



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105697182 A

(43) 申请公布日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201510917635. 2

(22) 申请日 2015. 12. 10

(30) 优先权数据

14/567144 2014. 12. 11 US

(71) 申请人 卡特彼勒公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 L·伯格 A·帕尔默 B·鲍迪奇

A·洛茨

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 雷明 吴鹏

(51) Int. Cl.

F02F 3/00(2006. 01)

F02F 3/22(2006. 01)

F02F 3/26(2006. 01)

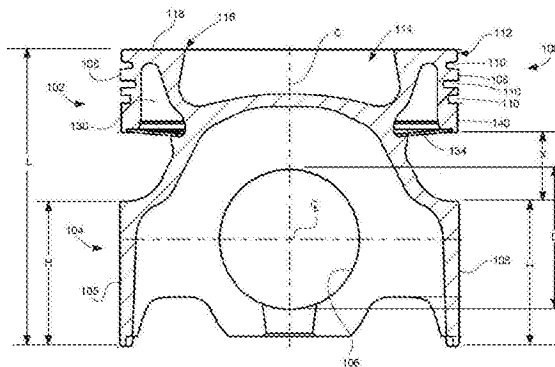
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

发动机活塞

(57) 摘要

一种活塞,该活塞包括形成冠部和裙部的活塞本体,所述冠部形成碗状结构,该碗状结构由具有环状形状并且沿着一平面布置的平坦冠表面包围,所述碗状结构和所述平坦冠表面沿着所述碗状结构的具有大致的环形形状的边缘交汇。大致的筒形表面包围所述冠部并且形成限定顶部凸台表面和底部凸台表面的至少两个凹槽。所述顶部凸台表面具有沿着所述活塞的中心线的高度,所述活塞具有被配置成允许在具有内部直径的缸孔内往复运动地操作的标称外部直径,使得所述顶部凸台表面的高度和所述缸孔的内直径之间的比率在3%到4.5%之间。



1. 一种用于内燃发动机的活塞,该活塞包括:

形成冠部和裙部的活塞本体,所述裙部包括销孔,该销孔被布置成接纳用于将所述活塞连接至连杆的销,所述冠部形成由边缘包围的碗状结构;

包围所述冠状部的大致的筒形表面,该大致的筒形表面中形成有彼此平行地延伸的至少两个凹槽,所述至少两个凹槽限定沿着所述大致的筒形表面的顶部凸台表面、底部凸台表面和至少一个中间凸台表面;

其中,所述顶部凸台表面具有沿着所述活塞的中心线的高度,其中所述活塞具有标称直径,该标称直径配置成允许所述活塞在具有内直径的缸孔内往复运动地操作,并且其中所述顶部凸台表面的高度和所述缸孔的内直径之间的比率在 3% 到 4.5% 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的活塞,其中,所述碗状结构被具有环状形状并且沿着一平面布置的平坦冠表面包围,所述碗状结构和所述平坦冠表面沿着所述边缘交汇,所述边缘具有圆形形状,其中,所述碗状结构具有在所述平坦冠表面内凹陷的大致的凹入形状,该碗状结构由如下部分形成:

围绕所述碗状结构延伸并且邻近所述边缘布置的截锥形壁表面;

相对于所述活塞居中地布置的凸表面;和

围绕所述凸表面并且布置在所述凸表面和所述截锥形壁表面之间的凹表面。

3. 根据权利要求 2 所述的活塞,其中,所述边缘以尖锐角度形成。

4. 根据权利要求 3 所述的活塞,其中,所述边缘被形成为倒角部,该倒角部具有标称尺寸为 0.25mm 的半径。

5. 根据权利要求 2 所述的活塞,其中,所述截锥形壁表面相对于所述平坦冠表面以约 80 度的角度 β 形成。

6. 根据权利要求 2 所述的活塞,其中,所述凸表面以一半径形成,其中,该半径是根据所述活塞的期望压缩比来选择的。

7. 根据权利要求 6 所述的活塞,其中,所述期望压缩比为 14.35 ± 0.5 至 1,其中,所述凸表面的半径为 155mm。

8. 根据权利要求 2 所述的活塞,其中,所述凹表面以标称尺寸为约 10mm 的半径形成。

9. 根据权利要求 1 所述的活塞,其中,所述顶部凸台表面在沿着所述活塞的中心线的方向上比所述底部凸台表面短。

10. 根据权利要求 1 所述的活塞,该活塞进一步包括:

沿着所述裙部的外边缘形成的两个引导表面,所述两个引导表面布置在所述活塞的在直径方向上相对的两侧,并且至少沿着所述活塞的、垂直于所述销孔的中心线的横截面延伸;

其中,所述两个引导表面中的每个引导表面都在所述活塞的外周的各自的角部分上延伸,该角部分在沿着所述活塞的外周测量的约 70 度和 90 度之间的角度上延伸;

