

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6100916号
(P6100916)

(45) 発行日 平成29年3月22日 (2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日 (2017.3.3)

(51) Int. Cl.		F I			
FO2F	3/26	(2006.01)	FO2F	3/26	C
FO2B	23/06	(2006.01)	FO2F	3/26	B
F16J	1/00	(2006.01)	FO2B	23/06	R
			FO2B	23/06	Y
			F16J	1/00	

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-546861 (P2015-546861)
(86) (22) 出願日	平成24年12月18日 (2012.12.18)
(65) 公表番号	特表2016-505752 (P2016-505752A)
(43) 公表日	平成28年2月25日 (2016.2.25)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2012/005235
(87) 国際公開番号	W02014/094796
(87) 国際公開日	平成26年6月26日 (2014.6.26)
審査請求日	平成27年10月16日 (2015.10.16)

(73) 特許権者	514170835
	ボルボ トラック コーポレーション
	スウェーデン国 エス-405 08 イ
	エテポリィ アーアルホーコー5 アーヴ
	ィデー. 501842
(74) 代理人	100098729
	弁理士 重信 和男
(74) 代理人	100163212
	弁理士 溝淵 良一
(74) 代理人	100148161
	弁理士 秋庭 英樹
(74) 代理人	100156535
	弁理士 堅田 多恵子
(74) 代理人	100195833
	弁理士 林 道広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のシリンダのためのピストン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関のシリンダのためのピストン(3)であって、

前記ピストン(3)は、上方に向けたキャピティにより形成されたピストンボウル(6)を有するピストンクラウン(16)を備え、前記ピストンボウル(6)は、中央頂部(18)を有するフロア部分(8)、前記頂部(18)から下向きに延びる内側部分(19)、及び側方部分(20)を有し、

前記側方部分(20)は、前記内側部分(18)を前記ピストンクラウン(16)の上側表面(5)に接続し、

前記側方部分(20)には、前記頂部(18)に向かって突出する互いに間隔を開けて配置された別々の隆起(40)が形成され、

前記側方部分(20)は、前記側方部分(20)を前記ピストンクラウン(16)の前記上側表面(5)に接続する少なくとも一つの凹所(41)を前記側方部分(20)の上端部(32)に有しており、

前記少なくとも一つの凹所(41)は、前記側方部分(20)と前記上側表面(5)との間の重なり部分に形成され、

前記少なくとも一つの凹所及び前記隆起は、炎の一部を前記シリンダの中心軸(15)に向かって転送するように配置され、

かつ前記少なくとも一つの凹所が前記炎の衝突領域より上方に位置しており、前記少なくとも一つの凹所は前記側方部分(20)の鉛直方向Yに向かった炎の一部がシリンダの

10

20

中心軸（15）に向かって転送されるように配備されている、ピストン。

【請求項2】

隆起及び凹所が前記側方部分の円周方向に交互に形成されている、請求項1に記載のピストン。

【請求項3】

前記少なくとも一つの凹所が最も近い隆起から等しい間隔で配置されている、請求項1又は2のいずれかに記載のピストン。

【請求項4】

前記側方部分は断面が凹曲線状の形状を有している、請求項1乃至3のいずれかに記載のピストン。

【請求項5】

前記少なくとも一つの凹所は、前記凹所の中心において横切っている前記ピストンクラウンの中心軸方向及び半径方向に延びる各平面に関して対称に形成されている、請求項1乃至4のいずれかに記載のピストン。

【請求項6】

前記隆起のそれぞれが、前記隆起の中心において横切っている前記ピストンクラウンの中心軸方向及び半径方向に延びる各平面に関して対称に形成されている、請求項1乃至5のいずれかに記載のピストン。

【請求項7】

前記隆起の少なくとも一つが、前記内側部分の少なくとも一部の内側に延びている、請求項1乃至6のいずれかに記載のピストン。

【請求項8】

前記隆起の少なくとも一つが前記上側表面から前記内側部分に向かって延びている、請求項1乃至7のいずれかに記載のピストン。

【請求項9】

前記凹所のそれぞれが水平な座面部分（L）及び鉛直な壁面部分（H）を有しており、前記水平な座面部分（L）が丸み（R2）によって前記鉛直な壁面部分（H）に接続されている、請求項1乃至8のいずれかに記載のピストン。

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれかに記載のシリンダ及びピストンを備える内燃機関。

【請求項11】

前記内燃機関が、エンジンの回転速度に対してシリンダに吸入される空気の水平面旋回流速度となるスワール比が1より小さい低スワール内燃機関である、請求項10に記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はピストンに関する。より詳しくは、本発明は、内燃機関のシリンダに使用するピストンであって、その形状が内燃機関の煤エミッションを低減させるピストンに関する。

