



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203584599 U

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201290000367. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 03. 16

F02F 3/28(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/453, 858 2011. 03. 17 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 09. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/029519 2012. 03. 16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/125961 EN 2012. 09. 20

(73) 专利权人 康明斯知识产权公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 R·温努格帕勒 D·W·斯坦顿

B·兰加纳特 T·盖耶

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 党晓林 王小东

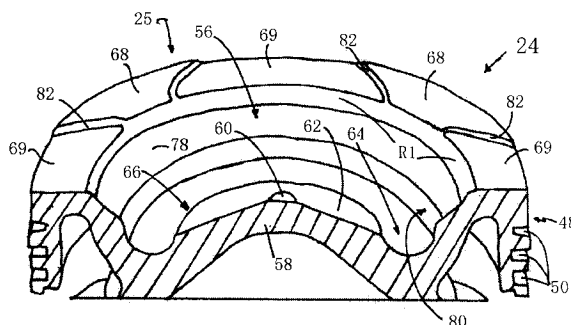
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

用于内燃发动机的活塞

(57) 摘要

本实用新型提供了一种活塞和发动机,其包括各种精确的结构参数,这些参数包括燃烧室特征部的尺寸、外形和/或相对定位。更具体地,提供了活塞顶和位于该活塞顶内的活塞碗的结构参数。活塞碗结构导致燃烧过程产生了至内燃发动机的气缸盖的降低的传热,也降低了NOx排放。



1. 一种内燃发动机,该内燃发动机包括:

发动机机体;

附接到所述发动机机体的气缸盖;

定位于所述气缸盖和所述发动机机体之间的燃烧室;以及

位于所述发动机机体内的活塞,该活塞包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶,所述活塞顶包括中心轴线,在垂直于所述中心轴线的平面中绕所述活塞顶的外周布置的多个阀套,以及定位在所述阀套的径向内侧的活塞碗,所述活塞碗包括:复合半径,该复合半径包括半径 R1,该半径 R1 包括距所述中心轴线径向距离 L1 的半径中心,所述半径 R1 连接到所述阀套并自所述阀套向内延伸;连接到所述复合半径的截头圆锥形外底板部,该截头圆锥形外底板部相对于与所述中心轴线垂直的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸距离 L4;包括半径 R5 的环形外碗部;以及喷雾靶向特征部,该喷雾靶向特征部定位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间,并且包括半径 R3,该半径 R3 的半径中心位于距所述阀套轴向距离 H3 处。

2. 如权利要求 1 所述的内燃发动机,其中,比值 $L4 / R3$ 在 0.2 至 3.0 的范围内。

3. 如权利要求 2 所述的内燃发动机,其中,比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

4. 如权利要求 3 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

5. 如权利要求 1 所述的内燃发动机,其中,比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

6. 如权利要求 5 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

7. 如权利要求 1 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

8. 如权利要求 1 所述的内燃发动机,所述活塞碗还包括滑跃特征部,该滑跃特征部定位在所述环形外碗部的径向内侧,所述滑跃特征部相切地连接到所述环形外碗部并且包括半径 R4。

9. 如权利要求 8 所述的内燃发动机,其中,比值 $R4 / R5$ 在 2.5 至 5.0 的范围内。

10. 如权利要求 9 所述的内燃发动机,其中,比值 $L4 / R3$ 在 0.2 至 3.0 的范围内。

11. 如权利要求 10 所述的内燃发动机,其中,比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

12. 如权利要求 11 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

13. 如权利要求 9 所述的内燃发动机,其中,比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

14. 如权利要求 13 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

15. 如权利要求 9 所述的内燃发动机,其中, $\alpha 1$ 小于 60 度。

16. 一种内燃发动机,该内燃发动机包括:

发动机机体;

附接到所述发动机机体的气缸盖;

定位于所述气缸盖和所述发动机机体之间的燃烧室;以及

位于所述发动机机体内的活塞,该活塞包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶,所述活塞顶包括中心轴线,在垂直于所述中心轴线的平面中绕所述活塞顶的外周布置的多个阀套,以及定位在所述阀套的径向内侧的活塞碗,所述活塞碗包括:复合半径,该复合半径包括半径 R1,该半径 R1 包括距所述中心轴线径向距离 L1 的半径中心,所述半径 R1 连接到所述阀套并自所述阀套向内延伸;连接到所述复合半径的截头圆锥形外底板部,该截头圆锥形外底板部相对于与所述中心轴线垂直的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸距离 L4;环

形外碗部；以及喷雾靶向特征部，该喷雾靶向特征部定位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间，并且包括半径 R3，该半径 R3 的半径中心位于距端面轴向距离 H3 处；

其中，比值 $L4 / R3$ 在 0.2 至 3.0 的范围内，并且比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

