3G384
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2B 23/10 Q	
	FO2B 23/10 R	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2008-186156 (P2008-186156)	(71) 出願人	000003137
(22) 出願日	平成20年7月17日 (2008.7.17)		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	100067747
			弁理士 永田 良昭
		(74) 代理人	100121603
			弁理士 永田 元昭
		(74) 代理人	100135781
			弁理士 西原 広徳
		(74) 代理人	100141656
			弁理士 大田 英司
		(74) 代理人	100154209
			弁理士 大石 憲一
		最終頁に続く	

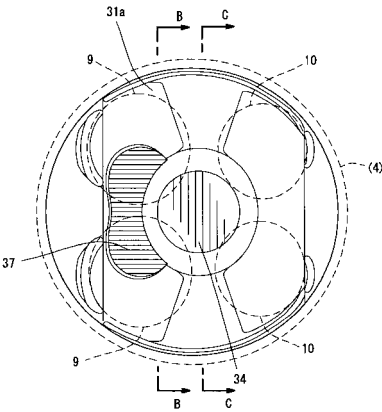
(54) 【発明の名称】 火花点火式直噴エンジン

(57) 【要約】

【課題】本発明は、エンジン冷間時における触媒活性化促進を図る火花点火式直噴エンジンにおいて、エンジンの圧縮比を高い状態で維持しつつ、キャビティ内に多くの噴霧を確実に入れて滞留させるようにして、エンジン冷間時の燃焼状態を安定させて、さらに、排気時の掃気性能も確保することができる火花点火式直噴エンジンを提供することを目的とする。

【解決手段】吸気ポート9の投影面内に重なるように、一段低い受け面37を形成している。この受け面37を、吸気ポート9の投影面内に重なるように設定することで、吸気ポート9から筒内(4)に入ってくる新しい空気を入れ易くなり、凹状キャビティ34を通じて排気ポート10側に新しい空気を流し易くなる。

【選択図】図16



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼室天井壁の周縁の吸気ポート開口の間に、斜め下方に複数の噴霧を噴射する多噴口を設けたインジェクタを備え、燃焼室天井壁の中央部に点火プラグを備えた火花点火式直噴エンジンであって、
ピストン冠面には、ペントルーフ状の隆起部を形成する共に、前記点火プラグに対応するように凹状のキャビティを形成して、
前記インジェクタには、正面視で上側に位置する第 1 噴霧を噴射する第 1 噴口と、第 1 噴霧の下側に位置する 2 つの第 2 噴霧を噴射する 2 つの第 2 噴口とを備えており、
前記第 1 噴口の噴射方向を、平面視で第 1 噴霧がキャビティを指向するように設定して、
前記 2 つの第 2 噴口の噴射方向を、平面視で 2 つの第 2 噴霧が前記第 1 噴霧の左右両側にそれぞれ位置するように設定して、
前記隆起部のインジェクタ側の基本斜面には、平面視で前記吸気ポートの投影面と重なり、前記 2 つの第 2 噴霧が衝突する一段低い第 2 の斜面を形成して、
該第 2 の斜面が前記キャビティに繋がるように形成する共に、
圧縮行程後半の所定期間に燃料を噴射することで、第 1 噴霧がキャビティに入るように、第 2 噴霧が第 2 の斜面に衝突するように設定した
火花点火式直噴エンジン。

10

【請求項 2】

前記第 2 の斜面を形成することで、キャビティ周縁部の高さを、インジェクタ側を反インジェクタ側よりも低く設定した
請求項 1 記載の火花点火式直噴エンジン。

20

【請求項 3】

前記第 2 の斜面には、平面視における左右 2 つの第 2 噴霧が衝突する部位の外側に前記基本斜面との段差によって形成されて、衝突後の第 2 噴霧をキャビティ中央側に案内するガイド壁を設けた
請求項 1 又は 2 記載の火花点火式直噴エンジン。

【請求項 4】

正面視で第 2 噴霧の下側に位置する第 3 噴霧を噴射する第 3 噴口を設け、
圧縮行程後半の所定期間に燃料を噴射して、第 3 噴霧が第 2 の斜面に衝突するように設定した
請求項 3 記載の火花点火式直噴エンジン。

30

【請求項 5】

所定期間の燃料噴射終了時期を、圧縮行程の 3 / 4 以降に設定すると共に、
前記点火プラグの点火時期を、上死点後に設定した
請求項 1 ~ 4 いずれか記載の火花点火式直噴エンジン。

【請求項 6】

前記圧縮行程の燃料噴射に加えて、吸気行程でも燃料噴射を行なう
請求項 5 記載の火花点火式直噴エンジン。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

この発明は、火花点火式直噴エンジンに関し、特に、エンジン冷間時における触媒活性化促進を図る火花点火式直噴エンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、燃費向上を図る等のため、燃料を直接筒内に噴射する直噴エンジンが採用されている。こうした直噴エンジンによると、圧縮比を高くでき、エンジン効率を高めることができる。また、吸入吸気量に関わらず燃料噴射量を自由に調整できる。

【0003】

50

一方で、近年では、排気ガスのエミッション規制も強化されており、触媒の早期活性化を図ることも求められている。こうした触媒の早期活性化のためには、排気ガス温度を早期に昇温させることが必要であり、点火タイミングをできるだけ遅角することで、排気ガス温度を高めることが考えられる。

【0004】

しかし、点火タイミングを大幅に遅角させると、燃焼安定性が悪化してしまうため、この燃焼安定化を確保した上で、点火タイミングを遅角する技術が求められていた。

【0005】

そこで、下記特許文献1では、燃料噴射を、上死点を跨ぐタイミングで行なう主噴射と、吸気行程等のタイミングで行なう早期噴射の、前後二回に分けて行い、点火タイミングを上死点よりも大幅に遅角して、燃焼を行なわせるエンジン装置が提案されている。

10

【0006】

このように、燃料噴射を予め吸気行程等のタイミングで行うことで、噴射された燃料を、主噴射の噴射前に筒内に拡散させておけるため、主噴射の噴霧に点火されて、燃焼が開始したときには、筒内全体に相対的に緩慢な燃焼を生じさせることができ、燃焼を安定的に生じさせることができる。

【0007】

すなわち、筒内の状態を、点火プラグ周りに濃い混合気を位置させてその周囲には空気だけとする、いわゆる「成層状態」から、その周囲にも薄い混合気を位置させる、いわゆる「弱成層状態」にすることで、エンジンの燃焼状態を安定させるのである。

20

【0008】

なお、この特許文献1にも記載されているように、燃料を噴射するインジェクタは、マルチホール型インジェクタを用いることが考えられる。

【0009】

また、特許文献2には、エンジン冠面の凹部を、点火プラグの点火点を中心とした球曲面に形成したものが開示されている。このように凹部を球曲面にすることで、燃焼室を略球面形状とすることができ、常に均一かつ良好な燃焼状態を維持することができる。

【特許文献1】特開2006-250050号公報

【特許文献2】特開2007-154827号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、燃費向上を図るためには、エンジン効率を高めるように、圧縮比を高めることが行われる。この圧縮比を高める方法としては、ピストン冠面に、燃焼室のペントルーフ形状に沿うような、ペントルーフ形状の斜面を有する隆起部を設けることが考えられる。

【0011】

もっとも、特許文献1のエンジン装置のようにエンジン冷間時の触媒の早期活性化を考慮すると、点火タイミングの時期に、点火プラグ周りに濃い混合気を滞留させる必要があるため、この隆起部の点火プラグに対応する位置に、特許文献2と同様に、凹状のキャビティを形成することで、このキャビティを燃焼空間とすることが考えられる。

40

【0012】

ここで、特許文献1のエンジン装置においては、燃料の主噴射を点火プラグに向かって噴射するように構成しているが、噴霧タイミングの時期から点火タイミングの時期までの時間が少しでもズレると、着火性が悪化して、安定した燃焼状態を得られないおそれがある。

【0013】

そこで、凹状のキャビティに向かって燃料を噴射して、少しの期間、噴霧を滞留させることで、できるだけ長期間、点火プラグ周りに噴霧（濃い混合気）を位置させることが考えられる。

50

【 0 0 1 4 】

しかし、マルチホール型インジェクタを用いた場合には、噴射される噴霧が複数あり、様々な方向に向って噴射されるため、どのように、これらの噴霧を効果的にキャビティ内に入れるかが問題となる。