【背景技術】

【0002】

煤粒子あるいは微粒子は、燃焼の間に生成されると共に、その後で二酸化炭素（CO₂）に酸化させることができる生成物である。燃料、すなわちリッチで、混合の度合いが低い混合気の高い温度における燃焼は多量の煤を生じさせる。生成された煤粒子を、例えば酸素原子、酸素分子、水酸化物といった酸化物質と、良好な酸化速度にとって十分に高い温度において、一緒にすることができれば、煤粒子の大部分を酸化させることができる。ディーゼル機関においては、酸化プロセスが生成と同じレベルにあると考えられ、これは正味の煤生産が、煤が形成される量と煤が酸化される量との間の差であることを意味している。従って、煤の正味のエミッションは、第1には煤の生成を減少させることによって

10

20

30

40

50

、第2には煤の酸化を増加させることにより影響され得る。ディーゼル機関からの一酸化炭素のエミッション及び炭化水素のエミッションは、通常は極めて低い。しかしながら、未燃燃料が相対的に低温の領域にある場合、そのパーセンテージは高くなり得る。そのような領域は、例えばシリンダ壁の近くに位置する冷却が強い領域である。

【0003】

燃料がシリンダ内に直接噴射されると共にシリンダ内の上昇した温度と圧力によって、着火する燃焼プロセスは、一般的にディーゼルプロセスと呼ばれている。燃料がシリンダ内で着火するとき、シリンダ内に存在する燃焼ガスは燃焼する燃料との乱流混合を受け、混合気により制御される拡散炎が生じる。シリンダ内の混合気の燃焼は熱を生じさせ、それはシリンダ内のガスを膨張させ、従ってシリンダ内でピストンを移動させる。例えば

10

【0004】

煤エミッションを低減させる問題を解決する一つの手法が特許文献1に開示されており、それには内燃機関が記載されている。特許文献1の内燃機関は、その円周方向に互いに間隔を開けて配置された複数の突起を有するピストンを備えている。これらの突起は、燃焼する燃料の炎を受け入れるように構成されている。一对の突起の間の壁に炎が衝突すると、炎は突起の方向に向けられ、それらの突起は炎をシリンダの中心に向かって後方に導く。これにより、炎の再循環によって、煤の量を減少させることができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2009/058055号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載されているピストンは煤エミッションを減少させるが、そのピストンが配置される内燃機関の燃焼効率の度合いを高めるといった更なる改善が必要である。

【0007】

従って、本発明の目的は、使用の際における内燃機関からの煤エミッションを更に減少させる形状及び機能を有したピストンを提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様によると、内燃機関のシリンダのためのピストンであって、そのピストンは上方に向いたキャピティにより形成されたピストンボウルを有するピストンクラウンを備え、ピストンボウルは中央頂部を有するフロア部分、頂部から下向きに延びる内側部分、及び側方部分を有し、側方部分はピストンクラウンの内側部分と上側表面を接続し、側方部分には頂部に向かって突出する互いに間隔を開けて配置された隆起が形成され、側方部分は、その側方部分をピストンクラウンの上側表面に接続する少なくとも一つの凹所を側方部分の上端部に有している、ピストンが提供される。

40

【0009】

本発明は、内燃機関のシリンダ内での着火の間に、少なくとも一つの凹所の下方で側方部分に衝突した炎が、隆起に向かって導かれるだけでなくシリンダライナに向かって上方にも導かれるという洞察に基づいている。ピストンクラウンに凹所を設けることにより、シリンダライナに向けて導かれる炎の大部分がシリンダヘッドに向けて導かれ、その後でシリンダの中心に向かって後退する。本発明の利点は、少なくとも、そのピストンが配置される内燃機関について煤エミッションの減少がもたらされることにある。なぜならば隆起及び凹所の組合せが、シリンダの中心に向かって後方に導かれる炎の量を増加させるからである。また、本発明による凹所を設けることにより、噴霧軸の角度、すなわち噴霧が

50

シリンダ内に噴射される角度の減少が可能となるが、それについては以下において、更に説明する。噴霧の軸角度の減少は、シリンダ内の燃焼室の改良された燃焼プロセスをもたらす。より大きな量の炎が隆起に向かって導かれ、それによって、シリンダの中心に向かって導かれ、それが炎の運動エネルギーのロスを減少させるからである。凹所はまた、炎の上向きの部分をシリンダの中心に向かって導く。

【0010】

本発明は、作動の間のスワール効果が無いあるいは低い内燃機関に配置されるように構成されたピストンに向けられている。内燃機関のスワール比は、燃焼室を中心に回転する空気の接線方向速度をエンジン回転数で除算した比率である。従って、スワール比は、シリンダヘッドの吸気ポートからエンジンシリンダに入るときの空気の接線方向の動きの程度である。本発明のスワール比は、低いスワールであると考えられる0.7以下である。

10

【0011】

「上側表面」という用語は、そのピストンが燃焼室のシリンダ内に配置されたときに、シリンダヘッドに対向し、従ってシリンダヘッドの最も近くに位置するピストン部分であるピストン表面と解釈されるべきである。同様に「上方を向いた」という用語は、ピストンがシリンダ内に取り付けられたときにシリンダヘッドに対向すると解釈されるべきである。従って、「上方」及び「上方に」という用語は、ピストンがシリンダ内に配置されたときに内燃機関のクランク軸から離れる方向に一致する。