17. 如权利要求 16 所述的内燃发动机，其中， $\alpha 1$ 小于 60 度。

18. 一种内燃发动机，该内燃发动机包括：

发动机机体；

附接到所述发动机机体的气缸盖；

定位于所述气缸盖和所述发动机机体之间的燃烧室；以及

位于所述发动机机体内的活塞，该活塞包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶，所述活塞顶包括中心轴线，在垂直于所述中心轴线的平面中绕所述活塞顶的外周布置的多个阀套，以及定位在所述阀套的径向内侧的活塞碗，所述活塞碗包括：复合半径，该复合半径连接到所述阀套并自所述阀套向内延伸；连接到所述复合半径的截头圆锥形外底板部，所述截头圆锥形外底板部相对于与所述中心轴线垂直的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸；包括半径 R5 的环形外碗部；定位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间的喷雾靶向特征部；以及滑跃特征部，该滑跃特征部定位于所述环形外碗部和所述中心轴线之间，并且连接到所述环形外碗部，所述滑跃特征部包括半径 R4；

其中，比值 $R4 / R5$ 在 2.5 至 5.0 的范围内。

19. 如权利要求 18 所述的内燃发动机，其中，角度 $\alpha 1$ 小于 60 度。

20. 如权利要求 19 所述的内燃发动机，其中，所述截头圆锥形外底板部以角度 $\alpha 1$ 径向向外延伸距离 L4，所述喷雾靶向特征部具有半径 R3，并且比值 $L4 / R3$ 在 0.2 至 3.0 的范围内。

用于内燃发动机的活塞

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 3 月 17 日提交的美国临时专利申请 NO. 61 / 453, 858 的优先权, 该申请以引用方式全部并入本文。

技术领域

[0003] 本公开内容涉及一种内燃发动机的活塞的活塞碗的几何形状。

背景技术

[0004] 内燃发动机设计者已受到挑战来提高燃料效率和减小排放以满足政府法规和消费者期望。同时实现提高燃料效率和减小排放的途径之一是提高在内燃发动机的燃烧室中燃烧燃料的效率。

[0005] 消费者也要求提高内燃发动机的寿命和可靠性。内燃发动机的燃烧室中的高温给内燃发动机的气缸盖施加了显著的应力, 从而降低了气缸盖和安装于气缸盖中的零件的寿命。

[0006] 如果可以改进和完成燃料和空气或氧气在燃烧室的远离气缸盖的部分中的混合, 则可实现提高发动机效率和减小颗粒物排放。此外, 可以降低施加到气缸盖上的来自燃烧温度的应力, 从而提高了气缸盖的可靠性。

实用新型内容

[0007] 本公开提供一种内燃发动机, 该内燃发动机包括发动机机体, 气缸盖, 燃烧室和活塞。所述气缸盖附接到所述发动机机体。所述燃烧室位于所述气缸盖和所述发动机机体之间。所述活塞位于所述发动机机体内, 并且包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶。所述活塞顶包括中心轴线, 多个阀套以及活塞碗。所述多个活塞套在垂直于所述中心轴线的平面上绕所述活塞顶的外周布置。所述活塞碗定位在所述阀套的径向内侧。所述活塞碗包括复合半径, 截头圆锥形外底板部, 环形外碗部和喷雾靶向特征部。所述复合半径包括半径 R1。所述半径 R1 包括距所述活塞的中心轴线径向距离 L1 的半径中心。所述半径 R1 连接至所述阀套并自所述阀套向内延伸。所述截头圆锥形外底板部连接至所述复合半径且相对于垂直于所述中心轴线的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸距离 L4。所述环形外碗部包括半径 R5。所述喷雾靶向特征部定位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间, 并且包括半径 R3, 该半径 R3 的半径中心位于距所述阀套轴向距离 H3 处。

[0008] 本公开还提供了一种内燃发动机, 其包括发动机机体, 气缸盖, 燃烧室和活塞。所述气缸盖连接到所述发动机机体。所述燃烧室定位于所述气缸盖和所述发动机机体之间。所述活塞位于所述发动机机体内, 并且其包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶。所述活塞顶包括中心轴线, 多个阀套以及活塞碗。所述多个阀套在垂直于所述中心轴线的平面中绕所述活塞顶的外周布置。所述活塞碗定位在所述阀套的径向内侧。所述活塞碗包括复合半径, 截头圆锥形外底板部, 环形外碗部和喷雾靶向特征部。所述复合半径包括半径 R1。所

述半径 R1 包括距所述中心轴线径向距离 L1 的半径中心。所述半径 R1 连接至所述阀套并自所述阀套径向向内延伸。所述截头圆锥形外底板部连接至所述复合半径且相对于垂直于所述中心轴线的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸距离 L4。所述喷雾靶向特征部位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间,且其包括半径 R3,该半径 R3 的半径中心位于距端面轴向距离 H3 处。比值 $L4 / R3$ 在 0.2 至 3.0 的范围内,并且比值 $H3 / L1$ 在 0.15 至 0.3 的范围内。