【 0 0 1 5 】

ここで、例えば、上方に位置する第 1 噴口から噴射される第 1 噴霧を、キャビティに直接噴射すると共に、その下方に位置する第 2 噴口から噴射される第 2 噴霧を、キャビティの手前の隆起部の斜面に衝突させて、その衝突後に、第 1 噴霧の通過によって生じた負圧を利用して、第 2 噴霧をキャビティ内に引き込むことが考えられる。こうすることで、第 1 噴霧のみならず第 2 噴霧もキャビティに入れることが可能となる。

10

【 0 0 1 6 】

もっとも、このように、第 1 噴霧の通過によって生じた負圧を利用して、第 2 噴霧をキャビティ内に引き込むとしても、発生する負圧の状態が一定でないため、第 2 噴霧が確実にキャビティ内に引き込まれない可能性もある。

【 0 0 1 7 】

また、燃焼終了後の排気行程においては、吸気弁の開放期間と排気行程の開放期間をオーバーラップさせて、筒内に入ってくる吸気を利用して筒内の排気ガスを完全に掃気することが多く行なわれるが、前述のように高圧縮比を得るために隆起部を設けた場合には、吸気の流れを阻害して、この掃気作用を十分に行なえないという問題もある。

【 0 0 1 8 】

20

そこで、本発明は、エンジン冷間時における触媒活性化促進を図る火花点火式直噴エンジンにおいて、エンジンの圧縮比を高い状態で維持しつつ、キャビティ内に多くの噴霧を確実に入れて滞留させるようにして、エンジン冷間時の燃焼状態を安定させて、さらに、排気時の掃気性能も確保することができる火花点火式直噴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】

【 0 0 1 9 】

この発明の火花点火式直噴エンジンは、燃焼室天井壁の周縁の吸気ポート開口の間に、斜め下方に複数の噴霧を噴射する多噴口を設けたインジェクタを備え、燃焼室天井壁の中央部に点火プラグを備えた火花点火式直噴エンジンであって、ピストン冠面には、ペント

ルーフ状の隆起部を形成する共に、前記点火プラグに対応するように凹状のキャビティを形成して、前記インジェクタには、正面視で上側に位置する第 1 噴霧を噴射する第 1 噴口と、第 1 噴霧の下側に位置する 2 つの第 2 噴霧を噴射する 2 つの第 2 噴口とを備えており、前記第 1 噴口の噴射方向を、平面視で第 1 噴霧がキャビティを指向するように設定して、前記 2 つの第 2 噴口の噴射方向を、平面視で 2 つの第 2 噴霧が前記第 1 噴霧の左右両側にそれぞれ位置するように設定して、前記隆起部のインジェクタ側の基本斜面には、平面視で前記吸気ポートの投影面と重なり、前記 2 つの第 2 噴霧が衝突する一段低い第 2 の斜面を形成して、該第 2 の斜面が前記キャビティに繋がるように形成する共に、圧縮行程後半の所定期間に燃料を噴射することで、第 1 噴霧がキャビティに入るように、第 2 噴霧が第 2 の斜面に衝突するように設定したものである。

30

40

【 0 0 2 0 】

上記構成によれば、ピストン冠面にペントルーフ状の隆起部を形成することで、エンジンの圧縮比を高めることができる。また、エンジン冷間時には、第 1 噴霧がキャビティに向かって噴射されて、2 つの第 2 噴霧が第 2 の斜面に衝突するように噴射されることで、2 つの第 2 噴霧が第 1 噴霧の通過によって発生した負圧によってキャビティ内に引き込まれる。さらに、第 2 の斜面がペントルーフ状の斜面よりも一段低く吸気ポートの投影面と重なって形成されているため、この第 2 の斜面を利用して、掃気する吸気を排気側に流し易くできる。

このため、エンジンの圧縮比を高めることができつつも、エンジン冷間時には、第 1 噴霧のみならず、第 2 の斜面に衝突した 2 つの第 2 噴霧も、キャビティ内に確実に入れるこ

50

とができる。また、この第2の斜面を利用して、エンジンの排気行程における掃気性能も向上することができる。

【0021】

この発明の一実施態様においては、前記第2の斜面を形成することで、キャビティ周縁部の高さを、インジェクタ側を反インジェクタ側よりも低く設定したものである。

上記構成によれば、キャビティ周縁部の高さが、インジェクタ側を反インジェクタ側よりも低くなっているため、第1噴霧と第2噴霧が、キャビティ内に入り易く、且つ出にくいようになる。

このため、第2の斜面を利用して第2噴霧をキャビティ内に入れ易くしつつも、多くの噴霧をキャビティ内に留めることができる。

よって、より多くの濃い混合気を、確実に点火プラグ周りに位置させることができる。

【0022】

この発明の一実施態様においては、前記第2の斜面には、平面視における左右2つの第2噴霧が衝突する部位の外側に前記基本斜面との段差によって形成されて、衝突後の第2噴霧をキャビティ中央側に案内するガイド壁を設けたものである。

上記構成によれば、第2の斜面に、衝突後の第2噴霧をキャビティ中央側に案内するガイド壁を設けたことで、左右2つの第2噴霧を、キャビティ中央側に案内することができる。

よって、左右に位置する2つの第2噴霧を、確実にキャビティ内に案内することができ、より多くの噴霧をキャビティ内に入れることができる。

【0023】

この発明の一実施態様においては、正面視で第2噴霧の下側に位置する第3噴霧を噴射する第3噴口を設け、圧縮行程後半の前期所定期間に燃料を噴射して、第3噴霧が第2の斜面に衝突するように設定したものである。

上記構成によれば、第3噴口から噴射した第3噴霧を、第2の斜面に衝突させることで、第3噴霧に対してもガイド壁でキャビティの中央側に案内することができる。

よって、さらに多くの噴霧を、キャビティ内に案内することができ、より多くの濃い混合気を点火プラグ周りに位置させることができる。

【0024】

この発明の一実施態様においては、所定期間の燃料噴射終了時期を、圧縮行程の3/4以降に設定すると共に、前記点火プラグの点火時期を、上死点後に設定したものである。

上記構成によれば、ピストンが上死点近傍に位置するときに、燃料を噴射することで、ピストン冠面に正確に噴霧を衝突させることができ、第1噴霧と第2噴霧等をより正確にキャビティ内に入れることができる。このため、点火プラグの点火時期を上死点後に設定して、点火タイミングを遅らせたとしても、点火プラグ周りに濃い混合気を滞留させることができるため、エンジンの燃焼性を確保することができる。

よって、点火タイミングを遅角して燃焼させることが可能となり、排気ガス温度を昇温することができる。

【0025】

この発明の一実施態様においては、前記圧縮行程の燃料噴射に加えて、吸気行程でも燃料噴射を行なうものである。

上記構成によれば、吸気行程でも燃料噴射を行なって、二分割噴射とすることにより、筒内をいわゆる弱成層化することができる。

よって、点火タイミングを遅角して燃焼させる場合の燃焼安定性を高めることができ、より確実に排気ガス温度を昇温することができる。

【発明の効果】

【0026】

この発明によれば、エンジンの圧縮比を高めることができつつも、エンジン冷間時には、第1噴霧のみならず、第2の斜面に衝突した2つの第2噴霧も、キャビティ内に確実に

10

20

30

40

50

入れることができる。また、この第２の斜面を利用して、エンジンの排気行程における掃気性能も向上することができる。

よって、本発明は、エンジン冷間時における触媒活性化促進を図る火花点火式直噴エンジンにおいて、エンジンの圧縮比を高い状態で維持しつつ、キャピティ内に多くの噴霧を確実に入れて滞留させるようにして、エンジン冷間時の燃焼状態を安定させて、さらに、排気時の掃気性能も確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下、図面に基づいて本発明の実施形態について詳述する。

図１は本発明を採用した実施形態の火花点火式直噴エンジンの概略構成図である。

10

この図１に示すように、このエンジンＥは、いわゆる４サイクルのレシプロエンジンであり、クランクシャフト１を回転自在に支持するシリンダブロック２と、シリンダブロック２の上部に配置されたシリンダヘッド３とで一体的に構成している。またこのシリンダブロック２とシリンダヘッド３には、複数の気筒４を設けている。