其中,各个引导表面沿着所述活塞的中心线的方向在所述裙部的外部部分上延伸一段高度;以及

其中,所述销孔具有这样的直径,该直径在沿着所述活塞的中心线的方向上至少部分地与所述两个引导表面的高度重叠,使得所述裙部通过抵消通过所述活塞缸孔施加并且存在于所述活塞中的力和力矩来在活塞缸孔内在操作过程中部分地支撑所述活塞。

11. 根据权利要求 10 所述的活塞,其中,所述至少一个中间凸台表面形成了抵靠所述活塞缸孔进一步支承所述活塞的第二引导表面,其中,所述两个引导表面和所述第二引导表面的高度共同跨越沿着所述活塞的中心线的、完全包括所述销孔的距离。

12. 根据权利要求 1 所述的活塞,其中,所述顶部凸台表面具有大约 $6\text{mm} \pm 0.5$ 的高度,所述碗状结构具有 104.4mm 的边缘直径,所述缸孔的内直径具有 170mm 的标称尺寸,所述活塞在所述裙部处具有约 169.9mm 的标称外直径,所述碗状结构具有近似 240.1 立方厘米的容积。

发动机活塞

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种内燃发动机,更具体而言,涉及在发动机缸孔内操作的活塞。

背景技术

[0002] 内燃发动机典型地包括通过连杆互连至曲轴的一个或多个活塞。这些活塞典型地布置成在形成于曲轴箱中的缸孔内往复运动。典型的活塞包括:头部,该头部至少部分地限定位于各个缸孔内的燃烧室;和裙部,该裙部典型地包括用于连接至发动机连杆的销开口和其它支承结构。通常,活塞形成为具有大体杯状形状,其中活塞头形成基部,而裙部连接至该基部并且包围活塞的封闭油道。在典型的应用中,在操作过程中将来自发动机的润滑油供应到活塞的油道内,以对流地冷却和润滑活塞的各个部分。

[0003] 典型的活塞头还包括筒形外壁,该筒形外壁具有形成在其中的一个或多个周向连续凹槽。这些凹槽典型地彼此平行地延伸并且尺寸大小被适当地设置成在其中容纳密封环。这些密封环在各个活塞与各个活塞在其中操作的曲轴箱缸孔之间产生滑动密封。典型地,最接近活塞裙部定位的凹槽容纳刮油环,该刮油环被布置成在活塞的下行冲程过程中将附着在活塞缸孔壁上的油刮除。活塞下行冲程之后可能留下的润湿缸孔壁的油可能进入燃烧室并且在发动机操作过程中燃烧。

[0004] 通常,活塞通过在发动机的缸体中形成的缸孔内往复运动来操作,这产生了能够压缩在其中提供的燃料/空气混合物的可变容积。燃烧的燃料/空气混合物膨胀并且推动活塞,以增加可变容积,因而产生动力。燃料可以直接或间接地提供到该可变容积内,而空气和排气通过将该可变容积与进气和排气收集器选择性地流体连接的一个或多个进气阀和排气阀提供给该可变容积或从该可变容积去除。

[0005] 用来构建发动机气缸壁、活塞、与可变容积相关的各种阀以及其他周围的发动机结构的材料被选择成能够承受发动机操作过程中存在的高温和高压。活塞的各种特征结构也被设置形状为促进燃料在活塞内的有效燃烧、与发动机气缸相关的各种发动机部件的可靠性、以及其它考虑。然而,总是期望增加这些和其它发动机部件的可靠性和使用寿命,并且在减少燃料消耗和排放以及增加动力和效率方面促进发动机的有效操作。

发明内容

[0006] 在一个方面中,本公开描述了一种用于内燃发动机的活塞。该活塞包括形成冠部和裙部的活塞本体。所述裙部包括销孔,该销孔被布置成收纳用于将所述活塞连接至连杆的销。所述冠部形成碗状结构,该碗状结构由具有环状形状并且沿着一平面布置的平坦冠表面包围。所述碗状结构和所述平坦冠表面沿着所述碗状结构的具有大体圆形形状的边缘(边沿)交汇。大致的筒形表面包围所述冠状部。该大致的筒形表面中形成有彼此平行地延伸的至少两个凹槽。所述至少两个凹槽限定沿着所述大致的筒形表面的顶部凸台表面(land surface)、底部凸台表面和至少一个中间凸台表面。所述顶部凸台表面具有沿着所

述活塞的中心线的高度,所述活塞具有这样的标称直径,该标称直径配置成允许所述活塞在具有内直径的缸孔内往复运动地操作,使得所述顶部凸台表面的高度和所述缸孔的内直径之间的比率在 3% 到 4.5% 之间。