[0009] 本公开还提供了一种内燃发动机,其包括发动机机体,气缸盖,燃烧室和活塞。所述气缸盖连接到所述发动机机体。所述燃烧室位于所述气缸盖和所述发动机机体之间。所述活塞位于所述发动机机体内,并且包括形成所述燃烧室的一部分的活塞顶。所述活塞顶包括中心轴线,多个阀套以及活塞碗。所述多个阀套在垂直于所述中心轴线的平面中绕所述活塞顶的外周布置。所述活塞碗定位在所述阀套的径向内侧。所述活塞碗包括复合半径,截头圆锥形外底板部,环形外碗部、喷雾靶向特征部和滑跃特征部。所述复合半径连接至所述阀套并自所述阀套径向向内延伸。所述截头圆锥形外底板部连接至所述复合半径且相对于垂直于所述中心轴线的平面成角度 $\alpha 1$ 从所述复合半径延伸。所述环形外碗部包括半径 R5。所述喷雾靶向特征部定位于所述环形外碗部和所述截头圆锥形外底板部之间。所述滑跃特征部定位于所述环形外碗部和所述中心轴线之间,并且连接到所述环形外碗部。所述滑跃特征部包括半径 R4,并且比值 $R4/R5$ 在 2.5 至 5.0 之间范围。

[0010] 当结合附图观察时,本公开的实施例的优势和特征将从以下示例性实施例的详细描述中变得更加明显。

附图说明

[0011] 图 1 是根据本公开的示例性实施例的内燃发动机的燃烧室的一部分的剖面图。

[0012] 图 2 是图 1 的燃烧室的一部分的剖面图。

[0013] 图 3 是图 1 的活塞的一部分的立体图。

[0014] 图 4 是类似于图 2 的剖面图,其示出在发动机循环的封闭燃烧阶段期间燃烧室中最高温度的位置。

具体实施方式

[0015] 参考图 1,本公开涉及一种内燃发动机,其一部分以剖面图示出并且大体上表示为 10。发动机 10 能够产生排放物,例如 NO_x 和颗粒物,其处于比传统发动机所产生的排放物水平更低的水平。如在下文讨论的,发动机 10 包括各种精确的结构参数,从而导致获得用于产生降低的排放物水平的期望的燃烧特性的燃烧过程。发动机 10 的构造也提供了在发动机 10 的气缸盖 22 处的降低的温度,从而提高了气缸盖 22 的寿命和可靠性。

[0016] 发动机 10 包括:发动机机体或发动机组 14,示出了其一小部分;以及至少一个燃烧室 16。当然,发动机 10 可包括多个燃烧室,例如四个,六个或八个,这些燃烧室可以布置为直列构型或 V 构型。每个燃烧室 16 均形成在气缸腔 18 的一个端部处,该气缸腔可以直接形成在发动机机体 14 中。气缸腔 18 可适于容纳可移除的气缸套 20,其仅在图 1 中被部分地显示。

[0017] 发动机 10 还包括气缸盖 22,其附接到发动机机体 14 上来封闭气缸腔 18。发动机

10 还包括定位成用于在每个气缸套 20 内与每个燃烧室 16 相关联进行往复运动的活塞 24。尽管仅活塞 24 的顶部在图 1 中被示出, 活塞 24 可以是任何类型的活塞, 只要其包括实现本公开所必需的在下文中确定的特征即可。例如, 活塞 24 可以是铰接活塞或整体活塞。

[0018] 活塞 24 的上表面或顶面 25 与气缸盖 22 以及气缸套 20 的在气缸盖 22 和活塞 24 之间延伸的部分协作以限定燃烧室 16。尽管未明确地示出, 活塞 24 通过连杆连接到发动机 10 的曲轴上, 从而使得活塞 24 随着发动机曲轴旋转在气缸套 20 内沿着直线路径往复运动。图 1 示出当曲轴定位成将活塞 24 移动到远离曲轴的旋转轴线的最远位置时, 实现活塞 24 位于上止点 (TDC) 位置。以常规方式, 当通过进气冲程和动力冲程前进时, 活塞 24 从 TDC 位置移动到达下止点 (BDC) 位置。为了本公开的目的, 单词“向外的”和“向外地”对应于远离发动机曲轴的方向, 单词“向内的”和“向内地”对应于朝着发动机曲轴或活塞 24 的 BDC 位置的方向。

[0019] 本公开的发动机 10 可以是四冲程压缩点火 (柴油) 发动机, 其采用将燃料直接喷射到每个燃烧室 16 中。形成在气缸盖 22 中的进气通道 26 借助一对定位于气缸盖 22 中的提升阀 28 选择性地将进口空气引导到燃烧室 16 中, 其中仅有一个提升阀在图 1 中被示出。类似地, 形成在气缸盖 22 中的排气通道 30 借助一对位于气缸盖 22 中的排气提升阀 32 选择性地从燃烧室 16 引导排气, 其中仅有一个排气提升阀在图 1 中被示出。阀 30 和 32 的打开和关闭随着活塞 24 的往复运动以小心控制的时序通过机械凸轮或液压致动系统 (未示出) 或其他动力系统来实现。

[0020] 在图 1 显示的最高、TDC 位置处, 活塞 24 刚完成其向上压缩冲程, 在该向上压缩冲程期间, 压缩被允许从进气通道 26 进入压缩室 16 的充入空气, 由此将其温度提升为高于发动机燃烧的点燃温度。这一位置通常被认为是完成活塞 24 的四个冲程所需的 720 度旋转的开始的零位置。进入发动机 10 的燃烧室 16 和其他燃烧室中的充入空气量可以通过在发动机 10 的进气歧管 (未示出) 中提供增压而增加。该增压可例如由涡轮增压器 (未示出) 提供, 该涡轮增压器由借助发动机 10 的排气供以动力的涡轮驱动或可以由发动机 10 的曲轴 (未示出) 驱动。