【００２８】

各気筒４には、コンロッド５を介してクランクシャフト１に連結されたピストン６と、ピストン上方に形成される燃焼室７とを設けている。

【００２９】

シリンダヘッド３の下面には、気筒４毎に燃焼室７の天井壁部８を形成している。この天井壁部８は、中央部分からシリンダヘッド３下端まで延びる２つの対向する傾斜面８ａ、８ｂを有する、いわゆるペントルフ型となっている。

20

【００３０】

前記燃焼室７の天井壁部８には、各々独立した２つの吸気ポート９と排気ポート１０が設けられ、吸気弁１６、排気弁１７の４弁構成としている。

【００３１】

燃焼室７の側縁部には、燃料供給システムに接続されているマルチホール型インジェクタ１１が斜め下方を向いて設置されている。このマルチホール型インジェクタ１１は、燃料供給システム１２がコントロールユニット１３からの燃料噴射パルスを受けることにより、このパルス幅に対応する燃料を燃焼室７に噴射するように構成されている。

なお、このマルチホール型インジェクタ１１の詳細構造については、後述する。

30

【００３２】

また、各気筒４には、シリンダヘッド３に固定されて、燃焼室７内に電極を臨ませて配置される点火プラグ１４を設けている。この点火プラグ１４は、燃焼室７の略中央位置に配置している。点火プラグ１４には、電子制御による点火タイミングのコントロール可能な点火回路１５が接続されており、この点火回路１５によって制御されるようになっている。

【００３３】

各気筒４の吸気弁１６及び排気弁１７には、それぞれタペットユニット１８、１９が設けられている。このタペットユニット１８、１９は、シリンダヘッド３に設けられた動弁機構のカム軸のカム２０、２１によって、周期的に駆動されるように構成している。

40

【００３４】

エンジンＥの吸気ポート９には、インテークマニホールドの分岐吸気管２２が接続されている。分岐吸気管２２は気筒毎に設けられており、それぞれがインテークマニホールドに等長の吸気経路を形成した状態で接続されている。

【００３５】

次に、排気ポート１０には、各気筒に２つ一組で形成された二股状の分岐排気管２３が接続されている。各分岐排気管２３の下流側には、排気ガスの浄化を行なう触媒コンバータ２４を設置している。この触媒コンバータ２４には、触媒温度を検出する触媒温度センサ２５を設けており、活性化温度まで触媒が昇温したか否かを検出するようにしている。

【００３６】

50

コントロールユニット 13 は、CPU 等で構成しており、図示しない入力センサ（クランク角センサ等）や前述の触媒温度センサ 25 等の入力要素と、前述した燃料供給システム 12 や点火回路 15 等の出力要素と接続することにより、エンジンの運転状態を制御するように構成している。

【0037】

図 2 はマルチホール型インジェクタとピストンと点火プラグの詳細構造を示した斜視図であり、図 3 は（a）ピストン冠面の平面図と（b）ピストン冠面の A - A 線矢視断面図である。

図 2 に示すように、マルチホール型インジェクタ 11 は、先端の噴射面 11a が斜め下方に向くように設置しており、ピストン 6 の冠面 30 側に向けて複数の噴霧 G を噴射するように構成している。

10

【0038】

このマルチホール型インジェクタ 11 の噴射面 11a には、6 つの噴口 40 ... を設けている。具体的には、噴射面詳細図に示すように、上段中央に第一噴口 40a を、二段目左右両側に第二噴口 40b と第三噴口 40c を、三段目左右両端に第四噴口 40d と第五噴口 40e を、下段中央に第六噴口 40f を、それぞれ並ぶように設けている。

【0039】

このように、各噴口 40 ... を設けることで、各噴口 40 から噴射される噴霧 G は、斜め下方に向かって、筒内に満遍なく均等に噴射される。このため、通常運転時の均質燃焼時には、全筒内全てに燃料が行き渡り、効率的に燃焼させることができる。

20

【0040】

また、後述するように、エンジン冷間時には、噴射タイミングを適切に制御することで、弱成層状態を筒内（4）に生成することができる。

ここで、弱成層状態とは、点火プラグ周りの混合気の濃度を濃くして、その周囲の混合気を薄くなるように、筒内（4）の混合気比率を設定した状態をいう。

【0041】

また、各噴口 40 ... は、極小の径（例えば、0.1mm 程度）で形成されており、この径や向き等によって、各噴口 40 ... からの噴射量や指向方向が決定される。

【0042】

この各噴口 40 ... の指向方向は、各噴口 40 ... の位置に対応して設定されており、第一噴口 40a からの第一噴霧 G a が最も上方を指向して、第二噴口 40b からの第二噴霧 G b と、第三噴口 40c からの第三噴霧 G c がその下方で左右方向を指向して、第四噴口 40d からの第四噴霧 G d と、第五噴口 40e からの第五噴霧 G e が、さらにその下方で左右外方側を指向して、第六噴口 40f からの第六噴霧 G f が最も下方で中央を指向するように設定されている。なお、第一噴霧 G a は、図 2 にも示すように、点火プラグ 14 の電極 14a に燃料が付着しないように、電極 14a よりも下方位置を指向するように設定されている。

30

【0043】

この実施形態のピストン 6 は、ピストン冠面 30 にクランク軸方向に沿って対向する一対の傾斜面 31a, 31b を有する隆起部 31 を形成している。この隆起部 31 の傾斜面 31a, 31b は、前述した燃焼室 7 のペントルフ型の天井壁部 8 に沿うように、ペントルフ形状で傾斜するように形成している。

40

【0044】

また、隆起部 31 の両側方には、ピストン冠面 30 の基準面となる水平面部 32, 33 をそれぞれ設けている。そして、この水平面部 32, 33 には、吸気弁 16 と排気弁 17 にそれぞれ対応するように、吸気弁リセス 32a と排気弁リセス 33a を形成している。

【0045】

この隆起部 31 の中央には、平面視略円形の凹状キャビティ 34 を形成している。この凹状キャビティ 34 は、略半球面状に形成された内周面 35 と、略水平面状に形成された平底面 36 とを備えており、ピストン 6 が上死点に位置した際には、点火プラグ 14 の電

50

極 1 4 a を中心とした略球状の燃焼空間を構成するようにしている。

【 0 0 4 6 】

このように、凹状キャビティ 3 4 を形成して、略球面状の燃焼空間を構成することで、圧縮比が極めて高いエンジンにすることができ、エンジン効率を高めることができる。

【 0 0 4 7 】

図 3 (a) に示すように、吸気側の傾斜面 3 1 a には、噴霧を受ける受け面 3 7 を形成している。この受け面 3 7 は、一段凹んだ平面視略ひょうたん形状の凹部で形成している。

【 0 0 4 8 】

この受け面 3 7 の上部の一部を、凹状キャビティ 3 4 にかかるように形成することで、図 3 (b) に示すように、凹状キャビティ 3 4 のインジェクタ側上縁端 3 4 a が、反インジェクタ側上縁端 3 4 b よりも低くなるように形成している。

このため、後述するように、インジェクタ 1 1 から噴射された噴霧 (G a) が、凹状キャビティ 3 4 内に、入り易く、且つ出にくいようになる。

【 0 0 4 9 】

なお、図 3 (a) に示すように、隆起部 3 1 の凹状キャビティ 3 4 の両側の頂部分には上面部 3 8 , 3 8 を形成している。この上面部 3 8 , 3 8 は、外側端をやや下げた傾斜面で構成している。こうすることで、後述するように、ピストン 6 が上死点にある場合でも、筒内 (4) 上部に、吸気側と排気側を連通する連通空間を形成することができる。

【 0 0 5 0 】

次に、図 4、図 5、図 6 により、エンジン冷間時におけるエンジン運転状態 (燃料噴射状態) を説明する。図 4 はエンジン冷間時の燃料噴射タイミングと点火タイミングのタイムチャートであり、図 5 は吸気行程での燃料噴射状態を示す側面図であり、図 6 は圧縮行程での燃料噴射状態を示す側面図である。

【 0 0 5 1 】

コントロールユニット 1 3 で制御されるマルチホール型インジェクタ 1 1 と点火プラグ 1 4 は、エンジン冷間時には、図 4 のタイムチャートに示すように制御される。