【0012】

本発明の例示的な実施形態によると、隆起及び凹所は、側方部分の円周方向に交互に形成できる。

20

【0013】

本発明の例示的な実施形態によると、少なくとも一つの凹所を、それに最も近い隆起から等しい間隔で配置できる。

【0014】

これにより、隆起は、少なくとも一つの凹所に関して対称に配置される。従って、炎は、側方部分に衝突すると、凹所に導かれるだけでなく、隣接する各隆起に向かって導かれる。炎は、少なくとも一つの凹所と各隆起との間の等しい間隔により、ほぼ等しい時点において、隣接する各隆起に到達する。

【0015】

本発明の例示的な実施形態によると、側方部分は断面が凹曲線状の形状を有している。本発明の例示的な実施形態によると、少なくとも一つの凹所は、ピストンクラウンの軸線方向及び半径方向に延びる各平面に関して対称に形成され、幾何学的な平面はその円周方向の中心において、凹所を横切る。

30

【0016】

スワール効果を持たないあるいは低いシリンダにおいて、炎は、側方部分に対して実質的に垂直に側方部分に衝突する。対称形の凹所を有する利点は、凹所の内側に受け入れられた後にシリンダの中心に向かって導かれるように炎を制御できることである。

【0017】

本発明の例示的な実施形態によると、隆起のそれぞれがピストンクラウンの軸線方向及び半径方向に延びる各平面に関して対称に形成され、幾何学的な平面はその円周方向の中心において、隆起を横切る。

40

【0018】

利点は、炎のうち隆起に向かって導かれた部分がまた、凹所の内側に導かれた炎の部分に関して、炎が隆起に到着したときにシリンダの中心に向かって導かれることにある。

【0019】

炎の大部分が、側方部分に衝突した後に、シリンダの中心にもたらされるように炎を制御することにより、燃焼プロセスが改善され、すなわち内燃機関の効率が高まる。また、上述したように、煤エミッションが減少し、かつ例えばピストンリングを汚染することのリスクが低下する。なぜならば炎がピストンリングから離れてシリンダの中心に向かって

50

もたらされるからである。更に上記のように炎を制御すると、燃焼プロセスをより最適に実行することができ、サイクルにおける「遅すぎる」燃焼との関係において有益である。なぜならば「遅すぎる」燃焼は熱力学的な効率を低下させるからである。

【0020】

本発明の例示的な実施形態によると、隆起の少なくとも一つが、内側部分の少なくとも一部に延びる。これによって、隆起は、シリンダの中心に向かって炎を導くために十分に大きく設計できる。

【0021】

本発明の例示的な実施形態によると、少なくとも一つの隆起が上側表面から内側部分に向かって延びる。

10

【0022】

従って、隆起を設計するときに柔軟性があり、例えば、ピストン及び/又はピストンがもたらされるように構成されるシリンダの寸法及び構成に応じ、異なるように設計できる。

【0023】

本発明の例示的な実施形態によると、凹所のそれぞれが水平な座面部分と鉛直な壁面部分を有することができ、水平な座面部分は丸みによって、鉛直な壁面部分に接続される。例示的な実施形態によると、鉛直な壁面部分は、ピストンの深度の約15~30%とすることができ、かつ水平な座面部分は、鉛直な壁面部分の長さから最高で鉛直な壁面部分の長さの2倍の範囲の長さを有することができる。

20

【0024】

本発明の第2の態様によると、上述した実施形態のいずれかに記載のシリンダ及びピストンを備える内燃機関がもたらされる。

【0025】

この第2の態様の作用及び特徴は、本発明の第1の態様に関して上述したものと大部分が類似する。

【0026】

本発明の一実施形態によると、内燃機関は低スワール内燃機関である。

【0027】

本発明の更なる特徴及び利点は、添付の請求の範囲及び以下の説明を考慮するときに明らかになる。以下に説明するもの以外の実施形態を創り出すために、本発明の範囲を逸脱しない範囲で本発明の異なる特徴を組み合わせ得ることは、当業者が理解するところである。

30

【図面の簡単な説明】

【0028】

本発明における追加の目的、特徴、利点だけでなく上述は、以下に図示され及び本発明の実施形態における詳細な説明に限定されない事項によってより理解される。

【0029】

【図1】図1は、内燃機関のシリンダ内に配置されたときのピストンの例示的な実施形態の側面図を図示している。

40

【図2】図2は、図1のピストンの一部を詳細に図示している。

【図3】図3は、図1及び2の実施形態の上面図を図示しており、燃焼の間の炎が図示されている。

【図4】図4は、内燃機関の燃焼の間における図1~図3の実施形態の側面図の一部を図示している。及び

【図5】図5は、本発明のピストンの例示的な実施形態の斜視図を図示している。

【発明を実施するための形態】

【0030】

ここで、本発明の例示的な実施形態が示されている添付の図面参照し、本発明を以下により詳細に説明する。しかしながら、本発明は、多くの異なる形態で実施することができ

50

、かつ本明細書に記載する実施形態に限定されるものと解釈されるべきではなく、どちらかと言えはこの実施形態は詳細さ及び十分さのために与えられている。類似の参照文字は、説明の全体にわたって類似の要素を指している。