[0021] 发动机 10 还包括燃料喷射器 34, 其牢固地安装在形成在气缸盖 22 中的喷射器孔 36 内, 用于在活塞 24 接近、位于或远离 TDC 位置移动时, 将燃料以非常高的压力喷射到燃烧室 16 中。喷射器 34 包括位于其内端处的喷射器喷嘴组件 38。喷射器 34 包括多个喷射口 42, 这些喷射口形成在喷嘴组件 38 的下端中, 用来使高压燃料以非常高的压力从喷射器 34 的喷嘴腔流入到燃烧室 16 中, 从而导致燃料与高温的压缩充入空气在燃烧室 16 内充分混合。应该理解的是, 喷射器 34 可以是任何类型的能够以下文所述的方式将高压燃料通过多个喷射口喷射到燃烧室 16 中的喷射器。例如, 喷射器 34 可以是封闭喷嘴型喷射器或敞开喷嘴型喷射器。而且, 喷射器 34 可以包括被收纳在喷射器主体内的机械致动柱塞, 其用来在柱塞组件的前进冲程期间产生高压。另选地, 喷射器 34 可接收来自上游高压源 (例如包括一个或多个高压泵和 / 或高压蓄能器和 / 或燃料分配器的泵管嘴喷射系统) 的高压燃料。喷射器 34 可包括电子致动喷射控制阀, 其向喷嘴阀组件供应高压燃料来打开喷嘴阀元件 38, 或控制高压燃料从喷嘴阀腔的排出以在喷嘴阀元件 38 上产生压力失衡。所述压力失衡由此导致喷嘴阀元件 38 打开和关闭从而形成喷射事件。例如, 喷嘴阀元件 38 可以由燃料压力致动的传统的弹簧偏压封闭喷嘴阀元件, 例如在美国专利 No. 5, 326, 034 中所公

开的,该美国申请的全部内容通过引用并入。喷射器 34 可以呈美国专利 No. 5, 819, 704 中公开的喷射器的形式,该美国申请的全部内容由此以引用方式并入。

[0022] 本公开的发动机包括燃烧室部分和特征部,它们的尺寸,形状和 / 或相对于彼此的位置确定成,如下文所描述的,有利地将燃料喷雾羽流沿着活塞 24 的顶面 25 朝着气缸套 20 引导,并且向下引导到活塞 24 的活塞碗部分。这种结构保持了燃烧燃料喷雾羽流的最热部分远离气缸盖 22,因此降低了在燃烧过程期间气缸盖 22 的温度。前述的部件和特征部同样促进了扩散火焰与燃烧室 16 中可利用的氧气的有效混合,产生的颗粒物排放物低于满足环境保护局 (EPA) 排放规则所需的发动机排放指标。此外,制动比氮氧化物 (BSNO_x) 有利地降低。

[0023] 为了了解燃烧室 16 的独特的物理特征,以及更具体地活塞 24 的顶面 25 的特征,注意图 1 至图 3,这些图示出了用于实现本公开的想不到的排放和温度下降优点的各种物理特征或参数。如将在下文详细地说明的,物理特征和参数的组合可导致不同类型的优点。特定的构造,并且更加重要的,下述中所描述的关键尺寸和尺寸关系导致了本公开的改善的功能性能。

[0024] 更具体地,活塞 24 的上部分可称为活塞顶 48。活塞 24 的该部分包括:悬垂的圆柱形壁 46,其包括多个外周开口;用来接收相应的活塞环或密封件 52 的环形槽 50,这些活塞环或密封件设计用于在气缸套 20 的周围壁和活塞 24 之间形成相对紧密的燃烧气体密封。活塞顶 48 包括部分形成燃烧室 16 的顶面 25,和由向外开口空腔形成的活塞碗 56。活塞碗 56 包括凸出部 58,其优选地定位于或接近活塞碗 56 的中心。凸出部 58 包括定位于活塞碗 56 的中心处并且因此沿着活塞 24 的往复轴线定位的远端 60。远端 60 定位于距离阀套 69 的内表面深度 H5 处。深度 H5 优选地在 3 毫米到 6 毫米的范围内。凸出部 58 还包括平的、截头圆锥形的内底板部 62。该底板部 62 以在 21 度至 25 度的范围内的内底板角度 α_2 从凸出部 58 朝着活塞 24 的 BDC 位置或发动机 10 的曲轴(未示出)轴向向内延伸,并且优选地以 23 度的角度 α_2 从垂直于活塞 24 的往复轴线的平面延伸,如图 1 中所示。内底板部 62 还从凸出部 58 径向向外延伸或从活塞 24 的中心轴线径向向外延伸。