【 0 0 5 2 】

すなわち、触媒温度センサ 2 5 等でエンジン冷間状態を検出した際には、燃料噴射タイミングが吸気行程で 1 回、圧縮行程で 1 回の合計 2 回に設定され、1 サイクル当りの燃料噴射が 2 分割で行われる。

【 0 0 5 3 】

具体的には、例えば、クランク角度 8 0 度 (以下、「 $^{\circ}$ C A 」とする) に一回目の燃料噴射 F 1 が終了して、 325° C A に二回目の燃料噴射 F 2 が終了するように設定している。なお、各噴射パルスの幅 w_1 , w_2 は、各噴射タイミングにおける燃料噴射量に比例するように設定しており、この二回の燃料噴射量の合計が、ほぼ理論空燃比となるような燃料噴射量に設定している。

【 0 0 5 4 】

このように、二分割で燃料を噴射することにより、まず、一回目の燃料噴射 F 1 によって、燃料を早期に筒内で気化霧化でき、その後、二回目の燃料噴射 F 2 で、点火プラグ 1 4 周りに、混合気の濃いリッチな層を形成できる。すなわち、このような二分割の噴射タイミングによって、筒内をいわゆる弱成層化することができるのである。

【 0 0 5 5 】

そして、その後、上死点 (T D C) を経過した後、 380° C A (= 排気行程の 20° C A) で点火プラグ 1 4 を点火している。すなわち、排気行程に入る時期まで点火タイミング S を遅角しているのである。

【 0 0 5 6 】

このように、点火タイミング S を遅角することで、エンジン E の燃焼エネルギーが熱エネルギーに多く使われることになり、排気ガス温度が高いまま、排気ガスが排気側に排出されることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

このため、触媒コンデンサ 2 4 には、温度の高い排気ガスが供給されて、早期に触媒コンデンサ 2 4 の温度を上昇させることができ、触媒を活性化することができる。

よって、エンジン始動時等に早期に排気ガスを浄化することができる。

【 0 0 5 8 】

なお、点火プラグ 1 4 の点火タイミング S を遅角すると、燃焼状態が不安定になり、燃焼が確実に生じないおそれがある。しかし、本実施形態では、筒内 (4) を確実に弱成層化しているため、点火タイミング S が大幅に遅角したとしても、安定した燃焼状態を得ることができる。

【 0 0 5 9 】

図 5 に示すように、吸気行程での燃料噴射 (一回目の燃料噴射 F 1) では、最下部の第六噴口 4 0 f から噴射された第六噴霧 G f が、ピストン冠面 3 0 の凹状キャビティ 3 4 に入るように設定されている。すなわち、最も下方に指向する第六噴霧 G f が、筒内 4 の側壁面 4 a (ライナー) に到達 (付着) することなく、ピストン冠面 3 0 に指向するように噴射されるのである。

【 0 0 6 0 】

このように、第六噴霧 G f がピストン冠面 3 0 を指向するように、燃料が噴射されることで、筒内 4 で最も温度が低い側壁面 4 a (ライナー) の下部 4 a 1 に、燃料が付着することがなく、吸気行程での燃料の気化霧化を促進することができる。このため、排気ガスに未燃ガスである H C が含有されることを防ぐことができる。

【 0 0 6 1 】

また、90 ° C A 近傍で燃料を噴射することで、ピストンスピードが最も速く、筒内流動が最も大きい時期に、燃料を噴射することになるため、気化霧化をより促進することができる。

【 0 0 6 2 】

図 6 に示すように、圧縮行程での燃料噴射 (二回目の燃料噴射 F 2) では、最上部の第一噴口 4 0 a から噴射された第一噴霧 G a がピストン冠面 3 0 の凹状キャビティ 3 4 を指向するように設定されている。すなわち、最も上方に指向する第一噴霧 G a が、凹状キャビティ 3 4 の内周面 3 5 に指向するように設定されているのである。

【 0 0 6 3 】

一方、第二噴霧 G b や第三噴霧 G c は、凹状キャビティ 3 4 手前の傾斜面 3 1 a (具体的には受け面 3 7) に指向するように設定されている。もっとも、このように、第二噴霧 G b、第三噴霧 G c が受け面 3 7 に指向しても、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は凹状キャビティ 3 4 内に入ることになる。すなわち、受け面 3 7 に衝突して勢いが弱まった第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は、第一噴霧 G a が通過した後に発生する負圧によって、凹状キャビティ 3 4 内に引き込まれるのである。

【 0 0 6 4 】

この引き込み挙動について、図 7 の模式図を利用して説明する。図 7 の (a) は噴射直後の側面模式図、(b) はその後の側面模式図である。

【 0 0 6 5 】

(a) に示すように、第一噴霧 G a は、凹状キャビティ 3 4 の略半球面状の内周面 3 5 に、指向するように噴射される。

このため、第一噴霧 G a は、(b) に示すように、内周面 3 5 の円弧状傾斜面 3 5 a に案内されて、上方にスムーズに反転して、点火プラグ 1 4 側 (天井壁部 8 側) に向かうことになる。

【 0 0 6 6 】

一方、(a) に示すように、第二噴霧 G b (第三噴霧 G c) は、受け面 3 7 に指向するように噴射される。

このため、第二噴霧 G b (第三噴霧 G c) は、受け面 3 7 に衝突して勢いが弱まり、受け面 3 7 の上方を漂うことになる。しかし、(b) に示すように、第一噴霧 G a が通過し

10

20

30

40

50

た後には、凹状キャビティ 3 4 内に引き込む負圧が発生しているため、第二噴霧 G b (第三噴霧 G c) は、この負圧によって、凹状キャビティ 3 4 内に引き込まれるのである。

【 0 0 6 7 】

このように、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c が凹状キャビティ 3 4 に引き込まれることで、点火プラグ 1 4 周りに、濃い混合気を多く位置させることができる。

【 0 0 6 8 】

そして、第一噴霧 G a だけでなく、第二噴霧 G b や第三噴霧 G c も、凹状キャビティ 3 4 内に引き込むことで、より多くの混合気を点火プラグ 1 4 周りに位置させることができる。

【 0 0 6 9 】

また、図 8 の噴射状態を示した平面図にも示すように、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は、傾斜面 3 1 a から一段凹んだ受け面 3 7 に噴射されるため、側方側 (ライナー側) に漏れることがなく、確実に凹状キャビティ 3 4 内に案内されることになる。

【 0 0 7 0 】

すなわち、受け面 3 7 と傾斜面 3 1 a との間には、段差によって形成されたガイド壁 3 7 a , 3 7 b を、キャビティ中央側を向いて傾斜 (インジェクタ軸線に対する傾斜角 α) するように設けているため、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c が凹状キャビティ 3 4 内に案内されるのである。

【 0 0 7 1 】

さらに、この受け面 3 7 には、第四噴霧 G d と第五噴霧 G e も衝突するように噴射している。このため、第四噴霧 G d も第五噴霧 G e も、ガイド壁 3 7 a , 3 7 b によって、凹状キャビティ 3 4 に案内されることになる。

【 0 0 7 2 】

特に、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c について、その指向方向 (延長線を一点鎖線で示す) を、平面視で凹状キャビティ 3 4 に重なるように設定しているため、前述の負圧による引き込み効果をより生じ易くしている。

【 0 0 7 3 】

図 9 ~ 図 1 2 は、この実施形態の噴射状態のシミュレーション図である。図 9 は 325° C A のシミュレーション図、図 1 0 は 340° C A のシミュレーション図、図 1 1 は 350° C A のシミュレーション図、図 1 2 は 360° C A のシミュレーション図である。また、各図において、(a) が第一噴霧の噴射状態、(b) が第二噴霧と第三噴霧の噴射状態、(c) が第一噴霧の噴霧状態と第二噴霧と第三噴霧の噴霧状態を組み合わせたものである。そして、上段が平面図、下端が側面図である。また、各ドットが噴霧の液滴である。

