

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4732505号
(P4732505)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.Cl.		F I		
FO2B 23/06	(2006.01)	FO2B 23/06		R
FO2D 41/38	(2006.01)	FO2B 23/06		L
FO2M 61/18	(2006.01)	FO2D 41/38		B
		FO2M 61/18	360J	

請求項の数 2 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2008-320910 (P2008-320910)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成20年12月17日(2008.12.17)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2009-281378 (P2009-281378A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年12月3日(2009.12.3)	(74) 代理人	100071870
審査請求日	平成21年9月25日(2009.9.25)		弁理士 落合 健
(31) 優先権主張番号	特願2008-112448 (P2008-112448)	(74) 代理人	100097618
(32) 優先日	平成20年4月23日(2008.4.23)		弁理士 仁木 一明
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100152227
			弁理士 ▲ぬで▼島 慎二
		(72) 発明者	山口 晃弘
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内
		(72) 発明者	金子 宜正
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料直噴エンジン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ピストン(13)の頂面の中央部に凹設されたキャビティ(25)と、前記キャビティ(25)内に燃料を複数の異なる噴射角度で噴射するフュエルインジェクタ(23)とを備え、

前記フュエルインジェクタ(23)は、前記ピストン(13)の上死点の近傍で前記キャビティ(25)の内壁面を指向する燃料噴射軸(Li1, Li2)に沿って主噴射を行うとともに、主噴射を行うときよりも前記ピストン(13)が上死点から離れた位置で、主噴射と同一の前記燃料噴射軸(Li1, Li2)に沿って副噴射を行う燃料直噴エンジンにおいて、

Nを2以上の自然数とし、前記キャビティ(25)の内壁面と、ピストン中心軸(Lp)から放射方向に延びて互いに均等な挟み角を有するN個の半平面(X1~X6)とで、前記キャビティ(25)をN個の仮想的なキャビティ区分(25A~25F)に区画するとともに、前記各々の仮想的なキャビティ区分(25A~25F)に対応する前記燃料噴射軸(Li1, Li2)を配置し、前記燃料噴射軸(Li1, Li2)の燃料噴射角に応じて対応する前記各々の仮想的なキャビティ区分(25A~25F)の深さを異ならせることで、前記各々の仮想的なキャビティ区分(25A~25F)の容積が略等しくなるように前記キャビティ(25)の内壁面の形状を設定し、

主噴射における前記燃料噴射軸(Li1, Li2)と前記キャビティ(25)の内壁面との交点を主噴射衝突点(P1m, P2m)とし、副噴射における前記燃料噴射軸(

$L i 1, L i 2$)と前記キャビティ (2 5) の内壁面との交点を副噴射衝突点 ($P 1 s, P 2 s$) としたとき、

前記主噴射衝突点 ($P 1 m, P 2 m$) において前記キャビティ (2 5) の内壁面から開口端側に引いた接線と前記燃料噴射軸 ($L i 1, L i 2$) とが成す主噴射衝突角 ($1 m, 2 m$) を鈍角に設定し、前記副噴射衝突点 ($P 1 s, P 2 s$) において前記キャビティ (2 5) の内壁面から開口端側に引いた接線と前記燃料噴射軸 ($L i 1, L i 2$) とが成す副噴射衝突角 ($1 s, 2 s$) を直角あるいは鋭角に設定したことを特徴とする燃料直噴エンジン。

【請求項 2】

前記フュエルインジェクタ (2 3) は円周方向に離間する複数の燃料噴射軸 ($L i 1, L i 2$) を備え、

n 番目の燃料噴射軸 ($L i 1, L i 2$) を通る前記キャビティ (2 5) の燃料噴射断面 $S n$ の形状を、

前記燃料噴射断面 $S n$ と前記キャビティ (2 5) の開口端との交点を第 1 特定点 $A n$ とし、

前記第 1 特定点 $A n$ を通りかつ前記燃料噴射断面 $S n$ におけるシリンダヘッド (1 6) の下面と平行な線上には第 2 特定点 $B n$ が存在し、

前記燃料噴射断面 $S n$ における前記キャビティ (2 5) の底壁部 (2 5 c) 上には第 3 特定点 $C n$ が存在し、

前記第 2 特定点 $B n$ は前記第 1 特定点 $A n$ よりもピストン中心軸 ($L p$) に近い位置にあり、

前記第 3 特定点 $C n$ は前記キャビティ (2 5) の底壁部 (2 5 c) の最大外径位置よりもピストン中心軸 ($L p$) に近い位置にあり、

前記第 1、2 特定点 $A n, B n$ を前記燃料噴射断面 $S n$ における前記シリンダヘッド (1 6) の下面に沿う線で結ぶ経路 $A n B n$ と、前記第 1、第 3 特定点 $A n, C n$ を前記燃料噴射断面 $S n$ における前記キャビティ (2 5) の壁面に沿って結ぶ経路 $A n C n$ と、前記第 2、第 3 特定点 $B n, C n$ を最短直線で結ぶ経路 $B n C n$ とで囲まれる形状とし、

前記ピストン (1 3) の頂面のピストン中心軸 ($L p$) 方向の高さが低い方向に存在する燃料噴射軸 ($L i 2$) を通る前記燃料噴射断面 $S n$ ほど、前記経路 $A n C n$ を前記キャビティ (2 5) が深くなる方向に移動させることで、前記各々の仮想的なキャビティ区分 (2 5 A ~ 2 5 F) の容積を略等しくしたことを特徴とする、請求項 1 に記載の燃料直噴エンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピストンの頂面の中央部に凹設されたキャビティと、前記キャビティ内に燃料を複数の異なる噴射角度で噴射するフュエルインジェクタとを備え、前記フュエルインジェクタは、前記ピストンの上死点の近傍で前記キャビティの内壁面を指向する燃料噴射軸に沿って主噴射を行うとともに、主噴射を行うときよりも前記ピストンが上死点から離れた位置で、主噴射と同一の前記燃料噴射軸に沿って副噴射を行う燃料直噴エンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

燃料直噴ディーゼルエンジンにおいて、ピストンが上死点に達する手前でフュエルインジェクタから燃料をパイロット噴射 (副噴射) し、ピストンが上死点に達したときにフュエルインジェクタから燃料を主噴射する際に、パイロット噴射される燃料のコーン角を小さくし、かつ主噴射される燃料のコーン角を大きくして燃料がキャビティ内の適切な位置に衝突するように、フュエルインジェクタにパイロット噴射用の第 1 噴孔および主噴射用の第 2 噴孔を設けたものが、下記特許文献 1 により公知である。

【0003】

10

20

30

40

50

また主噴射および副噴射を同じ燃料噴射軸に沿って行う燃料直噴ディーゼルエンジンにおいて、副噴射の行うときの燃料噴射軸の方向をピストンのキャビティの開口端を指向させるものが、下記特許文献2により公知である。