附图说明

- [0007] 图 1 是根据本发明的活塞的局部视图。
[0008] 图 2 是图 1 的活塞的底部视角的轮廓图。
[0009] 图 3、4 和 5 是图 1 的活塞的各个部分的局部放大视图。
[0010] 图 6 是根据本发明的活塞的替代实施例的局部视图。

具体实施方式

[0011] 本发明涉及用于在内燃发动机中使用的活塞。在一个方面中,本发明提供了用于具有能够建立流场和湍流以促进燃料在气缸内的燃烧的特征结构的发动机活塞的各种实施例。根据发动机操作的类型,例如,火花点燃或压燃,活塞的这些特征结构能够操作以在活塞内容纳、混合和 / 或引导各种含有质量 (物质) 的燃料,以增加发动机效率,降低热排放,缩短燃烧时间,并且还控制部件温度,因而增加部件可靠性和使用寿命。如这里讨论的,物质在气缸内的混合或引导可以至少瞬间地发生,并且可以持续不超过千分之几秒,同时或在该时段的一些部分上在该气缸内存在燃料注入和 / 或燃烧火焰。

[0012] 为了说明根据本发明的发动机活塞的特定特征,在图 1 中从侧面视角示出了用于发动机的活塞 100 的局部视图,并且在图 2 中示出了从底部视角的该活塞的轮廓视图。活塞 100 包括冠部 102 和裙部 104。裙部 104 形成用来容纳将活塞枢转地连接至连杆 (未示出) 的销 (未示出) 的销孔 106,连杆以公知方式连接至发动机曲轴 (未示出)。裙部 104 还包括布置在活塞 100 的在直径方向上相对两侧的两个引导表面 105。在一替代实施例中,这些引导表面可以集成为基本围绕活塞延伸的单个引导表面。在示出的实施例中,所述两个引导表面 105 至少沿着活塞的包括活塞横截面 103 的横截面延伸,该活塞横截面 103 在图 1 中示出并且如图 2 所示垂直于销孔 106 的中心线 C/L。在活塞的任一侧,所述两个引导表面 105 都可以在活塞外周的两个角部分上延伸,在图 2 中,各个角部分由 α 表示,并且延伸大约 70 度到 90 度。在示出的实施例中,对于围绕活塞 100 总共约 154 度的覆盖,每个角 α 约为 77 度。

[0013] 现在参照图 1,两个引导表面 105 中的各个引导表面在沿着活塞 100 的中心线 C 的方向上在裙部 104 的外部部分上延伸一段高度 H。在示出的实施例中,销孔 106 的沿着活塞 100 的中心线 C 的直径 D 至少部分地与引导表面的高度 H 重叠,使得在操作过程中裙部 104 通过抵消位于借助于销布置在销孔 106 中的连杆和其中布置有活塞的活塞缸孔之间的活塞中存在的力和力矩而部分地支撑活塞 100。在示出的实施例中,为了给活塞提供完全支撑,即完全覆盖销孔 106,该活塞包括第二引导表面 (次要引导表面) 108,该第二引导表面 108 被形成为位于形成在冠部 102 的外周的筒形外壁 112 中的活塞环凹槽 110 之间的第二凸台。

[0014] 更具体地说,冠部 102 包括在筒形外壁 112 中的活塞环凹槽 110。活塞环凹槽 110 容纳环状密封件 (未示出),这些环状密封件可滑动地且一般可密封地接合发动机气缸的

壁,活塞 100 往复运动地布置在该气缸内。两个引导表面 105 和第二引导表面 108 的外直径被布置成使得防止活塞在操作过程中在其中往复运动地布置该活塞的缸孔内旋转或粘连住。此外,两个引导表面 105 和第二引导表面 108 共同覆盖沿着活塞的中心线 C 的长度,该长度沿着同一方向完全包括销孔 106,从而提供了完全覆盖。

[0015] 关于活塞 100 的其他功能特征,参照如图 1 中所示的活塞 100 的取向,冠部 102 形成了具有大体凹入形状的碗状结构 114。碗状结构 114 被边缘 116 包围。边缘 116 相对于中心线 C 居中地布置,并且具有大体圆形形状。围绕碗状结构 114 的边缘 116 布置环状形状的、平坦的冠表面 118。图 3 中示出了碗状结构 114 的详细放大视图。如能够在图 3 中看到的,碗状结构 114 形成了与边缘 116 相邻的截锥形的壁表面 117。该截锥形的壁表面 117 包围碗状结构 114,并且相对于冠表面 118 以大约 80 度的角 β 形成。

[0016] 围绕碗状结构的中心的是相对于活塞 100 居中地布置的凸表面 120。凸表面 120 具有约 155mm 的半径 R1,但是也可以选择其它半径。从功能角度来看,凸表面 120 的半径确定了碗状结构 114 的总体容积,总体容积进而确定了活塞在缸孔内位于上止点位置时燃烧室的容积以及发动机的压缩比。因而,可以根据该活塞在其中安装和将操作的特定发动机的期望压缩比来选择凸表面 120 的半径 R1。