【0031】

最初に図1に注目すると、内燃機関1のシリンダ2の内部に配置された本発明のピストン3が図示されている。本発明のピストン3によりもたらされる燃焼のユニークな物理的特徴を理解するために、図1及び図2は、シリンダ装置及び本発明のピストン3によってもたらされる様々な物理的特性あるいはパラメータを図示している。従って、図1は、本発明のピストン3のパラメータ、並びにシリンダ2とピストン3がその内部に配置されるように構成された内燃機関1のパラメータの両方を含む、燃焼プロセスの説明を取り入れることになる。

10

【0032】

図1には、ディーゼルプロセスで作動するように設計された内燃機関1の側面図が示されている。この内燃機関1はシリンダ2とピストン3を備えている。ピストン3は、シリンダ2の内部で往復運動すると共にクランクシャフト4に連結され、上死点及び下死点において、ピストン3がシリンダ2の内部で反転移動するように設定されている。また、一般によくあるように、シリンダキャビティの一端は内燃機関のシリンダヘッド14によって、閉じられている。ピストン3には、その上側表面5にピストンボウル6が設けられており、そのピストンボウル6はシリンダヘッド14の内側表面21及びシリンダ2の壁面と共に燃焼室7を形成している。シリンダヘッド14には、一つあるいは複数の吸気ポート9が配置されている。各吸気ポート9とシリンダ2との間の接続は、各吸気ポート9に配置された吸気弁10によって、開閉できる。シリンダヘッドにはまた、一つあるいは複数の排気ポート11が配置されている。各排気ポート11とシリンダ2との間の接続は、各排気ポート11に配置された排気弁12によって、開閉できる。弁10及び11の開閉は、機械的なカム、油圧作動システムあるいは他の駆動システムにより、ピストン3の往復運動に対し綿密に制御された時系列で達成できる。

20

【0033】

シリンダヘッド14には少なくとも一つの燃料インジェクタ13が配置されており、その燃料インジェクタ13によって、燃料が燃料噴霧としてシリンダ2内に噴射されると、シリンダ2内で圧縮されたガスと燃料が混合して混合気を生じさせ、シリンダ2内に生じる圧縮熱によって、着火する。噴霧のうち、着火した部分が炎を形成する。噴射の間、新たに噴射された噴霧のうちインジェクタに最も近い部分はまだ燃焼し始めていない。燃料は、好ましくは極めて高い圧力で噴射される。インジェクタ13は複数の小さい噴射オリフィス(図示せず)を有しており、それらはインジェクタ13のノズル組立体の下端に形成されていて、インジェクタ13のノズルキャビティから燃焼室7内に高圧の燃料が流れるようにし、極めて高い圧力が燃焼室7の内部の高温の圧縮された装填空気と燃料の完全な混合を生じさせる。ここで理解されるべきことは、インジェクタ13が、複数のインジェクタオリフィスを介して燃焼室7の内部に高圧燃料を噴射できる任意のタイプのインジェクタとし得ることである。更に、インジェクタ13は、プランジャ組立の前進ストロークの間に高圧を生じさせるべくインジェクタ本体の内部に収納された、機械的に作動するプランジャ(図示せず)を含むことができる。あるいは、インジェクタ13は、例えば、一つあるいは複数の高圧ポンプ、及び/又は高圧アキュムレータ、及び/又は燃料分配器を含むポンプ配管ノズルシステムといった、上流側の高圧供給源から高圧燃料を受け入れることができる。インジェクタ13は電子的に作動する噴射制御弁を含むことができ、それはノズルに高圧燃料を供給してノズル弁要素を開放させ、あるいはノズル弁キャビティからの高圧燃料の排出を制御してノズル弁要素上に圧力アンバランスを生じさせ、それによって、ノズル弁要素を開閉させて噴射イベントを形成する。例えば、ノズル弁要素は、従来通りのばね付勢で閉じて燃料の圧力で作動するノズル弁要素とすることができる。燃料インジェクタ13は、好ましくはシリンダヘッドの中心に配置され、燃料インジェクタの幾何学的な中心軸は、図1に示すように、ピストン3の往復運動の軸でもあるシリン

30

40

50

ダの幾何学的な中心軸 15 と一致する。

【0034】

一つの例証的な実施形態による、図1に示す内燃機関1は、4ストロークの原理に従って作動する。しかしながら、この内燃機関はまた、2ストローク、6ストローク、8ストロークのサイクルに、又は任意の他の代替りの熱力学サイクルに従って作動することもできる。内燃機関1は、好ましくは複数のシリンダ2を備え、それぞれにピストン3が設けられ、各ピストン3は共通のクランクシャフト4にコンロッドを介して接続され、従って内燃機関のクランクシャフト4が回転するとピストンはシリンダ2の内部の直線経路に沿って往復運動する。