【特許文献1】特開平7-324661号公報

【特許文献2】特開2001-227345号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで上記特許文献1に記載されたものは、フュエルインジェクタにパイロット噴射用の第1噴孔および主噴射用の第2噴孔を設ける必要があるために、フュエルインジェクタの構造が複雑化してコストアップの要因となる問題があった。

10

【0005】

また上記特許文献2に記載されたものは、副噴射を行うときの燃料噴射軸の方向がキャビティの高い位置（開口端）を指向するので、主噴射の行うときの燃料噴射軸の方向もキャビティの比較的高い位置を指向することになり、下方に向かって拡開するキャビティの内壁面に衝突した燃料が該キャビティの開口端側に向かわずに底壁側に向かってしまい、キャビティの上方に未利用空気が残存してしまう可能性があった。

【0006】

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、燃料直噴エンジンにおいて、フュエルインジェクタの主噴射および副噴射による燃料が共にキャビティ内で空気と適切に混合し、未利用空気の残存を最小限に抑えることを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、請求項1に記載された発明によれば、ピストンの頂面の中央部に凹設されたキャビティと、前記キャビティ内に燃料を複数の異なる噴射角度で噴射するフュエルインジェクタとを備え、前記フュエルインジェクタは、前記ピストンの上死点の近傍で前記キャビティの内壁面を指向する燃料噴射軸に沿って主噴射を行うとともに、主噴射を行うときよりも前記ピストンが上死点から離れた位置で、主噴射と同一の前記燃料噴射軸に沿って副噴射を行う燃料直噴エンジンにおいて、 N を2以上の自然数とし、前記キャビティの内壁面と、ピストン中心軸から放射方向に延びて互いに均等な挟み角を有する N 個の半平面とで、前記キャビティを N 個の仮想的なキャビティ区分に区画するとともに、前記各々の仮想的なキャビティ区分に対応する前記燃料噴射軸を配置し、前記燃料噴射軸の燃料噴射角に応じて対応する前記各々の仮想的なキャビティ区分の深さを異ならせることで、前記各々の仮想的なキャビティ区分の容積が略等しくなるように前記キャビティの内壁面の形状を設定し、主噴射における前記燃料噴射軸と前記キャビティの内壁面との交点を主噴射衝突点とし、副噴射における前記燃料噴射軸と前記キャビティの内壁面との交点を副噴射衝突点としたとき、前記主噴射衝突点において前記キャビティの内壁面から開口端側に引いた接線と前記燃料噴射軸とが成す主噴射衝突角を鈍角に設定し、前記副噴射衝突点において前記キャビティの内壁面から開口端側に引いた接線と前記燃料噴射軸とが成す副噴射衝突角を直角あるいは鋭角に設定したことを特徴とする燃料直噴エンジンが提案される。

30

40

【0008】

また請求項2に記載された発明によれば、請求項1の構成に加えて、前記フュエルインジェクタは円周方向に離間する複数の燃料噴射軸を備え、 n 番目の燃料噴射軸を通る前記キャビティの燃料噴射断面 S_n の形状を、前記燃料噴射断面 S_n と前記キャビティの開口端との交点を第1特定点 A_n とし、前記第1特定点 A_n を通りかつ前記燃料噴射断面 S_n におけるシリンダヘッドの下面と平行な線上には第2特定点 B_n が存在し、前記燃料噴射断面 S_n における前記キャビティの底壁部上には第3特定点 C_n が存在し、前記第2特定点 B_n は前記第1特定点 A_n よりもピストン中心軸に近い位置にあり、前記第3特定点 C_n は前記キャビティの底壁部の最大外径位置よりもピストン中心軸に近い位置にあり、前

50

記第 1、2 特定点 A_n 、 B_n を前記燃料噴射断面 S_n における前記シリンダヘッドの下面に沿う線で結ぶ経路 $A_n B_n$ と、前記第 1、第 3 特定点 A_n 、 C_n を前記燃料噴射断面 S_n における前記キャビティの壁面に沿って結ぶ経路 $A_n C_n$ と、前記第 2、第 3 特定点 B_n 、 C_n を最短直線で結ぶ経路 $B_n C_n$ とで囲まれる形状とし、前記ピストンの頂面のピストン中心軸方向の高さが低い方向に存在する燃料噴射軸を通る前記燃料噴射断面 S_n ほど、前記経路 $A_n C_n$ を前記キャビティが深くなる方向に移動させることで、前記各々の仮想的なキャビティ区分の容積を略等しくしたことを特徴とする燃料直噴エンジンが提案される。

【0009】

尚、実施の形態の第 1 燃料噴射軸 L_{i1} および第 2 燃料噴射軸 L_{i2} は本発明の燃料噴射軸に対応する。

【発明の効果】

【0010】

請求項 1 の構成によれば、フュエルインジェクタがピストンの上死点の近傍で複数の異なる噴射角度で主噴射を行うときの燃料噴射軸とキャビティの内壁面との交点を主噴射衝突点とし、ピストンが上死点から離れた位置で、主噴射と同一の燃料噴射軸に沿って副噴射を行うときの燃料噴射軸とキャビティの内壁面との交点を副噴射衝突点としたとき、キャビティの内壁面のうち、主噴射衝突点においてキャビティの内壁面から開口端側に引いた接線と燃料噴射軸とが成す主噴射衝突角を鈍角に設定したので、主噴射衝突点に衝突した燃料を主としてキャビティの開口端側に偏向させてキャビティの上方に未利用空気が残存するのを最小限に抑えることができ、しかも副噴射衝突点においてキャビティの内壁面から開口端側に引いた接線と燃料噴射軸とが成す副噴射衝突角を直角あるいは鋭角に設定したので、副噴射衝突点に衝突した燃料を主としてキャビティの円周方向に偏向させて隣接する燃料噴射軸間に未利用空気が残存するのを最小限に抑えることができる。しかも主噴射および副噴射を同じ燃料噴射軸に沿って行うので、フュエルインジェクタの構造を簡素化することができる。

【0011】

またピストンの頂面の中央部に凹設したキャビティの内壁面と、ピストン中心軸から放射方向に延びて互いに均等な挟み角を有する N 個の半平面とで、キャビティを N 個の仮想的なキャビティ区分に区画したとき、各々の仮想的なキャビティ区分の容積が略等しくなるようにキャビティの内壁面の形状を設定したので、キャビティにおける燃料および空気の混合状態を均一化してエンジンの出力向上および排気有害物質の低減を図ることができる。このとき、各々の燃料噴射軸の燃料噴射角に応じて、対応する各々の仮想的なキャビティ区分の深さを異ならせることで該仮想的なキャビティ区分の容積を略等しくするので、何れの燃料噴射軸においても、ピストンが上死点にあるときに主噴射された燃料がキャビティの底部に付着することが確実に防止される。