【 0 0 7 4 】

図 9 に示すように、噴射完了直後の 325° C A では、(a) のように、第一噴霧 G a は、凹状キャビティ 3 4 内に噴射される。また、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は、(b) のように受け面 3 7 に反射して上方に漂うようになっている。このため、(c) のように、インジェクタ側には、多くの液滴が位置することになる。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 に示すように、その後の 340° C A では、(a) のように、第一噴霧 G a は、凹状キャビティ 3 4 内の内周面 3 5 に当接して上方に案内される。また、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は、(b) のように、第一噴霧 G a が通過した際に生じる負圧によって、凹状キャビティ 3 4 内 (図面では上方) に引き込まれる。このため、(c) のように、点火プラグ 1 4 の周りには、多くの液滴が位置することになる。

【 0 0 7 6 】

図 1 1 に示すように、その後の 350° C A では、(a) のように、第一噴霧 G a は、凹状キャビティ 3 4 の一方側に偏る。また、第二噴霧 G b と第三噴霧 G c は、(b) のように、凹状キャビティ 3 4 を中心に広がる。このため、(c) のように、点火プラグ 1 4 の周りには、液滴が位置することになる。なお、図 1 0 よりも、液滴が減少しているのは

10

20

30

40

50

、液滴が順調に蒸発（気化）しているからである。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 に示すように、上死点の位置である 360°CA では、(a) に示すように、第一噴霧 $G a$ は、凹状キャビティ 3 4 の一方側に偏った状態で気化している。また、第二噴霧 $G b$ と第三噴霧 $G c$ は、(b) のように、全体に広がって気化する。このため、(c) のように、液滴は、一部凹状キャビティ 3 4 の一方側に偏った状態で位置するものの、ほとんど気化することになる。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 は、この 360°CA での点火プラグ周りの混合気の空燃比 (A / F) の分布状態を示した図である。この図で、 R の領域は最もリッチな領域、 L の領域は最もリーンな領域を示している。

10

この図に示すように、 360°CA においても、混合気の空燃比は、比較的バラついており、点火プラグ 1 4 よりもインジェクタ側の方に、濃い混合気 (R) が存在することになる。また、点火プラグ 1 4 から離間した反インジェクタ側にも、濃い混合気 (R) が存在する。そして、薄い混合気 (L) が広い範囲に存在することになる。

【 0 0 7 9 】

一方、図 1 4 は、点火タイミング直前の 380°CA での点火プラグ周りの混合気の空燃比 (A / F) の分布状態を示した図である。

この図に示すように、 380°CA になると、混合気の空燃比は、点火プラグ 1 4 周りに多くのやや濃い混合気 (R) が存在しつつも、全体的に混合気の空燃比は均等化されることになる。これによって、点火プラグ 1 4 による着火性能を高めることができる。

20

【 0 0 8 0 】

以上のように、燃料を気化霧化して着火性能を高めているため、点火タイミング S を遅らせたとしても、確実に混合気を燃焼させることができ、排気ガスの温度を高めることができる。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 5 ~ 図 1 7 により、エンジン排気時の掃気性能について説明する。図 1 5 の (a) が排気時の掃気作用を説明する吸排気弁のバルブリフトタイミングを示したグラフ、(b) が排気時の吸排気弁の作動状態断面図、図 1 6 が吸排気ポート等も重ねて示したピストンの平面図、図 1 7 の (a) が図 1 6 の $B - B$ 線の矢視断面図、(b) が図 1 6 の $C - C$ 線の矢視断面図である。

30

【 0 0 8 2 】

エンジンの排気行程においては、燃焼ガスを筒内から完全に排出することで、次の吸気行程で多くの新しい空気を取り入れることが求められる。このため、この実施形態では、筒内に入ってくる吸気を使って燃焼ガスを完全に掃気する掃気作用を用いる。

【 0 0 8 3 】

具体的には、図 1 5 (a) のグラフに示すように、排気弁の開放期間の後半と、吸気弁の開放期間の前半が重なる (ラップ) ように、各バルブリフトタイミングを設定することで、吸気弁開放時に入ってくる吸気を利用して、筒内に残る残留ガス (燃焼ガス) を排気側に排出している。

40

【 0 0 8 4 】

すなわち、図 1 5 (b) に示すように、吸気弁 1 6 と排気弁 1 7 が共に開放している状態では、吸気ポート 9 から筒内 4 に新しい空気が流入してくるため、この新しい空気を利用して、ピストン 6 上方の空気を排気側に流すことで、筒内 (4) に残余している燃焼ガスを排気側に排出するのである。

【 0 0 8 5 】

もっとも、このとき、ピストン冠面 3 0 には、圧縮比を高めるために隆起部 3 1 を設けているため、吸気ポート 9 から流れ出た吸気が隆起部 3 1 に阻害されて、排気ポート 1 0 側に流れ難くなり、掃気作用が十分に行えないおそれがある。

【 0 0 8 6 】

50

そこで、本実施形態では、図 16 に示すように、吸気ポート 9 の投影面内に重なるように、一段低い受け面 37 を形成している。この受け面 37 を、吸気ポート 9 の投影面内に重なるように設定することで、吸気ポート 9 から筒内 (4) に入ってくる新しい空気を入れ易くなり、凹状キャビティ 34 を通じて排気ポート 10 側に新しい空気を流し易くなる。

【0087】

具体的には、図 17 の (a) に示すように、受け面 37 が傾斜面 31a よりも一段低く形成されているため、吸気ポート 9 の下方には、ピストン 6 との間に受け面 37 分の隙間 W が形成されるため、この隙間 W から新しい空気を取り込むことができる。なお、この図で上方側に示しているのは、シリンダヘッド 3 の天井壁部 8 である。

10

【0088】

また、これと同時に、図 17 の (b) に示すように、隆起部 31 の上面部 8 を、外側を下方に傾斜させた傾斜面として構成しているため、シリンダヘッドの天井壁部 8 との間に、連通空間 X を構成している。

【0089】

このため、この連通空間 X においても、新しい空気を吸気側から排気側に流すことが可能となり、掃気性能を高めることができる。

【0090】

したがって、ピストン冠面 30 に隆起部 31 を形成しつつも、隆起部 31 の傾斜面 31a に受け面 37 等を設けることで、エンジンの掃気性能も十分に確保することができる。

20

【0091】

次に、このように構成した本実施形態の作用効果について説明する。

この実施形態では、マルチホール型インジェクタ 11 に、第一噴口 40a と第二噴口 40b、第三噴口 40c とを備えており、隆起部 31 のインジェクタ側の傾斜面 31a には、平面視で吸気ポート 9 の投影面と重なり、第二噴霧 Gb と第三噴霧 Gc が衝突する一段低い受け面 37 を形成して、この受け面 37 が凹状キャビティ 34 に繋がるように形成する共に、圧縮行程後半に燃料を噴射して、第一噴霧 Ga が凹状キャビティ 34 に入るように、第二噴霧 Gb が受け面 37 に衝突するようにしている。

【0092】

これにより、ピストン冠面 30 にペントルフ状の隆起部 31 を形成することで、エンジンの圧縮比を高めることができる。また、エンジン冷間時には、第一噴霧 Ga が凹状キャビティ 34 に向かって噴射されて、第二噴霧 Gb と第三噴霧 Gc が受け面 37 に衝突するように噴射されることで、第二噴霧 Gb と第三噴霧 Gc が第一噴霧 Ga の通過によって発生した負圧によって凹状キャビティ 34 内に引き込まれる。さらに、受け面 37 がペントルフ状の傾斜面 31a よりも一段低く吸気ポート 9 の投影面と重なって形成されているため、この受け面 37 を利用して、掃気する吸気を排気側に流し易くできる。

30

このため、エンジン E の圧縮比を高めることができつつも、エンジン冷間時には、第一噴霧 Ga のみならず、受け面 37 に衝突した第二噴霧 Gb、第三噴霧 Gc も、凹状キャビティ 34 内に確実に入れることができる。また、この受け面 37 を利用して、排気行程における掃気性能も向上することができる。

40

よって、エンジン冷間時における触媒活性化促進を図る火花点火式直噴エンジン E において、エンジン E の圧縮比を高い状態で維持しつつ、凹状キャビティ 34 内に多くの噴霧を確実に入れて滞留させるようにして、エンジン冷間時の燃焼状態を安定させて、さらに、排気時の掃気性能も確保することができる。

【0093】

また、この実施形態では、受け面 37 を形成することで、凹状キャビティ 34 の周縁の高さを、インジェクタ側上縁端 34a を、反インジェクタ側上縁端 34b よりも低く設定している。