[0025] 活塞碗 56 包括具有半径 R5 的向内延伸的环形外碗部 64。在底板部 62 和外碗部 64 之间,并且在底板部和外碗部的环形界面处定位有环形滑跃特征部 66,该环形滑跃特征部包括与底板部 62 和外碗部 64 相切的半径 R4。活塞 24 的顶面 25 还包括最上表面部 68,其大致垂直于活塞 24 的往复轴线并且环绕活塞 24 的外周延伸。并且多个阀套 69 位于活塞 24 的顶面 25 中。每个阀套 69 均从定位于活塞 24 的圆柱形壁 46 和顶面 25 接合部处的外周边缘 70 向内延伸。多个阀套 69 将最上表面部 68 分成多个凸起的岛部或平台。滚边 82 位于每个阀套 69 的外周周围,该滚边包括这样的半径,其是阀套 69 和活塞碗 56 之间的过渡区中的半径 R1。复合半径 72 位于阀套 69 和外碗部 64 之间,其包括半径 R1 和具有半径 R2 的上弯唇部 73。半径 R1 具有位于距活塞 24 的中心径向距离 L1 处且位于向内距阀套 69 的内表面纵向或轴向距离 H2 处的中心 74,其中 H2 等于半径 R1。半径 R2 与半径 R1 相切且与活塞碗 56 的环形外底板部 78 相切地延伸,从而将外底板部 78 接合到复合半径 72。外底板部 78 是平的、截头圆锥形部分,其相对于与活塞 24 的往复轴线垂直的平面成角度 α_1 朝着活塞 24 的中心轴线径向向内延伸。外底板部具有长度 L4。环形喷雾靶向唇部或特征部 80 以位于距活塞套 69 向内深度 H3 处的半径 R3 为特征。半径 R3 与外底板部 78 相切。

为了防止活塞碗 56 中的底切,截头圆锥部分 76 可在外活塞碗 64 和半径 R3 之间延伸。

[0026] 在示例性实施例中在上文所描述的各种特征彼此以一定关系定位。在从阀套 69 的平面的轴向方向上,半径 R4 的中心最向内或轴向远离阀套 69 的平面。半径 R3 的中心位于半径 R4 的中心和阀套 69 的平面之间。半径 R5 的中心轴向地位于半径 R3 的中心和半径 R4 的中心之间。半径 R1 的中心比半径 R2 的中心距阀套 69 的平面轴向更远。半径 R3 的中心和半径 R1 的中心的轴向位置意味着轴向距离 H3 大于轴向距离 H2。在该示例性实施例中,轴向距离 H5 处于轴向距离 H2 和 H3 之间,但在其他实施例中,轴向距离 H5 可能小于距离 H2。

[0027] 在从活塞 24 的中心轴线的径向方向上,半径 R5 的中心定位于活塞 24 的中心轴线和半径 R1 的中心之间。半径 R4 的中心径向地定位于活塞 24 的中心轴线和半径 R5 的中心之间。半径 R3 的中心径向地位于半径 R5 的中心和半径 R1 的中心之间。半径 R2 的中心径向地位于半径 R3 的中心和半径 R1 的中心之间。

[0028] 从以上描述应该显而易见的是,活塞碗 56 从阀套 69 的表面径向向内的特征部与活塞 24 的中心轴线同心,该中心轴线也是活塞碗 56 的中心轴线。这些特征部也可被描述为绕活塞 24 的中心轴线成环形。由于活塞碗 56 的从阀套 69 的表面向内的特征部的环形特性,活塞碗 56 在该活塞碗 56 的所有位置处关于活塞 24 的中心轴线对称,这些位置从阀套 69 的表面轴向向内。此外,活塞 24 包括定位于活塞顶 48 中的四个阀套 69,这四个阀套 69 关于活塞顶 48 的顶部均匀隔开。因此,活塞顶 48 关于任何轴平面对称,这些轴平面包括活塞 24 的中心轴线。

[0029] 这种结构的好处在于,在燃烧室 16 内引导和燃烧来自燃料喷射器 34 的燃料羽流。更具体地,外底板部 78 的结构和复合半径 72 的半径 R1 使得被传递到气缸盖 22 的热量降低。此外,滑跃部 66,外碗部 64 的半径 R4、R5,喷雾靶向唇部或特征部 80,和复合半径 72 的半径 R2 的结构使得烟、干燥颗粒或烟灰能够得到控制并且能够降低燃料消耗。

[0030] 在上文所描述的特征需要符合除前述尺寸和关系以外的下列尺寸和关系。如前所述的,每个活塞套 69 的边缘均具有半径,其中边缘 82 接触最上表面部 68,且套 69 接触活塞碗 56。该半径在与活塞碗 56 的接合处为 R1。边缘 82 的半径等于从阀套 69 到最上表面 68 的轴向距离。外底板部 78 具有长度 L4,其相对于活塞套 69 的平面以角度 $\alpha 1$ 定位。在示例性实施例中,长度 L4 和半径 R3 满足等式 (1) 的要求,并且角度 $\alpha 1$ 满足等式 (2) 的条件。

[0031] $0.2 \leq L4 / R3 \leq 3.0$ (等式 1)