【0012】

また請求項 2 の構成によれば、 n 番目の燃料噴射軸を通るキャビティの燃料噴射断面 S_n の形状を、経路 $A_n B_n$ と経路 $A_n C_n$ と経路 $B_n C_n$ とで囲まれる形状とし、ピストンの頂面のピストン中心軸方向の高さが低い方向に存在する燃料噴射軸を通る燃料噴射断面 S_n ほど、経路 $A_n C_n$ をキャビティが深くなる方向に移動させるので、各仮想的なキャビティ区分の容積を略等しくして各燃料噴射断面 S_n における燃料および空気の混合状態をより均一化することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて説明する。

【0014】

図 1 ~ 図 14 は本発明の実施の形態を示すもので、図 1 はディーゼルエンジンの要部縦断面図、図 2 は図 1 の 2 - 2 線矢視図、図 3 は図 1 の 3 - 3 線矢視図、図 4 はピストンの上部斜視図、図 5 は図 3 の 5 - 5 線断面図、図 6 は図 3 の 6 - 6 線断面図、図 7 は図 3 の

10

20

30

40

50

7 - 7 線断面図、図 8 は補正後のキャビティの断面形状を示す、前記図 5 に対応する図、図 9 は補正後のキャビティの断面形状を示す、前記図 6 に対応する図、図 10 は仮想的なキャビティ区分の説明図、図 11 はキャビティ区分の方向を円周方向に変化させたときの、該キャビティ区分の容積の変化率を示すグラフ、図 12 は主噴射および副噴射における第 1 燃料噴射軸を示す図、図 13 は主噴射および副噴射における第 2 燃料噴射軸を示す図、図 14 は図 12 および図 13 の 14 A 方向矢視図および 14 B 方向矢視図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 ~ 図 4 に示すように、燃料直噴型のディーゼルエンジンは、シリンダブロック 11 に形成されたシリンダ 12 に摺動自在に嵌合するピストン 13 を備えており、ピストン 13 はピストンピン 14 およびコネクティングロッド 15 を介して図示せぬクランクシャフトに接続される。シリンダブロック 11 の上面に結合されるシリンダヘッド 16 の下面に、ピストン 13 の頂面に対向する 2 個の吸気バルブ孔 17, 17 と、2 個の排気バルブ孔 18, 18 とが開口しており、吸気バルブ孔 17, 17 に吸気ポート 19 が連通し、排気バルブ孔 18, 18 に排気ポート 20 が連通する。吸気バルブ孔 17, 17 は吸気バルブ 21, 21 で開閉され、排気バルブ孔 18, 18 は排気バルブ 22, 22 で開閉される。ピストン中心軸 Lp 上に位置するようにフュエルインジェクタ 23 が設けられるとともに、フュエルインジェクタ 23 に隣接するようにグローブラグ 24 が設けられる。

10

【 0 0 1 6 】

ピストン 13 の頂面と、そこに対向するシリンダヘッド 16 の下面とは平坦ではなく断面三角形のペントルーフ状に傾斜しており、この形状により、吸気ポート 19 および排気ポート 20 の湾曲度を小さくするとともに吸気バルブ孔 17, 17 および排気バルブ孔 18, 18 の直径を確保し、吸気効率および排気効率を高めることができる。

20

【 0 0 1 7 】

ピストン 13 の頂面には、ピストン中心軸 Lp を中心とするキャビティ 25 が凹設される。キャビティ 25 の径方向外側には、ピストンピン 14 と平行に直線状に延びる頂部 13a, 13a から吸気側および排気側に向かって下向きに傾斜する一対の傾斜面 13b, 13b と、傾斜面 13b, 13b の下端近傍に形成されてピストン中心軸 Lp に直交する一対の平坦面 13c, 13c と、頂部 13a, 13a の両端を平坦に切り欠いた一対の切欠き部 13d, 13d とが形成される。

【 0 0 1 8 】

ピストン中心軸 Lp に沿って配置されたフュエルインジェクタ 23 は、ピストン中心軸 Lp 上の仮想的な点である燃料噴射点 O_{inj} を中心として円周方向に 60° 間隔で離間する 6 つの方向に燃料を噴射する。6 本の燃料噴射軸のうち 2 本の第 1 燃料噴射軸 L_{i1} は、ピストン中心軸 Lp 方向に見てピストンピン 14 と重なっており、他の 4 本の第 2 燃料噴射軸 L_{i2} は、ピストンピン 14 の方向に対して 60° の角度で交差している。またピストン中心軸 Lp に直交する方向に見て、6 本の第 1、第 2 燃料噴射軸 L_{i1} , L_{i2} は斜め下向きに傾斜しており、その下向きの度合いは第 1 燃料噴射軸 L_{i1} については小さく、第 2 燃料噴射軸 L_{i2} については大きくなっている (図 6 および図 7 参照)。

30

【 0 0 1 9 】

尚、フュエルインジェクタ 23 が実際に燃料を噴射する噴射点はピストン中心軸 Lp から径方向外側に僅かにずれているが、前記燃料噴射点 O_{inj} は前記第 1、第 2 燃料噴射軸 L_{i1} , L_{i2} がピストン中心軸 Lp と交差する点として定義される。またフュエルインジェクタ 23 は後述する主噴射および副噴射を行うが、主噴射および副噴射は同一の噴孔から行われる。これにより、主噴射用の噴孔および副噴射用の噴孔を別個に設ける場合に比べて、フュエルインジェクタ 23 の構造を簡素化することができる。

40

【 0 0 2 0 】

次に、図 5 ~ 図 7 を参照して本出願人の出願に係る先願発明 (特開 2008 - 2443 号公報参照) のキャビティ 25 の断面形状を詳述する。先願発明のキャビティ 25 の断面形状を説明する理由は、先願発明のキャビティ 25 の断面形状を補正して本願発明のキャビティ 25 の断面形状を得るからである。図 5 はピストンピン 14 に対して直交する方向

50

の断面であり、図6はピストンピン14に対して60°で交差する方向の断面(第2燃料噴射軸Li2を含む断面)であり、図7はピストンピン14に沿う方向の断面(第1燃料噴射軸Li1を含む断面)である。

【0021】

先願発明は、ピストン中心軸Lpを通る任意の断面において、キャビティ25の形状を可及的に一致させることを狙ったものである。キャビティ25の断面形状はピストン中心軸Lpを挟んで左右二つの部分に分かれており、その二つの部分は図7のピストンピン14方向の断面では概ね直線状に繋がっているが、図5のピストンピン14直交方向の断面と、図6のピストンピン14に対して60°で交差する方向の断面とでは、ピストン13のペントルフ形状に応じて山型に繋がっている。但し、キャビティ25の断面形状の主要部、つまり図5～図7に網かけをして示す部分の形状は完全に一致している。

10

【0022】

図5～図7から明らかなように、ピストン中心軸Lpを中心として形成されたキャビティ25は、ピストン13の頂面から下向きに直線状に延びる周壁部25aと、周壁部25aの下端からピストン中心軸Lpに向かってコンケーブ状に湾曲する曲壁部25bと、曲壁部25bの径方向内端からピストン中心軸Lpに向かって斜め上方に直線状に延びる底壁部25cと、ピストン中心軸Lp上で底壁部25cの径方向内端に連なる頂部25dとで構成される。