これにより、第一噴霧 Ga と第二噴霧 Gb 等が、凹状キャビティ 34 内に入り易く、且つ出にくいようになるため、多くの噴霧を凹状キャビティ 34 内に留めることができる。

50

よって、より多くの濃い混合気を、確実に点火プラグ 14 周りに位置させることができる。

【0094】

また、この実施形態では、受け面 37 には、段差によって形成されたガイド壁 37a, 37b を、キャビティ中央側を向いて傾斜するように設けている。

【0095】

これにより、受け面 37 に、衝突後の第二噴霧 Gb、第三噴霧 Gc を、キャビティ中央側に案内するガイド壁 37a, 37b を設けたことで、左右の第二噴霧 Gb と第三噴霧 Gc を、凹状キャビティ 34 の中央側に案内することができる。

10

よって、第二噴霧 Gb と第三噴霧 Gc を、確実に凹状キャビティ 34 内に案内することができ、より多くの噴霧を、凹状キャビティ 34 内に入れることができる。

【0096】

また、この実施形態では、正面視で第二噴霧 Gb、第三噴霧 Gc の下側に位置する第四噴霧 Gd、第五噴霧 Gf を噴射する第四噴口 40d、第五噴口 40f を設け、圧縮行程後半の前期所定期間に燃料を噴射して、第四噴霧 Gd、第五噴霧 Gf が受け面 37 に衝突するように設定している。

これにより、第四噴口 40d、第五噴口 40f から噴射した第四噴霧 Gd、第五噴霧 Gf を、受け面 37 に衝突させて、ガイド壁 37a, 37b で凹状キャビティ 34 の中央側に案内できるため、第三噴霧 Gc についても、凹状キャビティ 34 内に入れることができる。

20

よって、さらに多くの噴霧を凹状キャビティ 34 内に案内することができ、より多くの濃い混合気を点火プラグ 14 周りに位置させることができる。

【0097】

また、この実施形態では、燃料噴射終了時期を、噴射終了時点が 345 °CA となるように設定すると共に、点火プラグ 14 の点火時期 (S) を、上死点後に設定している。

これにより、ピストン 6 が上死点近傍に位置するときに、燃料を噴射することで、ピストン冠面 30 に正確に噴霧を衝突させることができ、第一噴霧 Ga と第二噴霧 Gb 等をより正確に凹状キャビティ 34 内に入れることができる。そして、点火プラグ 14 の点火時期を上死点後に設定して、点火タイミング S を遅らせたとしても、点火プラグ 14 周りに濃い混合気を滞留させることができるため、エンジンの燃焼性を確保することができる。

30

よって、点火タイミングを遅角して燃焼させることが可能となり、排気ガス温度を昇温することができる。

【0098】

また、この実施形態では、圧縮行程の燃料噴射 (F2) に加えて、吸気行程でも燃料噴射 (F1) を行なうようにしている。

これにより、燃料噴射を、吸気行程と圧縮行程で行なう二分割噴射 (F1, F2) とすることにより、筒内 (4) をいわゆる弱成層化することができる。

よって、点火タイミングを遅角して燃焼させる場合の燃焼安定性を高めることができ、より確実に排気ガス温度を昇温することができる。

40

【0099】

したがって、より安定的な燃焼を得つつ、排気系の昇温を図ることができ、触媒の活性化を図ることができる。

【0100】

以上、この発明の構成と前述の実施形態との対応において、

この発明のインジェクタは、実施形態のマルチホール型インジェクタ 11 に対応して、以下、同様に、

キャビティは、凹状キャビティ 34 に対応し、

第 1 噴霧は、第一噴霧 Ga に対応し、

50

第 2 噴霧は、第二噴霧 G b , 第三噴霧 G c に対応し、
 第 3 噴霧は、第四噴霧 G d、第五噴霧 G e に対応し、
 基本斜面は、傾斜面 3 1 a に対応し、
 第 2 の斜面は、受け面 3 7 に対応するも、

この発明は、前述の実施形態に限定されるものではなく、あらゆる火花点火式直噴エンジンに適用する実施形態を含むものである。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 0 1 】