【0035】

図1は、以下にTDC位置として言及する上死点位置より前の約45度にあるピストンの位置3を図示している。TDC位置は、クランクシャフトの回転軸から最も離れた位置にクランクシャフトがピストンを位置させるときに達成される。従来通り、ピストンは、吸気及び爆発の行程を通して進むときに、上死点から、以下にBDC位置として言及する下死点に移動する。この開示においては、「上方」及び「上方へ」という用語がエンジンクランクシャフトから離れる方向に対応し、かつ「下方」及び「下方に」という用語が内燃機関のクランクシャフトあるいはピストンの下死点位置に向かう方向に対応する。

【0036】

最も上のTDC位置において、ピストン3はその上方への圧縮行程が完了し、その間に吸気ポート9から燃焼室7に入ることができた装填空気は圧縮され、それによって、内燃機関の燃料の着火温度を上回るようにその温度が上昇する。この位置は、ピストン3の4ストロークサイクル全体の720度のうち、膨張/燃焼行程が開始する360度位置とみなされる。燃焼室に入る装填空気の量は、内燃機関の吸気マニホールドに圧力増大装置を設けることによって、増加させることができる。例えばこの圧力ブースト装置は、内燃機関の排気により推進されるタービンで駆動される、あるいは内燃機関のクランクシャフトで駆動されるターボチャージャ(図示せず)によりもたらすことができる。

【0037】

そのうえ、燃焼室部品の全体的な寸法、形状、及び/又は相対位置と特徴は、燃料噴霧/燃焼シリンダガス炎の運動量が、インジェクタからのわずかに先下がり途上の内側部分19及び側方部分20の形状に従う方向、シリンダヘッド21の内部表面との衝突が発生するまでの更なる上向き方向において、できる限り保たれ、従って燃焼イベントの後における煤の充分な酸化を保証するようなものとなっている。

【0038】

また、炎の鉛直方向及び接線方向の動きは、側方部分20と衝突した直後に扇形のパターンを形成し、そこにおいて、炎の動きのほぼ4分の1~5分の1が図4にYで示すように上方に導かれ、かつ炎の動きの残りの部分は、側方部分20に衝突したときに、図3に示すように、右に曲がる炎の部分についてXRでかつ左に曲がる炎の部分についてXLで示すように接線(水平)方向に導かれる。本発明は、特に、側方部分に向かって導かれる状態から垂直方向及び接線方向に導かれる状態に炎が方向を変えるとき、炎の水平方向の動きの方向転換と、炎の鉛直方向の動きの方向転換、更には鉛直方向の動き及び接線方向の動きの中心軸15に向かって導かれる動きへの転換の強化に向けられており、それらは図3及び図4にそれぞれ見られる。

【0039】

本明細書において、説明されるようにシリンダ2内に配置される本発明のピストン3の寸法、形状及び構成は、燃焼室内に配置されたときに、噴射される燃料のパターンを形成し、導き、制御し、かつ創り出すことができる装置に結びつく。とりわけ、燃料噴射の初期の間、結果として生じるガスの燃焼の開始及び膨張の間、ピストン3の爆発行程の間及び噴射を終了した後の間に燃焼室7の内部で燃料/シリンダガス混合物(炎)を燃焼させることができる装置は、特に煤エミッションの極めて高い減少を達成するばかりでなく、より急速な燃焼速度によって、効率を改善する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

より詳しくは、ピストン3の上部はピストンクラウン16と呼ぶことができる。このピストンクラウン16は、燃焼室7を部分的に定める上側表面5と、上方に開いたキャピティにより形成されたピストンボウル6とを有している。ピストンボウル6は、好ましくはボウル6の中央にあるいはその近傍に配置された突出部分17を有するフロア部分8を含んでいる。突出部分17は、図1に示されている好ましい実施形態においては、ピストンボウル3の中央に配置され、従ってピストン3の往復運動15の軸に沿って配置された頂部18を含んでいる。突出部分17はまた、図1に示すように、ピストン3の往復運動の軸線に対し垂直な平面から内側ボウルフロア角度で頂部18から下向きに延びる内側部分19を含んでいる。

10

【 0 0 4 1 】

ピストンボウル6のフロア部分8はまた、直径方向断面において、ほぼ凹面状の形状を有した側方部分20を含んでいる。この側方部分20は、燃焼室の内部の混合気あるいは炎の流れを、特に上向きの方向に効果的に成形しかつ案内する。