【0023】

キャビティ25に対向するシリンダヘッド16の下面を示す線L-R1, L-R2から下方に距離Haだけ離れて平行に延びるラインをピストン頂面基本線L-a1, L-a2とする。同様にシリンダヘッド16の下面を示す線L-R1, L-R2から下方に距離Hbcだけ離れて平行に延びる線をキャビティ底面基本線L-bc1, L-bc2とし、シリンダヘッド16の下面を示す線L-R1, L-R2から下方に距離Hdだけ離れて平行に延びる線をキャビティ頂部基本線L-d1, L-d2とする。

20

【0024】

燃料噴射点Oinjを中心とする半径Raの円弧と前記ピストン頂面基本線L-a1, L-a2との交点をa1, a2とする。同様に燃料噴射点Oinjを中心とする半径Rbの円弧と前記キャビティ底面基本線L-bc1, L-bc2との交点をb1, b2とし、燃料噴射点Oinjを中心とする半径Rcの円弧と前記キャビティ底面基本線L-bc1, L-bc2との交点をc1, c2とし、燃料噴射点Oinjを中心とする半径Rdの円弧と前記キャビティ頂部基本線L-d1, L-d2との交点をd1, d2とする。交点e1, e2は、前記交点d1, d2からピストン頂面基本線L-a1, L-a2に下ろした垂線が該ピストン頂面基本線L-a1, L-a2に交差する点である。

30

【0025】

キャビティ25の周壁部25aは直線a1b1, a2b2の上であり、キャビティ25の底壁部25cは直線c1d1, c2d2に一致し、キャビティ25の曲壁部25bは直線a1b1, a2b2および直線c1d1, c2d2を滑らかに接続する。

【0026】

しかして、交点a1, c1, d1, e1あるいは交点a2, c2, d2, e2によって決まる網かけした断面形状が、ピストン中心軸Lpを通る任意の断面において等しくなるように、キャビティ25の形状が設定される。

40

【0027】

前記交点a1, a2は本発明の第1特定点Anに対応し、前記交点e1, e2は本発明の第2特定点Bnに対応し、前記交点d1, d2は本発明の第3特定点Cnに対応するものである。

【0028】

図6および図7に示す第1、第2燃料噴射軸Li1, Li2を通る断面については、図7に示すピストンピン14方向の断面(燃料噴射断面S1)における網かけ部分と、図6に示すピストンピン14に対して60°で交差する方向の断面(燃料噴射断面S2)にお

50

ける網かけ部分とは同形になる。

【0029】

図7に示すピストンピン14方向の断面において、第1燃料噴射軸 L_{i1} がキャビティ25と交差する点を噴射衝突点 P_1 とし、図6に示すピストンピン14に対して 60° で交差する方向の断面において、第2燃料噴射軸 L_{i2} がキャビティ25と交差する点を噴射衝突点 P_2 とする。二つの噴射衝突点 P_1 、 P_2 は、網かけした同一形状の断面上の同じ位置に存在している。従って、噴射衝突点 P_2 の位置は噴射衝突点 P_1 の位置よりも低くなり、燃料噴射点 O_{inj} から延びる第2燃料噴射軸 L_{i2} は第1燃料噴射軸 L_{i1} よりも更に下向きに燃料を噴射することになる。

【0030】

燃料噴射点 O_{inj} から噴射衝突点 P_1 までの距離 D_1 は、燃料噴射点 O_{inj} から噴射衝突点 P_2 までの距離 D_2 に略一致する。また噴射衝突点 P_1 におけるキャビティ25の接線と第1燃料噴射軸 L_{i1} とが成す噴射衝突角 θ_1 は、噴射衝突点 P_2 におけるキャビティ25の接線と第2燃料噴射軸 L_{i2} とが成す噴射衝突角 θ_2 に略一致する。

【0031】

以上のように先願発明によれば、ピストン中心軸 L_p を通る任意の断面において、燃料噴射点 O_{inj} の近傍のごく一部(交点 e_1 、 d_1 、 d_2 、 e_2 で囲まれた領域)を除いて、キャビティ25の断面形状が同一に形成されている。特に、第1、第2燃料噴射軸 L_{i1} 、 L_{i2} を含む二つの断面(図6および図7参照)においてもキャビティ25の断面形状が同一に形成されており、しかも前記二つの断面において燃料噴射点 O_{inj} から噴射衝突点 P_1 、 P_2 までの距離 D_1 、 D_2 が略等しく設定され、かつ噴射衝突点 P_1 、 P_2 における噴射衝突角 θ_1 、 θ_2 が略等しく設定されるので、キャビティ25の各部における空気および燃料の混合状態を円周方向に均一化し、混合気の燃焼状態を改善してエンジン出力の増加および排気有害物質の低減を図ることができる。

【0032】

また図5および図6に示すピストン13の頂面が傾斜する断面においても、キャビティ25の開口のエッジ(交点 a_2 の部分)が成す角度が、図7に示すピストン13の頂面が平坦な場合に比べて鋭角化することがないため、その部分の熱負荷を軽減して耐熱性を高めることができる。

【0033】

ところで先願発明は、図5～図7におけるキャビティ25の断面形状が、網かけをして示す部分では完全に一致しているものの、燃料噴射点 O_{inj} の近傍の交点 e_1 、 d_1 、 d_2 、 e_2 で囲まれた白抜きの領域で不一致になっている。その理由は、キャビティ25の断面形状のピストン中心軸 L_p を挟む二つの部分が、図7のピストンピン14方向の断面では概ね直線状に繋がっているが、図5のピストンピン14直交方向の断面と、図6のピストンピン14に対して 60° で交差する方向の断面とでは、ピストン13のベントルフ形状に応じて山型に繋がっているため、交点 e_1 、 d_1 、 d_2 、 e_2 で囲まれた白抜きの領域の面積が、図7のピストンピン14方向の断面で最も大きく、図6のピストンピン14に対して 60° で交差する方向の断面で減少し、図5のピストンピン14直交方向の断面で更に減少するためである。

【0034】

本実施の形態は、交点 e_1 、 d_1 、 d_2 、 e_2 で囲まれた白抜きの領域の面積が最大になるピストンピン14方向のキャビティ25の断面形状(図7参照)を基準とし、その他の方向の断面形状を拡大する方向(つまり、キャビティ25の深さを増加させる方向)に補正することで、前記交点 e_1 、 d_1 、 d_2 、 e_2 で囲まれた白抜きの領域の面積の差異を補償し、キャビティ25の全ての方向の断面で空気および燃料の混合状態の一層の均一化を図るものである。