[0032] $\alpha 1 < 60$ 度 (等式 2)

[0033] 如前所述,滑跃特征部 66 包括半径 R4 并且外碗部 64 包括半径 R5。半径 R4 和半径 R5 满足等式 (3) 的要求。

[0034] $2.5 \leq R4 / R5 \leq 5.0$ (等式 3)

[0035] 喷雾靶向特征部 80 包括半径 R3,其中半径的中心定位于距活塞套表面 69 深度 H3 处。复合半径 72 包括半径 R1,其具有位于距活塞 24 的轴向或纵向中心的径向距离 L1 处的半径中心。注意的是,径向距离 L1 表示活塞碗 56 的半径,使得径向距离 L1 是活塞碗 56 宽度的一半。深度 H3 和径向距离 L1 满足等式 (4) 的要求。

[0036] $0.15 \leq H3 / L1 \leq 0.3$ (等式 4)

[0037] 如从下文的描述将看到的,等式 (1), (2) 和 (4) 结合以实现传递到气缸盖 20 的热量的降低,等式 (1), (3) 和 (4) 结合以控制烟、烟灰或颗粒控制和燃料消耗或效率。

[0038] 现在参考图 4, 其示出活塞 24 朝着发动机曲轴在向下或向内冲程中移动, 在上文描述的本公开的益处被示出。来自燃料喷射器 42 的燃料羽流沿着路径 84 穿过活塞碗 56 朝着该活塞碗 56 中的喷雾靶向特征部 80 流动, 从而在燃料羽流与来自进气阀 28 的空气相互作用时变成扩散羽流。喷雾靶向特征部或唇部 80 的半径 R3 导致所述扩散羽流在喷雾靶向唇部 80 处分叉, 将所述扩散羽流的一部分沿着路径 86 引导入外碗部 64, 同时剩余部分沿着路径 88 朝着气缸盖 22 流动。当扩散羽流到达复合半径 72 时, 复合半径 72 的结构和尺寸导致所述扩散羽流再次被分叉, 从而沿着路径 90 朝着气缸套 20 引导所述扩散羽流的一部分, 同时所述扩散羽流的剩余部分沿着路径 92 被引导或被再循环回到活塞碗 56 中。具有形成范围在 0.2 至 3.0 之间的比值 $L4 / R3$ 的长度 L4 的外底板部 78 延缓了扩散羽流朝向气缸盖 22 的前进, 这用来降低到气缸盖 22 的热传递。降低的热传递因活塞 24 正在下行冲程中移动且位于活塞 24 和气缸盖 22 之间的气缸 18 中的气体正在膨胀而发生。因此, 扩散羽流在气缸盖 22 附近的分叉具有阻止过量的热量传递到气缸盖, 同时使用再循环区域中可利用的氧气来改善扩散羽流中燃料的燃烧的优点。复合半径 72 的翻转半径或特征部 R1 以及活塞套 69 的向前边缘 82 有助于保证扩散羽流顺畅地翻转到活塞套 69 和最上表面部 68 上。在没有翻转特征部 R1 和滚边 82 的情况下, 扩散羽流中的至少一些将与活塞 24 分离并且朝着气缸盖 22 流动, 从而导致较高的气缸盖温度。除了前述温度益处之外, 外碗部 64 的半径 R5 和滑跃特征部或唇部 66 的半径 R4 促进向上的湍流, 以通过沿着活塞碗 56 在燃烧室 16 中集中最高温度来烧尽在燃烧室 16 中的富烟灰区域 94。形成范围在 2.5 至 5.0 之间的比值 $R5 / R4$ 的半径 R5 和半径 R4 与由半径 R3 和轴向距离 H3 以及复合半径 72 的距离 R2 所限定的喷雾靶向特征部 80 合作, 以减少烟、烟灰或颗粒物, 以及改善燃料消耗和效率。正如前所述, H3 和 L1 形成范围在 0.15 至 0.3 之间的比值 $H3 / L1$ 。

[0039] 本公开的结构试验表明, 相比于传统的活塞设计, 取决于发动机转速, 气缸盖 22 中的温度下降在 10 至 15 华氏度的范围内。这种结构也降低了制动比 NO_x (BSNO_x) 14% 至 17%, 增加了发动机输出制动比干燥颗粒物 11% 至 17%, 同时增加了制动比燃料消耗大约 0.8%。然而, 干燥颗粒物或烟灰的增加保持在 EPA 规定的准则以内, 并且可通过后处理系统进一步控制。此外, 燃料消耗的少量降低可通过增加活塞的压缩比到 18:1 来补偿, 与先前可比设计相比, 这实现 1.5% 降低的燃料消耗, 因此增加了燃料消耗。

[0040] 虽然已经显示和描述了本公开的各种实施例, 但是可以理解的是, 这些实施方式并不限于此。这些实施例可以由本领域技术人员改变、修改和进一步应用。因此, 这些实施例不限于前述的和所示的细节, 而是还包括全部这些变化和修改。