【 0 0 4 2 】

ここで図2を参照すると、図1のピストンボウル形状の右側半分が、噴霧の幾何学的な中心軸30の反射角(所定の噴霧軸の下方)、及び噴霧軸の角度(所定の噴霧角度以下)と共に示されている。噴霧の軸は、凹所より下方の側方部分20に向けて炎を案内する燃料インジェクタ13によって、決められる。従って、炎は、凹所41より下方において、側方部分20に衝突する。反射角は、側方部分20と衝突した後の炎の角度を定めている。側方部分20は、所定の丸みR1を有して設計されている。更にD1は、頂部18とインジェクタ13のいくつかの噴霧軸が交差する点Cとの間の距離を示している。距離D2は、ピストン3が下方に移動する間に噴霧が側方部分20に衝突する位置、すなわち、ピストン3が下方に移動する間に噴霧軸の噴射が側方部分に衝突する距離を示している。D2の開始及び終了の位置は、(ある量の燃料が噴射される)持続時間と噴射のタイミングによって、定まる。噴射の開始は距離D2の下端であり、かつ噴射の終了は距離D2の上端である。R4は、ピストン3のうち凹所41が配置されていない上側表面5と側方部分20とを接続する縁あるいは端部の丸みを示している。丸みR4の中心はCR4で示されている。凹所は、図2の要部拡大図に詳しく示されており、水平な座面部分Lと鉛直な壁面部分Hとで定められている。水平な座面部分Lと鉛直な壁面部分Hは、丸みR2により互いに接続されている。水平な座面部分Lと側方部分20は丸みR3により互いに接続されており、かつ鉛直な壁面部分Hと上側表面は丸みR6により互いに接続されている。鉛直な壁面部分は、図2に示されている例証としての実施形態において、ピストンの深度のほぼ15~30%であり、かつ水平な座面部分LはH~H*2の長さの範囲内にある。R5は、ピストンボウルの丸みを示している。

20

30

【 0 0 4 3 】

燃焼室の一般的な形状は先行技術に先行例があるが、それは、特有の構成で有りかつ更に重要なことに、以下に説明する重要な寸法及び寸法の関係が結果として本発明の改良された機能的な性能になる。

【 0 0 4 4 】

噴射の間における反射角の値は、噴射時期及び噴射時間の他に、例えばD1、R1、及びピストンボウルの丸みR5といった、いくつかの幾何学的なパラメータの選択によって、強く左右される。

40

【 0 0 4 5 】

ここで図3を参照すると、図1及び図2に描かれているピストン3の上面が、インジェクタ13からの上記した炎42の伝播の図解と共に図示されている。インジェクタ13からの炎の伝播を図示する側面図は、図4に示されておりかつ以下において、更に説明される。従って、図3及び図4は異なる視野から見た炎42を図示しており、そのため以下に別々に説明される。

【 0 0 4 6 】

50

図3から分かるように、ピストンボウルは隆起40と凹所41を有している。隆起40は、側方部分20に形成され、かつ側方部分20の円周方向に均一に配置されている。更にまた、隆起は上側表面から内側部分19に延びている。隆起は、他方ではサイズをより小さくすることができ、従って内側部分19まで完全には延びず、側方部分20に終端する。隆起のサイズ及び範囲は、例えばピストン3の特定の用途あるいはそのサイズによって、定まる。更に、凹所41は、側方部分20及びピストンクラウン16の上側表面5に形成されている。従って、凹所41は、側方部分20と上側表面5との間の重なり部分に形成される。凹所41もまた、側方部分20の円周方向に均一に配分される。更に図3に描かれているように、隆起40及び凹所41は互いに等しい距離で形成されており、それによって、隆起40及び凹所41の相対的に対称な形状の分布をもたらしている。

10

【0047】

更にまた、内部燃焼室のシリンダ内での燃焼の間、炎42は、その位置がシリンダの中心軸15に一致しているインジェクタ13から導かれる。炎42は、ピストンの外周に向かって放射状に導かれ、各凹所41の下方の位置で側方部分20に衝突するが、それは図4に最も良く示されている。炎42が側方部分20に衝突するとき、その一部は左側XL及び右側XRへと接線方向に導かれる。接線方向に導かれた炎は隆起40に到達し、実質的にシリンダの中心軸15に向かって導かれる。各隆起40の両側で側方部分20に衝突した炎は、隆起40によって、隆起40がないピストン3の場合のように互いに衝突しない。従って、隆起40は、燃焼の間の炎の運動エネルギーのロスを減少させる。

【0048】

20

図4に目を向けると、炎の伝播がピストンの側面図に示されている。図3に関連して上述した通り、炎が側方部分20に衝突するとき、その一部が接線方向に導かれる。図4に示したように、炎42の一部は鉛直方向Yに導かれる。本発明の発明者により驚きを持って見いだされたことは、炎が衝突する領域よりも上方の位置に凹所41を設けることにより、鉛直方向Yに導かれた炎の一部が凹所の内側に導かれ、その後、実質的にシリンダの中心軸15に向かって導かれるということである。これによって、例えばピストンリングに向かって導かれる煤粒子の減少が、説明した凹所がないピストンとの比較において、減少する。上述したようにかつ特に図4に示したように、ピストンに凹所41を設けることにより、炎のうちの増加した部分が実質的にシリンダの幾何学的な中央軸線15に向かって導かれる。これによって、上記した噴霧軸の角度を減らすことが可能である。噴霧軸の角度の減少により、噴霧軸の角度が増加する場合に比較して、側方部分に衝突した後により多量の炎が上方に導かれる。しかしながら、凹所は、上方に導かれた炎のうちの増加した部分が、凹所41に受け入れられた後に、シリンダの中心に向かって方向転換されるようにする。炎のうちの大部分をシリンダの中心に導く凹所41は、従って、ピストンを設計するときの自由度の増加を可能にする。噴霧軸の角度の減少は、シリンダ内の燃焼室の改良された燃焼プロセスをもたらす。なぜならば炎のうちのより多い量が隆起に向かって導かれ、それによって、シリンダの中心に向かって導かれて、炎の運動エネルギーのロスを低下させるからである。しかしながら、噴霧の円すい角度を減少させたときには、側方部分と衝突した後、炎のうち増加した量が上方に導かれ得る。従って、凹所は、炎のうち上方への部分をシリンダの中心に向かって導き、それによって、炎のうちのこの部分をシリンダの中心に向かって導く。