【0035】

図8は、図5のピストンピン14直交方向におけるキャビティ25の断面形状の補正手法を説明するものであり、鎖線の形状は先願発明のものを示し、実線の形状は本実施の形

10

20

30

40

50

態のものを示している。

【0036】

本実施の形態によるキャビティ25の断面形状の補正は、交点b1および交点c1の位置を、それぞれ交点b1 および交点c1 となるように下方に移動させることで、網かけ部分の面積を増加させることにより行われる。

【0037】

先ずキャビティ底面基本線L-bc1と、直線e1d1の下方への延長線との交点をf1として決定する。続いて交点f1を通るキャビティ底面基本線L-bc1を、交点f1を中心として所定角度 だけ下方に回転させ、新たなキャビティ底面基本線L-bc1を設定する。続いて燃料噴射点Oinjを中心とする半径Rbの円弧と新たなキャビティ底面基本線L-bc1との交点を前記b1として決定し、燃料噴射点Oinjを中心とする半径Rcの円弧と新たなキャビティ底面基本線L-bc1との交点を前記c1として決定する。

10

【0038】

しかして、補正後のキャビティ25の断面形状では、キャビティ25の周壁部25aは直線a1b1の上であり、キャビティ25の底壁部25cは直線c1d1に一致し、キャビティ25の曲壁部25bは直線a1b1 および直線c1d1を滑らかに接続している。

【0039】

尚、キャビティ底面基本線L-bc1とピストン中心軸Lpとの交点をfとし、この交点fを中心としてキャビティ底面基本線L-bc1を所定角度 だけ下方に回転させることで、新たなキャビティ底面基本線L-bc1を設定しても良い。

20

【0040】

このように、キャビティ25の内壁面における経路AnCnのうち、経路AnCnの最下部から第3特定点Cnまでの区間は第2燃料噴射軸Li2と近接するが、その区間の形状を変化させることでキャビティ25の内壁面への燃料の付着を抑制して燃焼悪化を防止することができる。

【0041】

本実施の形態では、正味平均有効圧力NMEPが、煤が発生しない状態で、先願発明に対して2%程度向上した。

30

【0042】

図9は、図6のピストンピン14に対して60°で交差する方向におけるキャビティ25の断面形状の補正手法を説明するものであり、鎖線の形状は先願発明のものを示し、実線の形状は本実施の形態のものを示している。

【0043】

図7(ピストンピン14方向)および図5(ピストンピン14直交方向)における交点e1,d1,d2,e2で囲まれた白抜きの領域の面積の差異に比べ、図7(ピストンピン14方向)および図6(ピストンピン14に対して60°で交差する方向)の前記面積の差異は小さいため、図9(ピストンピン14に対して60°で交差する方向)におけるキャビティ25の断面形状の拡大量は、図8(ピストンピン14直交方向)におけるキャビティ25の断面形状の拡大量よりも小さなものとなる。

40

【0044】

以上、ピストン中心軸Lpの側のキャビティ25の断面形状の補正について説明したが、ピストン中心軸Lpの他側のキャビティ25の断面形状の補正も全く同様に行われる。

【0045】

以上のように、本実施の形態のキャビティ25の形状によれば、先願発明が有する問題点、つまり燃料噴射点Oinjの近傍の交点e1,d1,d2,e2で囲まれた領域におけるキャビティ25の各断面形状の不一致が補償されるので、キャビティ25の各部における空気および燃料の混合状態を円周方向に一層均一化し、混合気の燃焼状態を改善して

50

エンジン出力の更なる増加および排気有害物質の更なる低減を図ることができる。

【0046】

図10は、本実施の形態によるキャビティ25の断面形状の補正を、別の視点で捕らえる説明図である。

【0047】

同図において、キャビティ25の中心を通るピストン中心軸Lpから、6個の半平面X1～X6が放射状に延びている。隣接する2個の半平面X1～X6が成す角度(挟み角)は全て60°であり、各半平面X1～X6の間を2等分する6本の2等分線は、ピストン中心軸Lpの方向に見て第1、第2燃料噴射軸Li1, Li2と重なっている。キャビティ25は6個の半平面X1～X6によって6個の仮想的なキャビティ区分25A～25Fに分割されており、本実施の形態によれば、上述したキャビティ25の断面形状の補正により、6個のキャビティ区分25A～25Fの容積を理論的には同一に設定することが可能である。

10

【0048】

しかしながら、6個のキャビティ区分25A～25Fの容積を完全に同一に設定する必要はなく、それを略同一に設定するだけでも、特許文献1の発明あるいは先願発明に比べて燃料の混合状態を円周方向により均一化することができる。具体的には、6個のキャビティ区分25A～25Fの容積のばらつき、つまり最大容積のキャビティ区分と最小容積のキャビティ区分の容積との差分を特許文献1の発明あるいは先願発明に比べて小さくすれば、燃料の混合状態を円周方向により均一化することができる。

20

【0049】

図11は、キャビティ区分の方向(つまり、キャビティ区分の挟み角の2等分線の方向)をピストンピン14の方向を基準(0°)としてピストン中心軸Lpまわりに左右に各60°の範囲で移動させたとき、そのキャビティ区分の容積の変化率を示すものである。破線は従来例に対応し、実線は本実施の形態に対応する。

【0050】

何れのものも、キャビティ区分の挟み角の2等分線の方向がピストンピン14の方向に対して60°で交差するとき(図10のキャビティ区分25B, 25C, 25E, 25F参照)を基準とし、そのときの変化率を0%としている。破線で示す従来例では、キャビティ区分の挟み角の2等分線の方向がピストンピン14の方向に一致するとき(図10のキャビティ区分25A, 25D参照)、変化率は最大になって7%程度であるが、実線で示す実施の形態では、同じ位置で変化率は最大になるが、その値は大幅に減少して僅か0.5%に抑えられている。

30

【0051】

従って、本実施の形態のキャビティ25の形状の一つの定義は、「各キャビティ区分25A～25Fの容積のばらつきが、キャビティの深さを円周方向に均一にした従来例の各キャビティ区分25A～25Fの容積のばらつきよりも小さいもの」とすることができる。

【0052】

ところで、燃料がフュエルインジェクタ23から主噴射あるいは副噴射されるときに重要なことは、その燃料がキャビティ25の開口端から外部に漏れないことと、キャビティ25の底壁部25c(図5～図7参照)に衝突しないこととである。その理由は、燃料がキャビティ25の開口端から外部に漏れると、漏れた燃料がキャビティ25内での混合気の燃焼に有効に利用されなくなるからであり、燃料がキャビティ25の底壁部25cに衝突すると、その燃料が底壁部25cに付着してしまつて混合気の燃焼に有効に利用されなくなるからである。

40

【0053】

図12は、キャビティ25のピストンピン14の方向の断面を示すもので、図12(A)はピストン13が上死点近傍にあってフュエルインジェクタ23が主噴射を行っている状態を示し、図12(B)はピストン13が上死点から離れた位置(クランクアングルで