【図 1】本発明を採用した実施形態の火花点火式直噴エンジンの概略構成図。

【図 2】マルチホール型インジェクタとピストンと点火プラグの詳細構造を示した斜視図 10

。 【図 3】(a) ピストン冠面の平面図と (b) ピストン冠面の A - A 線矢視断面図。

【図 4】エンジン冷間時の燃料噴射タイミングと点火タイミングのタイムチャート。

【図 5】吸気行程での燃料噴射状態を示す側面図。

【図 6】圧縮行程での燃料噴射状態を示す側面図。

【図 7】(a) 噴射直後の側面模式図、(b) その後の側面模式図。

【図 8】噴射状態を示した平面図。

【図 9】3 2 5 ° C A のシミュレーション図。

【図 1 0】3 4 0 ° C A のシミュレーション図。

【図 1 1】3 5 0 ° C A のシミュレーション図。 20

【図 1 2】3 6 0 ° C A のシミュレーション図。

【図 1 3】3 6 0 ° C A での点火プラグ周りの混合気の空燃比 (A / F) の分布状態を示した図。

【図 1 4】3 8 0 ° C A での点火プラグ周りの混合気の空燃比 (A / F) の分布状態を示した図。

【図 1 5】(a) が排気時の掃気作用を説明する吸排気弁のバルブリフトタイミングを示したグラフ、(b) が排気時の吸排気弁の作動状態断面図。

【図 1 6】吸排気ポート等も重ねて示したピストンの平面図。

【図 1 7】(a) が図 1 6 の B - B 線の矢視断面図、(b) が図 1 6 の C - C 線の矢視断面図。 30

【符号の説明】

【 0 1 0 2 】

6 ... ピストン

1 1 ... マルチホール型インジェクタ

1 4 ... 点火プラグ

3 1 ... 隆起部

3 1 a ... 傾斜面

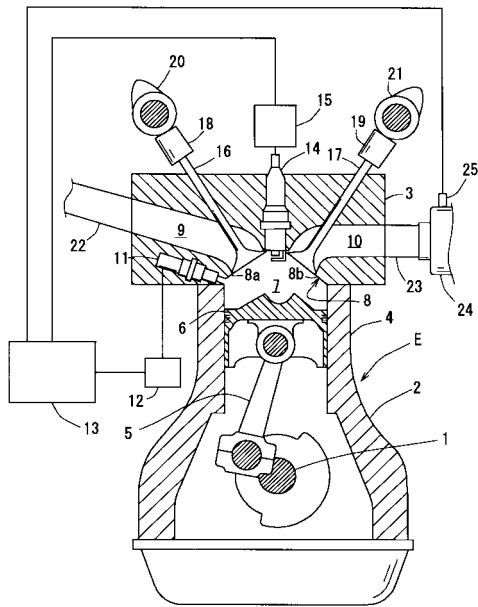
3 4 ... 凹状キャビティ

3 7 ... 受け面

4 0 ... 噴口

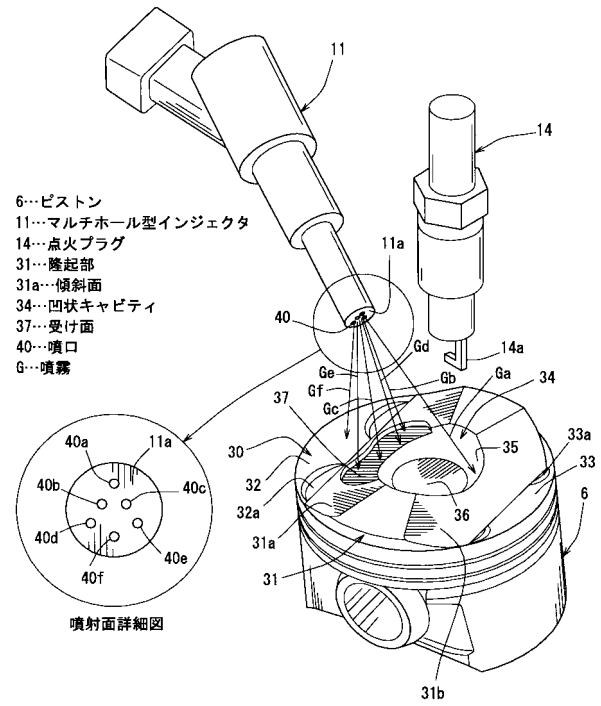
G ... 噴霧 40

【図 1】



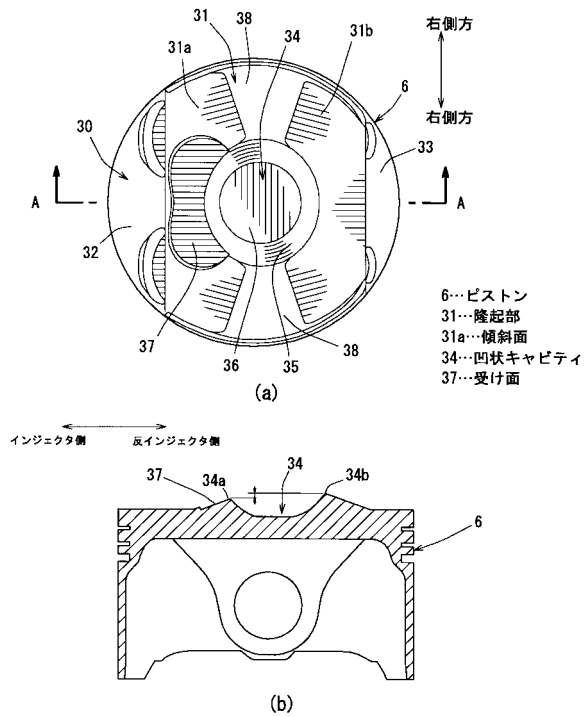
6…ピストン
11…マルチホール型インジェクタ
14…点火プラグ

【図 2】

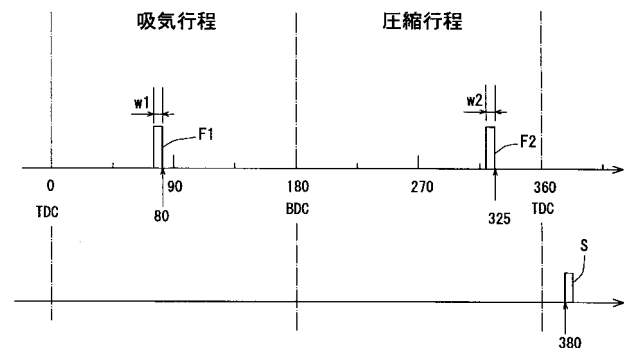


噴射面詳細図

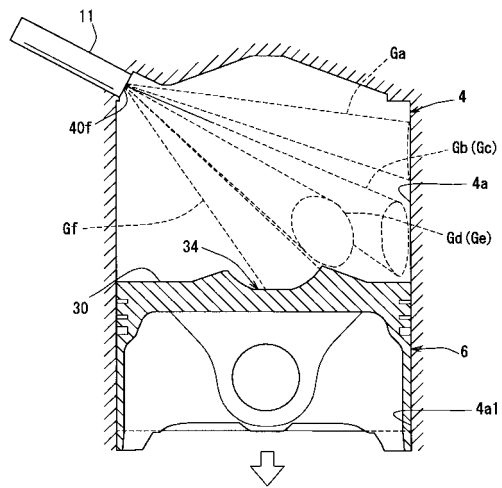
【図 3】



【図 4】

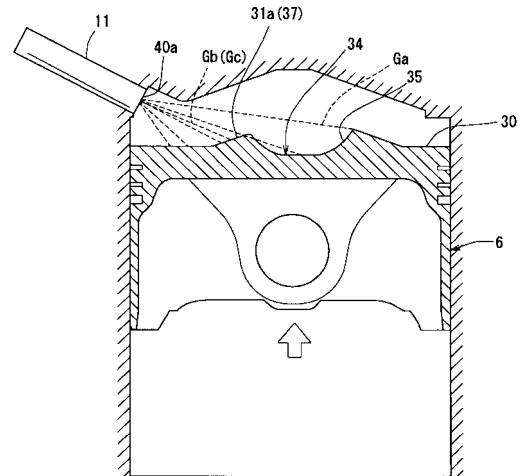


【図 5】



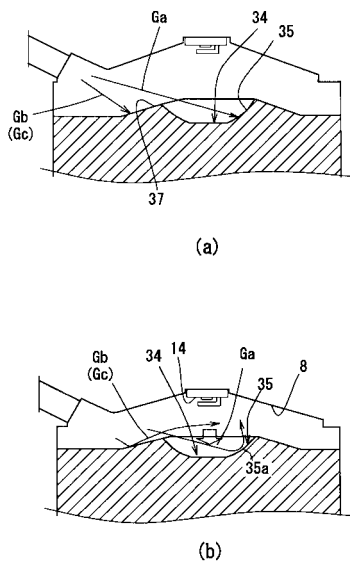
6…ピストン
11…マルチホール型インジェクタ
14…点火プラグ
34…凹状キャビティ
40…噴口
G…噴霧