30

40

【0049】

本発明の一実施形態によると、燃焼の全体の間における噴霧/炎の動きの制御を保證できるようにするためには、噴射圧によって、生じる運動量はできる限り妨げられるべきではない。従って本発明によると、上に及び図面に示したように隆起40及び凹所41が対称であるときに、本発明の最大限の利益を達成できるためには低いスワールが好ましい。この明細書においては、1.0未満のスワールが低いスワールであるとみなされる。出願人は、0.7未満のスワール比が好ましいこと、及び更に好ましいのはスワール比が0.5未満であり、上記した実施形態についてはゼロまで低下させることが好ましいことを見いだした。

50

【 0 0 5 0 】

最後に、図 5 に注目すると、上記した本発明の一実施形態のピストン 3 の斜視図が示されている。図 5 に図示されているピストン 3 は、側方部分 2 0 の円周方向に互いに間隔を開けて配置された 6 つの隆起 4 0、並びに側方部分 2 0 とピストンクラウン 1 6 の上側表面 5 との間に円周方向に互いに間隔を開けて配置された 6 つの凹所 4 1 を備えている。図 5 に図示されているピストンは 6 つの隆起 4 0 及び 6 つの凹所 4 1 を備えているが、本発明には、もちろん、より多くのあるいはより少ない隆起及び凹所を等しく適用できる。特定の数は、単にピストンの特定の用途及び寸法によって定まる。

【 0 0 5 1 】

特定の隆起及び凹所を備える特定のピストンとの関係において、本発明を説明してきたが、本発明は、隆起及び凹所の他の形状及び形態をそれぞれ排除するものに限定されるものと解釈されるべきではない。例えば、隆起は、隆起部分と側方部分の円形形状との間の連続する移行部分が少ない、より鋭いものとすることができる。他の実施形態において、隆起のベース端部は、隆起部分と側方部分の円形形状との間の移行がより円滑な、より鋭くないものとすることができる。隆起のより鋭い最上部と隆起から側方部分の円形形状へのより円滑な移行との組み合わせもまた可能である。隆起のベース幅の各半分は、例えば、側方部分の円形形状に沿った総噴霧セクタ距離の約 3 分の 1 まで拡大できる。従って、当業者が理解できるような他の配置も考え得る。凹所の寸法及び形状は、広い範囲の構成でアレンジすることもでき、それはピストンの特定の用途によって、定まる。例えば、炎の幅が相対的に大きい場合、炎のうち上方に導かれる部分が凹所に受け入れられるように、相対的に広い凹所を設けることが必要であり得る。従って、本発明の例証となる実施形態の上記の説明及び添付の図面は、本発明の非限定的な例証と考えられるべきであり、かつ保護の範囲は添付の請求の範囲によって、定められる。請求項の如何なる参照符号も、範囲を制限するものと解釈されるべきではない。