50

上死点の 30° 進角位置あるいは遅角位置)にあってフュエルインジェクタ23が副噴射(前噴射あるいは後噴射)を行っている状態を示している。尚、副噴射を行うクランクアングルは、上死点の $30^\circ \sim 40^\circ$ 進角位置あるいは遅角位置であれば良い。

【0054】

図示された二つの第1燃料噴射軸Li1が成す燃料噴射軸傘角(コーン角)は 140° であり、ピストン中心軸Lpに対して各第1燃料噴射軸Li1が成す燃料噴射軸傘半角は 70° である。図12(A)における主噴射衝突点P1mは、図7で説明した第1燃料噴射軸Li1がキャビティ25と交差する噴射衝突点P1と同じである。図12(A)において、ピストン13が上死点の近傍にあるときに第1燃料噴射軸Li1に沿って主噴射された燃料は、角度で拡散しながらキャビティ25の内壁面に衝突するが、その燃料の下端はキャビティ25の底壁部25cに衝突することはなく、もちろんキャビティ25の外部に漏れることもない。図12(B)において、ピストン13が上死点より離れた低い位置にあるときに第1燃料噴射軸Li1に沿って副噴射された燃料は、角度で拡散しながら副噴射衝突点P1sでキャビティ25の内壁面に衝突するが、その燃料の上端はキャビティ25から漏れることはなく、もちろんキャビティ25の底壁部25cに衝突することもない。

10

【0055】

図12(A)に示す主噴射の状態では、ピストン13の位置が高いために主噴射衝突点P1mはキャビティ25の深い位置にあり、主噴射衝突点P1mにおいてキャビティ25の内壁面から開口端側に引いた接線と第1燃料噴射軸Li1とが成す主噴射衝突角 $1m$ は、鈍角となる。従って、主噴射衝突点P1mに衝突した燃料は主としてキャビティ25の開口端側に反射され、キャビティ25の上部の未利用空気を減少させることができる(図14(A)参照)。

20

【0056】

一方、図12(B)に示す副噴射の状態では、ピストン13の位置が低いために副噴射衝突点P1sはキャビティ25の浅い位置にあり、副噴射衝突点P1sにおいてキャビティ25の内壁面から開口端側に引いた接線と第1燃料噴射軸Li1とが成す副噴射衝突角 $1s$ は、鋭角ないし直角となる。従って、副噴射衝突点P1sに衝突した燃料は主としてキャビティ25の円周方向に反射され、隣接する第1、第2燃料噴射軸Li1, Li2間の未利用空気を減少させることができる(図14(B)参照)。

30

【0057】

図13は、キャビティ25のピストンピン14の方向に対して 60° で交差する方向の断面を示すもので、図13(A)はピストン13が上死点の近傍にあってフュエルインジェクタ23が主噴射を行っている状態を示し、図13(B)はピストン13が上死点から離れた位置(クランクアングルで上死点の 30° 進角位置あるいは遅角位置)にあってフュエルインジェクタ23が副噴射(前噴射あるいは後噴射)を行っている状態を示している。

【0058】

図13(A)における主噴射衝突点P2mは、図6で説明した第2燃料噴射軸Li2がキャビティ25と交差する噴射衝突点P2と同じである。本実施の形態では、第2燃料噴射軸Li2がキャビティ25と交差する主噴射衝突点P2mが、前記主噴射衝突点P2mよりも低くなるように設定されている。即ち、本実施の形態では、先願発明に比べてキャビティ25の底壁部25cを鎖線位置から実線位置へと下方に膨らませているので、その分だけ第2燃料噴射軸をLi2からLi2へと下向きにして主噴射衝突点をP2mからP2mへと下方に移動させても、ピストン13が上死点の近傍にあるときに主噴射された燃料はキャビティ25の底壁部25cに付着することがない。

40

【0059】

一方、図13(B)に示すように、ピストン13が上死点より離れた低い位置にあるときに、仮に第2燃料噴射軸をLi2の方向に副噴射された燃料の上部はキャビティ25の開口端から漏れてしまうが、下向きに変更した第2燃料噴射軸Li2の方向に副噴射さ

50

れた燃料の上部はキャビティ 25 の開口端から漏れることがなくなる。

【0060】

以上のように、ピストンピン 14 の方向に対して 60° で交差する方向の第 2 燃料噴射軸 $Li2$ を、キャビティ 25 の底壁部 25c を下方に膨らませた分だけ下向きにして主噴射衝突点 $P2m$ を下方に移動させることで、主噴射時に燃料がキャビティ 25 の底壁部 25c に衝突するのを防止しながら、副噴射時に燃料がキャビティ 25 の開口端から漏れるのを防止することができる。

【0061】

図 13 (A) に示す主噴射の状態では、ピストン 13 の位置が高いために主噴射衝突点 $P2m$ はキャビティ 25 の深い位置にあり、主噴射衝突点 $P2m$ においてキャビティ 25 の内壁面から開口端側に引いた接線と第 2 燃料噴射軸 $Li2$ とが成す主噴射衝突角 $2m$ は鈍角となる。従って、主噴射衝突点 $P2m$ に衝突した燃料は主としてキャビティ 25 の開口端側に反射され、キャビティ 25 の上部の未利用空気を減少させることができる (図 14 (A) 参照)。

10

【0062】

一方、図 13 (B) に示す副噴射の状態では、ピストン 13 の位置が低いために副噴射衝突点 $P2s$ はキャビティ 25 の浅い位置にあり、副噴射衝突点 $P2s$ においてキャビティ 25 の内壁面から開口端側に引いた接線と第 2 燃料噴射軸 $Li2$ とが成す副噴射衝突角 $2s$ は鋭角ないし直角となる。従って、副噴射衝突点 $P2s$ に衝突した燃料は主としてキャビティ 25 の円周方向に反射され、隣接する第 1、第 2 燃料噴射軸 $Li1$, $Li2$ 間の未利用空気を減少させることができる (図 14 (B) 参照)。

20

【0063】

図 13 における二つの第 2 燃料噴射軸 $Li2$ が成す燃料噴射軸傘角は 110° であり、ピストン中心軸 Lp に対して各第 2 燃料噴射軸 $Li2$ が成す燃料噴射軸傘半角は 55° であるが、前記燃料噴射軸傘半角は $55^\circ \sim 65^\circ$ の範囲であれば良い。

【0064】

以上、本発明の実施の形態を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

【0065】

例えば、実施の形態のピストン 13 はペントルフ型の頂面を有しているが、本発明は平坦な頂面を有するピストンに対しても適用することができる。

30

【0066】

また実施の形態では、仮想的なキャビティ区分 25A ~ 25F の数を 6 個に設定しているが ($N = 6$)、前記キャビティ区分 25A ~ 25F の数は 2 個以上であれば良い (N は 2 以上の自然数)。