【図 6】

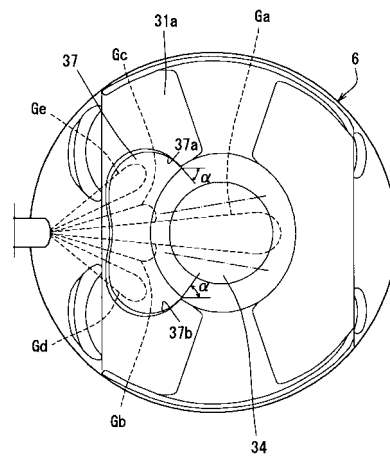


6…ピストン
11…マルチホール型インジェクタ
31…隆起部
31a…傾斜面
34…凹状キャビティ
37…受け面
40…噴口
G…噴霧

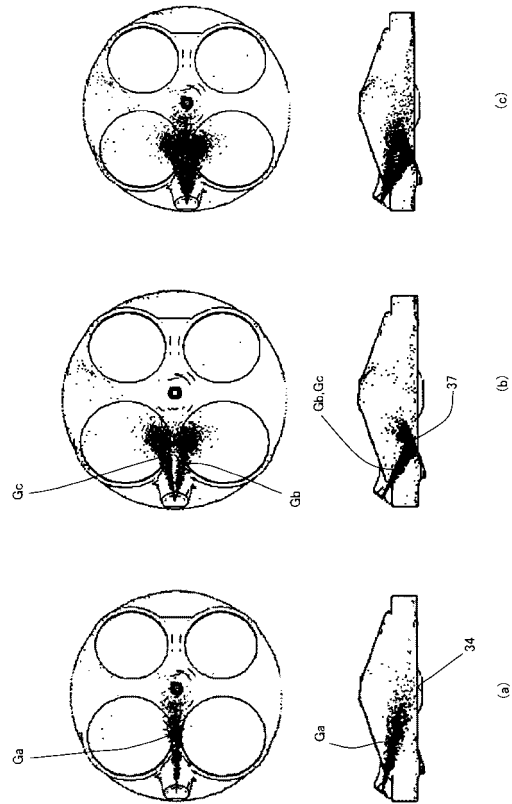
【図 7】



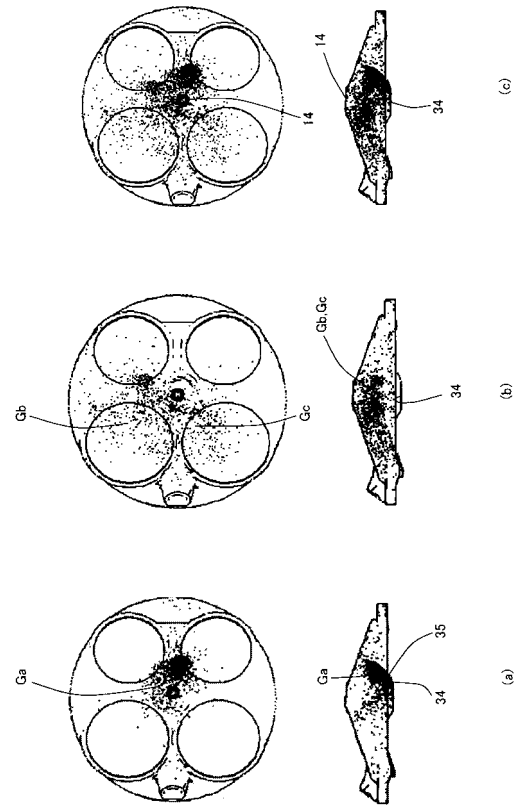
【図 8】



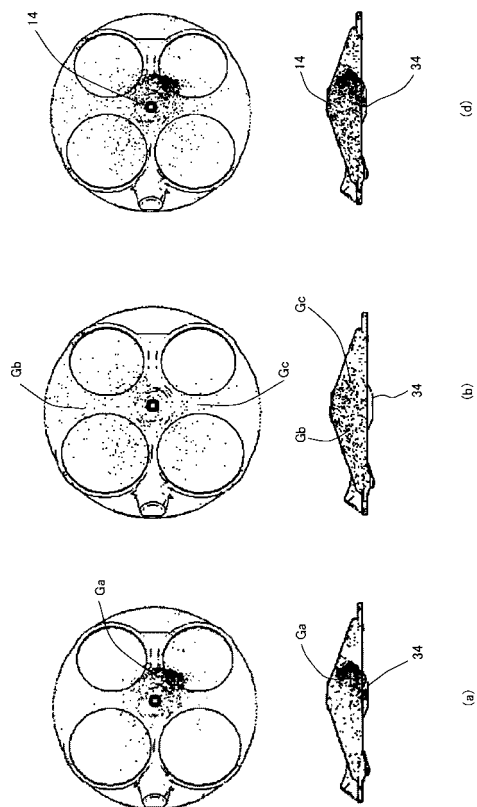
【図 9】



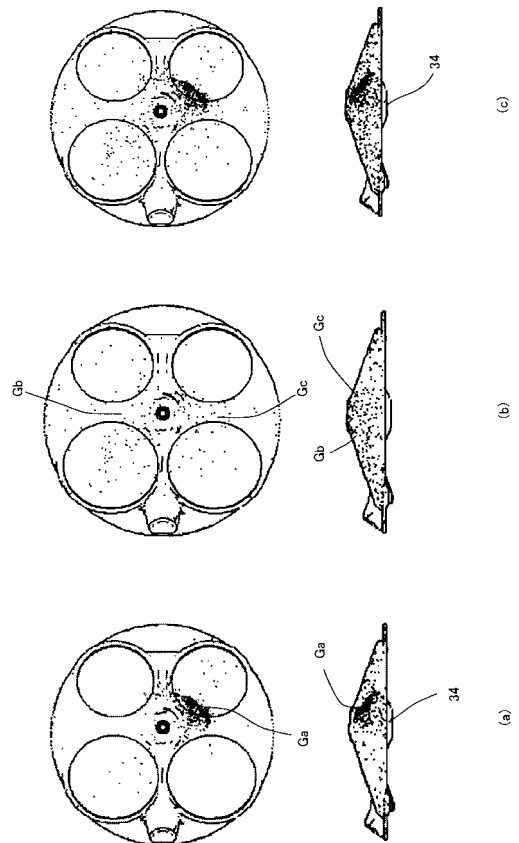
【図 10】



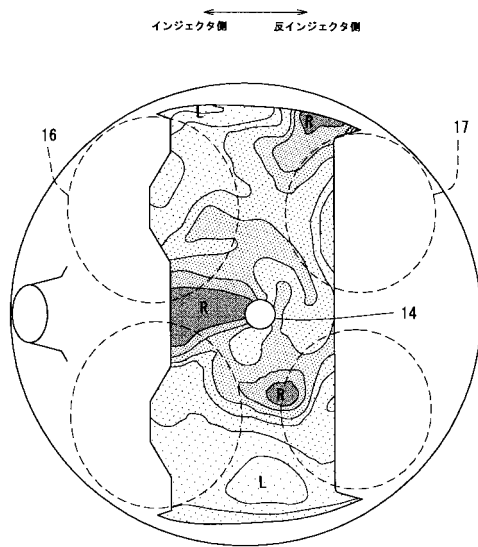
【図 11】



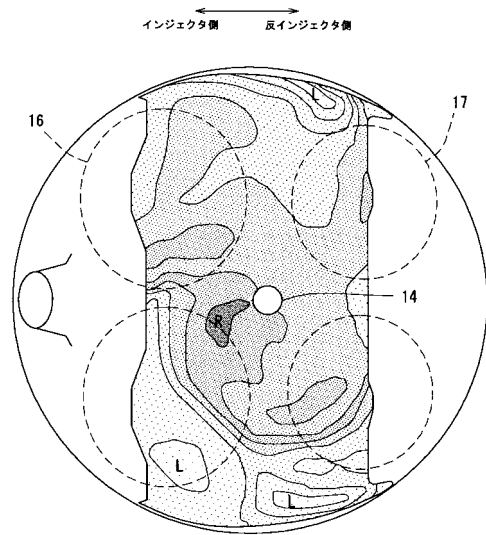
【図 12】



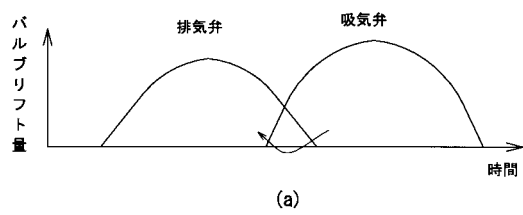
【図 13】



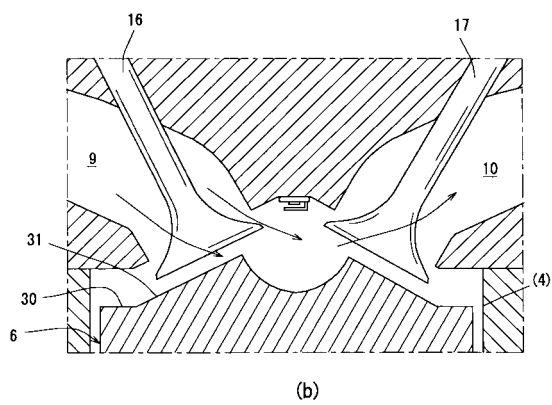
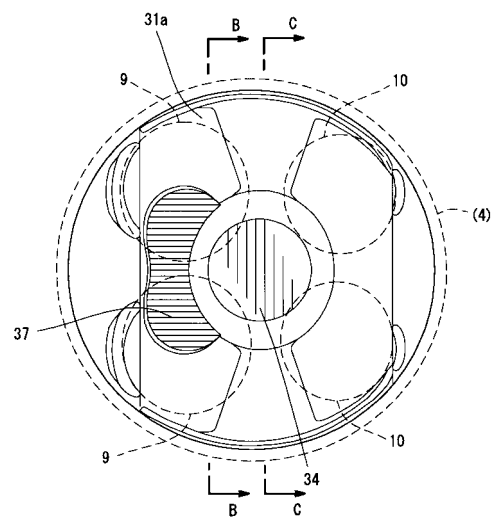
【図 14】



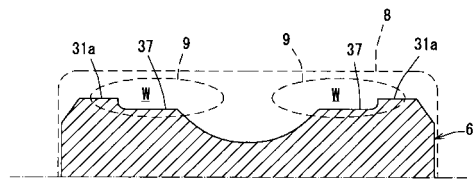
【図 15】



【図 16】

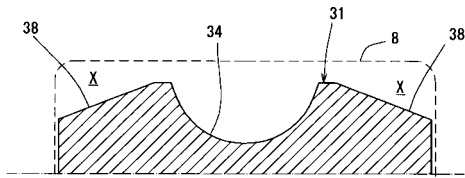


【図 17】



B-B断面

(a)



C-C断面

(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
	F 0 2 D 41/04	3 3 5 A
	F 0 2 D 43/00	3 0 1 B
	F 0 2 D 43/00	3 0 1 J

(72)発明者 西本 敏朗
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 渡辺 友巳
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 藤川 竜也
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 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

F ターム(参考) 3G023 AA04 AB03 AC04 AD02 AF01
3G301 HA01 HA04 JA24 JA25 JA26 KA02 MA11 MA18 ND01 PA10Z
PB03Z PB05Z PC08Z PD02Z PD12Z PE01Z PE08Z PE09Z
3G384 AA01 AA06 BA13 BA18 BA20 BA24 CA05 DA14 EA01 FA14Z
FA16Z FA28Z FA33Z FA40Z FA46Z FA52Z FA56Z FA86Z