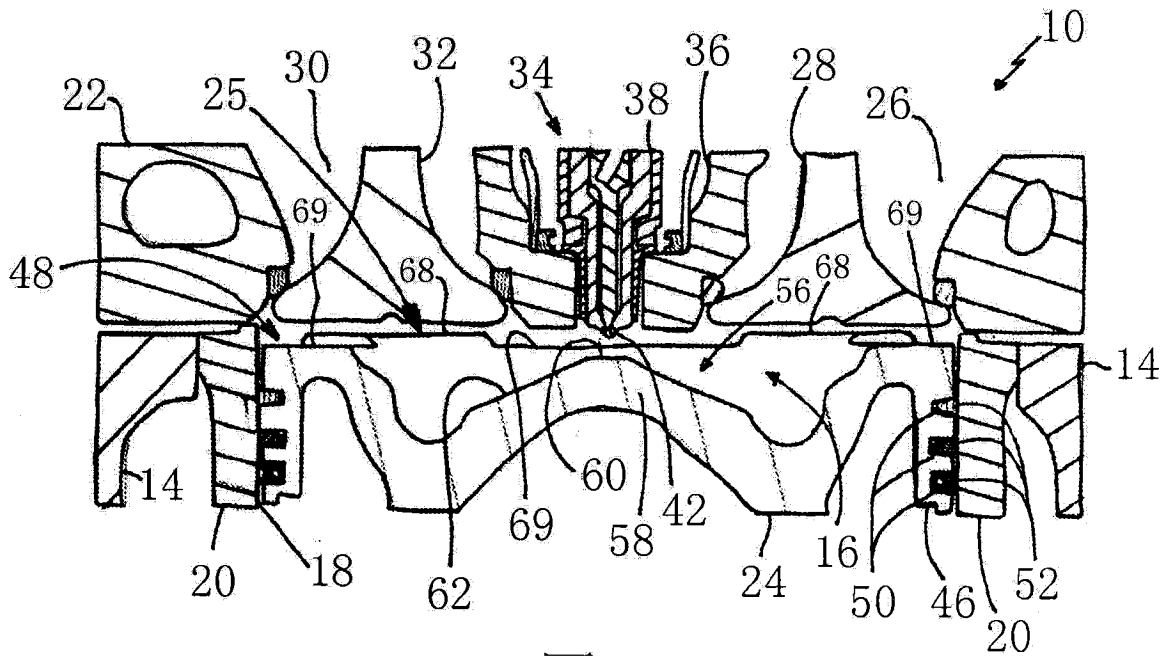


图 1

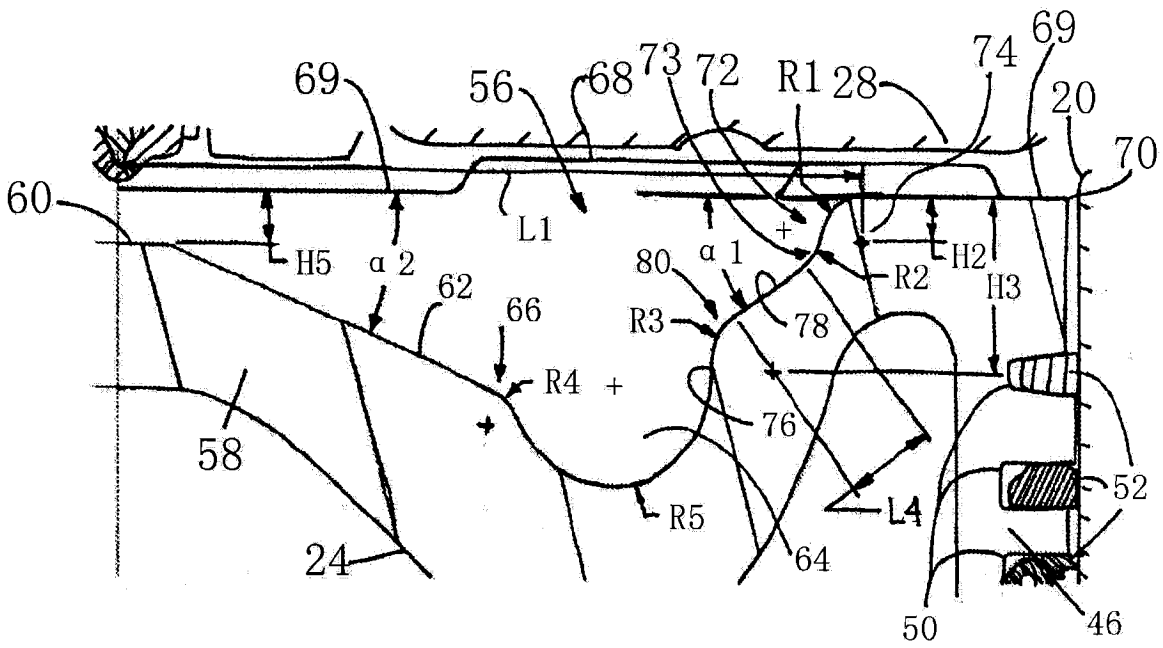


图 2