【0067】

このとき、キャビティ区分 25A ~ 25F の数と燃料噴射軸の数とは、必ずしも一致させる必要はないが、それを一致させることで、一つのキャビティ区分 25A ~ 25F に一つの燃料噴射軸が対応することになり、燃料の混合状態を円周方向により均一化することができる。尚、キャビティ区分 25A ~ 25F の挟み角の 2 等分線を燃料噴射軸に一致させれば、一つのキャビティ区分 25A ~ 25F の中心に燃料噴射軸が位置することになり、燃料の混合状態を更に均一化することができる。

40

【0068】

また実施の形態では、仮想的なキャビティ区分 25A ~ 25F の容積には、上死点にあるピストン 13 の頂面とシリンダヘッド 16 の下面とに挟まれた部分の容積を含めず、キャビティ 25 の開口端縁までの容積 (即ち、ピストン頂面基本線 $L-a1$, $L-a2$ より下の容積) としたが、それを含めたものを仮想的なキャビティ区分 25A ~ 25F の容積として定義しても、同様の作用効果を奏することができる。

【0069】

また実施の形態ではディーゼルエンジンについて説明したが、本願発明はディーゼルエ

50

ンジンに限定されず、燃焼室内に燃料を直接噴射する任意の形式のエンジンに対して適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】ディーゼルエンジンの要部縦断面図

【図2】図1の2-2線矢視図

【図3】図1の3-3線矢視図

【図4】ピストンの上部斜視図

【図5】図3の5-5線断面図

【図6】1図3の6-6線断面図

10

【図7】図3の7-7線断面図

【図8】補正後のキャビティの断面形状を示す、前記図5に対応する図

【図9】補正後のキャビティの断面形状を示す、前記図6に対応する図

【図10】仮想的なキャビティ区分の説明図

【図11】キャビティ区分の方向を円周方向に変化させたときの、該キャビティ区分の容積の変化率を示すグラフ

【図12】主噴射および副噴射における第1燃料噴射軸を示す図

【図13】主噴射および副噴射における第2燃料噴射軸を示す図

【図14】図12および図13の14A方向矢視図および14B方向矢視図

【符号の説明】

20

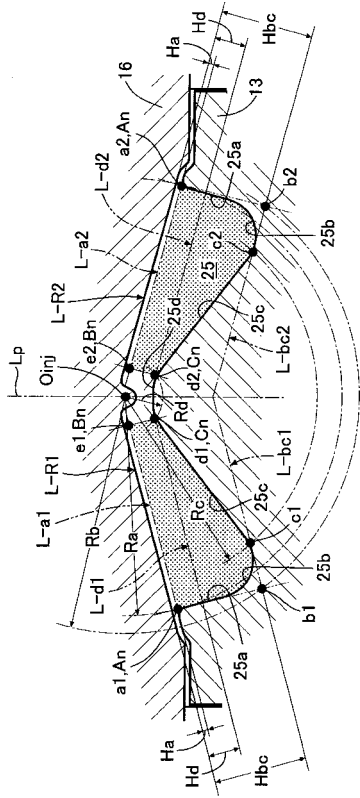
【0071】

1 3 ピiston
 1 3 a 頂部
 1 3 b 傾斜面
 2 3 フュエルインジェクタ
 2 5 キャビティ
 2 5 c 底壁部
 2 5 A ~ 2 5 F キャビティ区分
 L i 1 第1燃料噴射軸（燃料噴射軸）
 L i 2 第2燃料噴射軸（燃料噴射軸）
 L p ピiston中心軸
 P 1 m 主噴射衝突点
 P 2 m 主噴射衝突点
 P 1 s 副噴射衝突点
 P 2 s 副噴射衝突点
 X 1 ~ X 6 半平面
 1 m 主噴射衝突角
 2 m 主噴射衝突角
 1 s 副噴射衝突角
 2 s 副噴射衝突角
 燃料噴射軸傘半角