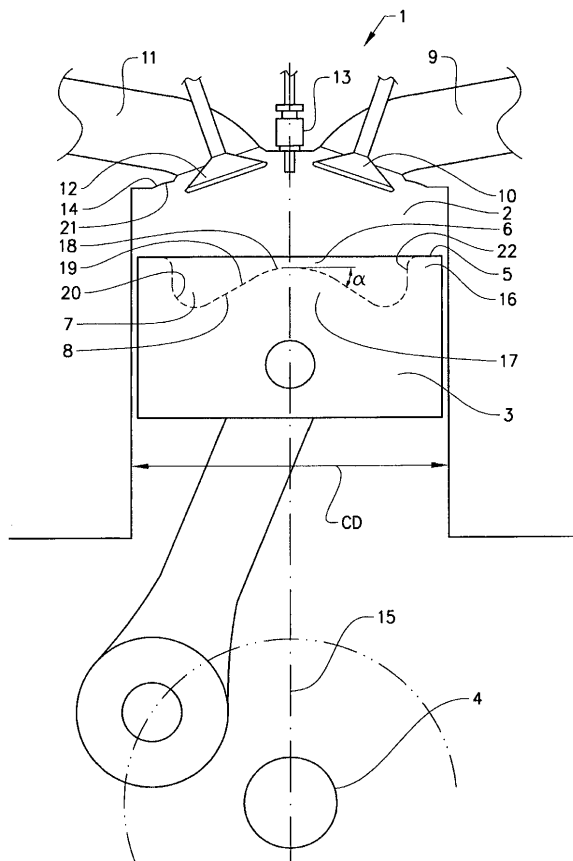
【 符号の説明 】

【 0 0 5 2 】

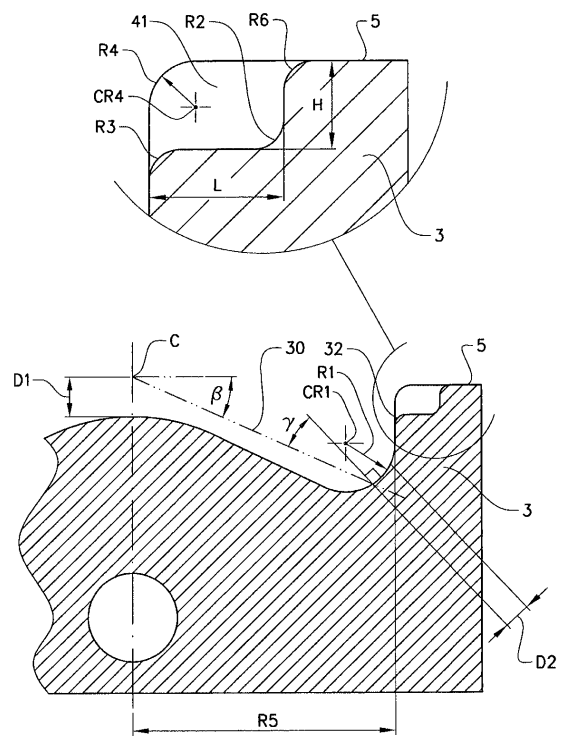
1	内燃機関	
2	シリンダ	
3	ピストン	
4	クランクシャフト	30
5	上側表面	
6	ピストンボウル	
7	燃焼室	
8	フロア部分	
9	吸気ポート	
1 0	吸気弁	
1 1	排気ポート	
1 2	排気弁	
1 3	燃料インジェクタ	
1 4	シリンダヘッド	40
1 5	中心軸	
1 6	ピストンクラウン	
1 7	突出部分	
1 8	頂部	
1 9	内側部分	
2 0	側方部分	
2 1	内側表面	
3 0	中心軸	
4 0	隆起	
4 1	凹所	50

- 4 2 炎
- D 1 距離
- D 2 距離
- H 壁面部分
- L 座面部分
- X L 左側
- X R 右側
- Y 鉛直方向
- 内側ボウルフロア角度
- 角度
- 反射角

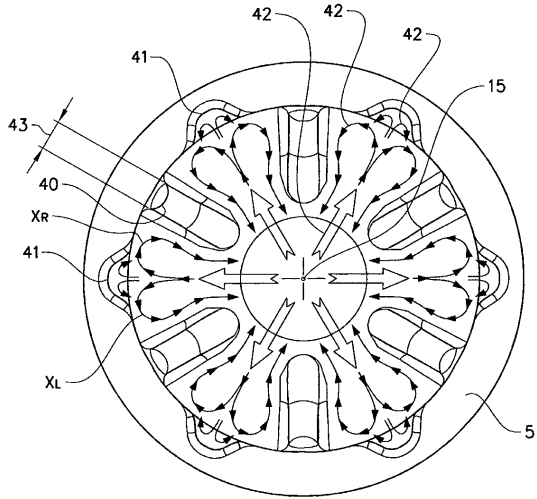
【図1】



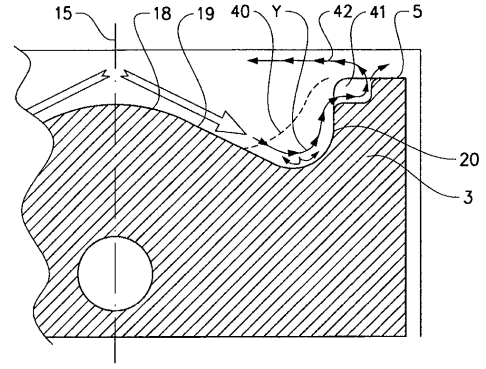
【図2】



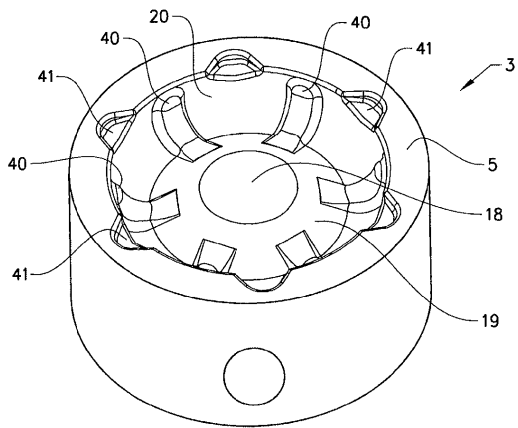
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100116757

弁理士 清水 英雄

(74)代理人 100123216

弁理士 高木 祐一

(72)発明者 エイスマルク, ヨーン

スウェーデン国 エスイ - 4 1 4 7 2 イエテボリィ シルヴェルケッレガタン 4

審査官 二之湯 正俊

(56)参考文献 特開2011-185242(JP, A)

特開昭52-006809(JP, A)

実開昭62-047728(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02F 3/00 - 3/28

F02B 1/00 - 23/10