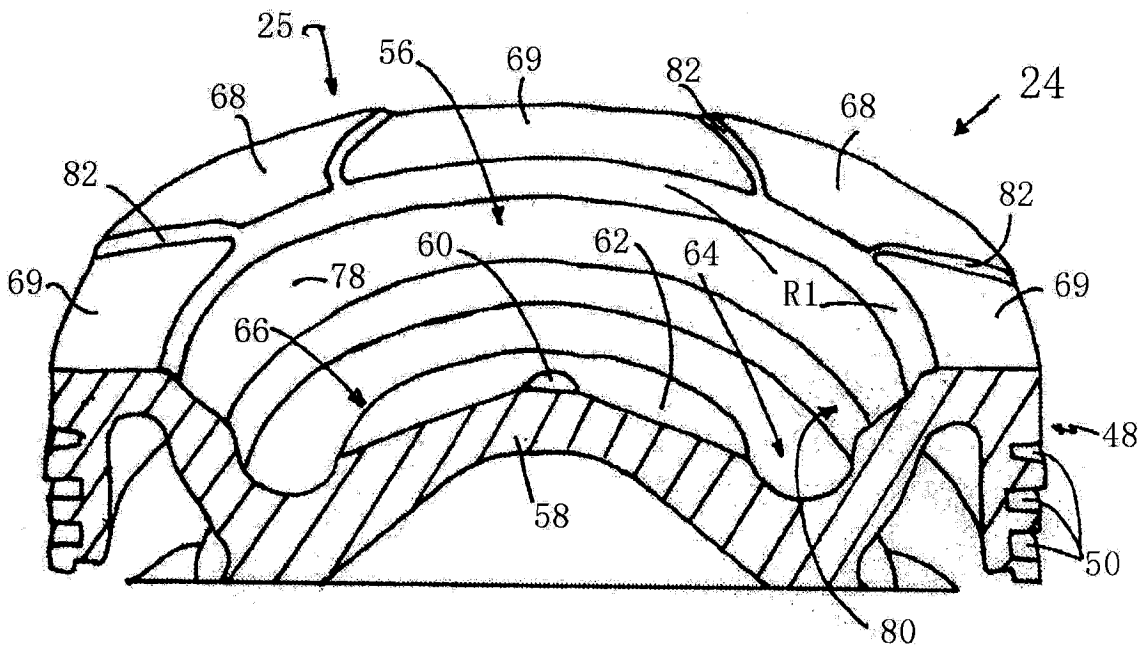


图 3

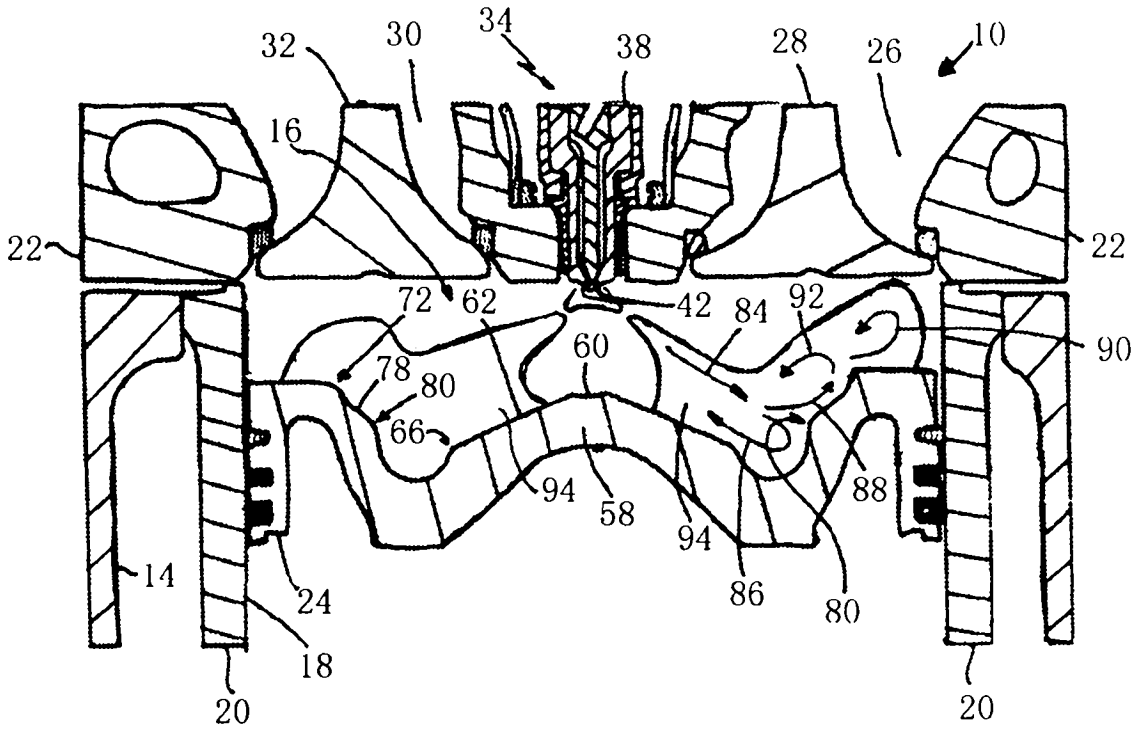


图 4