30

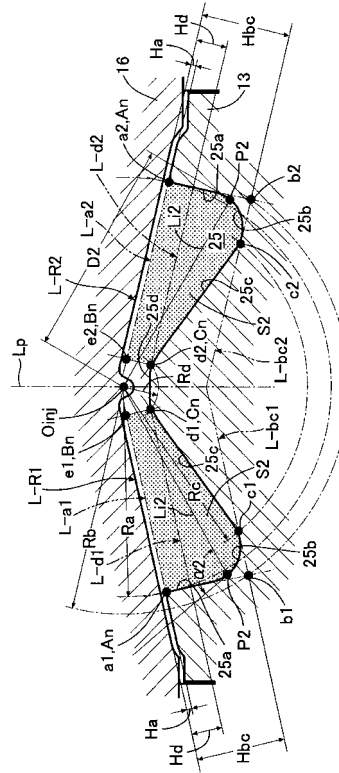
40

【 図 5 】



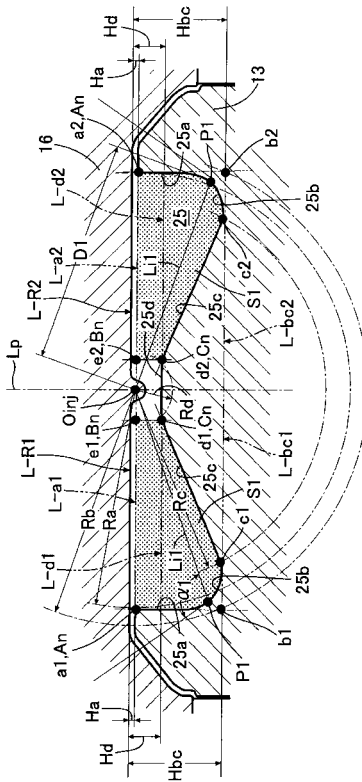
ピストンピンに直交する方向の断面

【 図 6 】



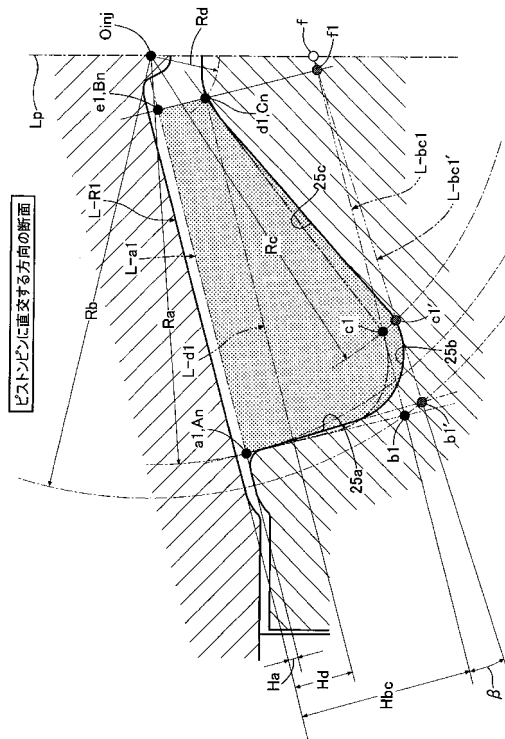
ピストンピンに対して60° 交差する方向の断面

【 図 7 】



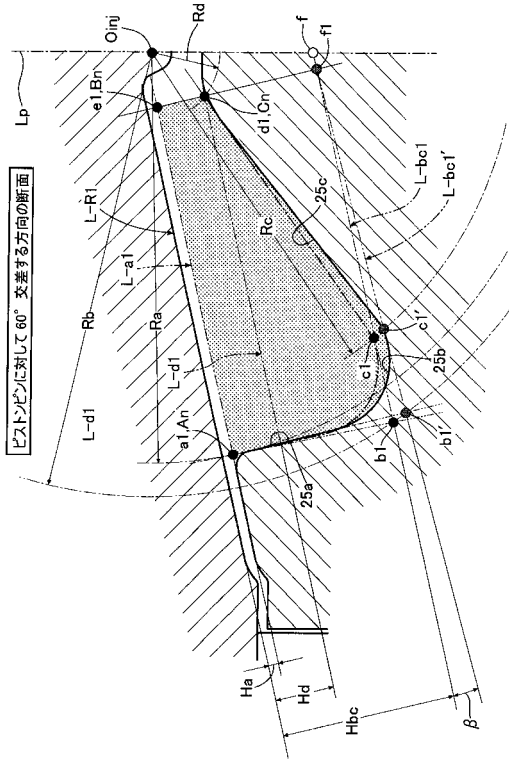
ピストンピンに沿う方向の断面

【 図 8 】

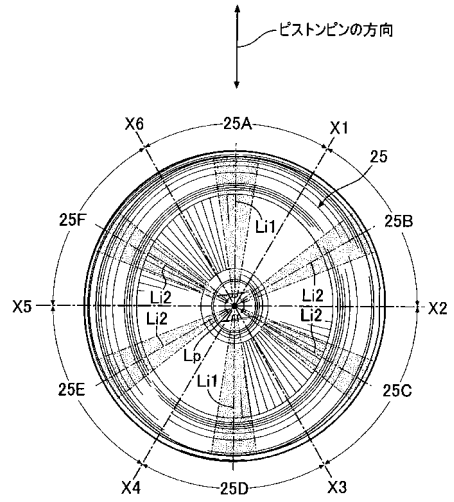


ピストンピンに直交する方向の断面

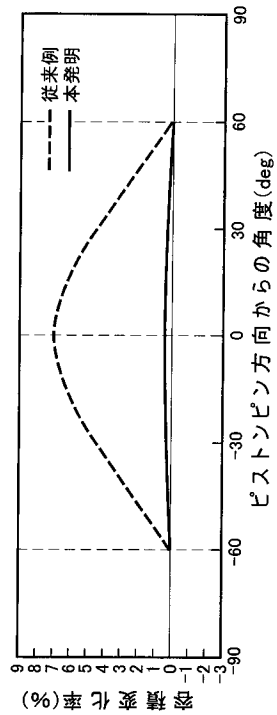
【図9】



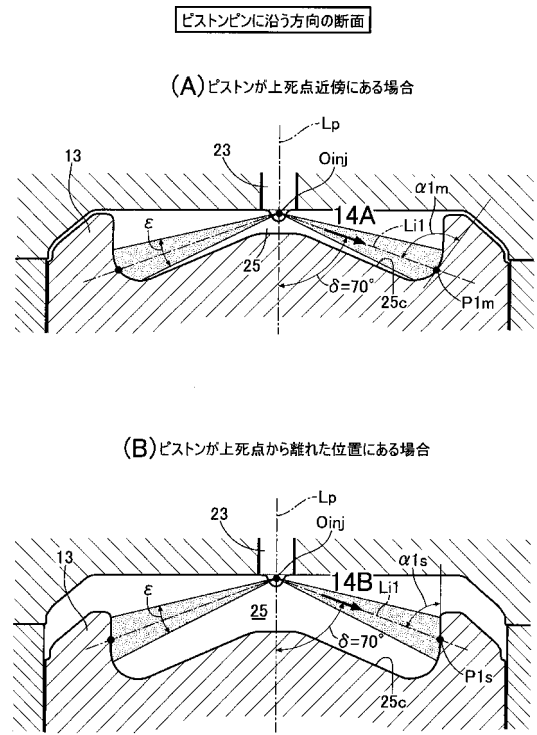
【図10】



【図11】

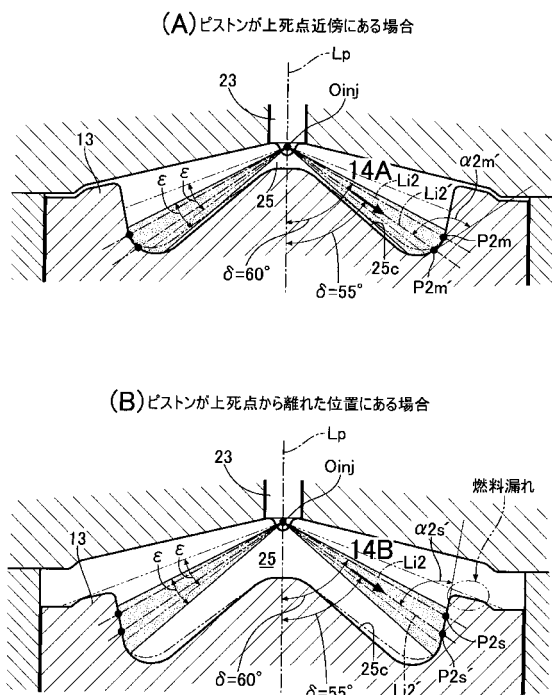


【図12】

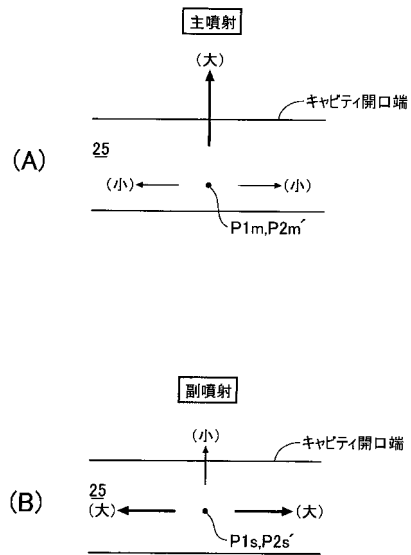


【図13】

ピストンピンに対して 60° 交差する方向の断面



【図14】



フロントページの続き

- (72)発明者 山谷 幸久
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 但馬 寛
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 池谷 健一郎
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 片山 吾一
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 佐々木 信彦
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内
- (72)発明者 園 比呂志
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 二之湯 正俊

- (56)参考文献 特開2008-038650(JP,A)
特開2008-002443(JP,A)
特開2008-014177(JP,A)
特開2002-276373(JP,A)
特開2000-352326(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02B 1/00 - 23/10
F02D 41/00 - 41/40
F02D 43/00 - 45/00
F02M 39/00 - 71/04