[0017] 包围凸表面 120 并且布置在截头锥形壁表面 117 内的是凹表面 122。凹表面 122 以大约 10mm 的半径形成,并且围绕凸表面 120 周向地延伸。在示出的实施例中,边缘 116 相对尖锐或者以例如大约 0.25mm 或更小的相对较小的去毛刺倒角形成。在操作期间,活塞 100 形成了各种特征结构,这些特征结构操作以重新引导和 / 或包含气缸内的各种运动的物质。在各个实施例中,这些特征结构操作而使热喷射器燃料羽流 (fuel plume) 分裂,当活塞接近气缸内的上止点位置时给气缸提供该燃料羽流,在活塞接近上止点运动 (例如,引燃喷射事件) 时和 / 或远离上止点位置运动时 (例如,燃烧冲程期间的后喷射事件) 也可以提供该燃料羽流。可以减少各个包围着的缸内燃烧表面向火焰温度的暴露的方式在流动方向和材料消耗方面对在发动机操作的这些时间期间的燃料羽流、燃料雾化云状物和 / 或燃烧燃料的火焰进行重新引导。通过将气缸表面从火焰温度隔离,能够减少保留热和到包围发动机的部件的金属的热传递,这进而能够向发动机提供更高的动力输出和 / 或更高的功率密度,并且也改善了部件可靠性和使用寿命。在图出的实施例中,活塞 100 通过组合效应或主要通过截锥壁表面 117 和具有尖锐过渡的边缘 116 而实现了沿着冠表面 118 的流动分离和碗状结构 114 内的材料湍流。这些特征结构操作以保持燃烧的燃料远离活塞的边缘。

[0018] 为了示出活塞 100 的另外的特征,图 4 中示出了冠部 102 的放大视图。在该图中,示出了碗状结构 114 边缘的横截面用虚线箭头来标注,以示出至少在活塞的瞬时操作期间燃烧材料运动的方向。在该示例中,燃烧燃料的移动体在碗状结构 114 内大致在路径 124 后的区域中产生湍流或混合。来自燃烧室内的周围空气沿着路径 126 被吸入。至少部分地由所描述的各种活塞特征提供的燃烧的组合效应使得总体来说能够减少冠部 102 的高度,具体地说能够减少顶部凸台 128 的高度。如这里描述的,顶部凸台 128 是活塞 100 的筒形外壁 112 的布置在活塞环凹槽 110 的最上面的活塞环凹槽与冠表面 118 之间的部分。传统上,将顶部凸台的高度增加,使得布置在最上面的一个活塞环凹槽 110 中的最上面的环将更远地远离在气缸内燃料燃烧过程中产生的热。通过建立流场和湍流来促进气缸内的燃烧

(这导致更完全的燃料燃烧以及缩短的燃烧持续时间)以及用来制造活塞环的材料和涂层的其它改进,能够减少顶部凸台 128 的高度以及其在活塞周围产生的死区体积。在示出的实施例中,顶部凸台具有约 $6\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 标称尺寸的高度 L(图 4)。活塞 100 具有与 170mm 的缸孔直径一致的标称外部直径(在裙部处测量时)。这意味着顶部凸台高度和活塞的标称直径之间的比率为大约 3.5%或在 3%到 4.5%之间的范围内。还应该指出,在冠部 102 内筒形外壁 112 和碗状结构 114 之间形成环状油道 130(参见图 1),其有助于去除在碗状结构 114 和冠表面 118 处产生的热,该热趋于通过传导向最上面的一个活塞环凹槽 110 和布置在其中的环(未示出)移动。

[0019] 为了形成该环状油道 130,在示出的实施例中,利用机床将材料从由金属制成的原始活塞铸件移除。图 5 中示出了活塞 100 的一部分的放大细节图。如能够在图 5 中看到的,该油道在沿着开口 132 的一端处敞开,在操作过程中,该油道被环状形状的、大致的锥形板 134(图 1) 关闭。该锥形板 134 保持在布置于开口 132 的两侧的下表面 136 和上表面 138 之间。在该油道内,围绕油道容积形成各种凸表面和凹表面,以大致地遵循外部活塞特征结构(例如碗状结构 114、冠表面 118 和筒形外壁 112) 的形状。在开口 132 下面且两个引导表面 105 和最下面的凸台 140 之间是当形成通过开口 132 的环状油道 130 时用于工具(刀具) 进入所需要的轴向距离 X。还是如图 1 所示,该轴向距离 X 与销孔的直径 D 的上端至少部分地重叠,这就是为什么两个引导表面 105 只能部分地支撑活塞并且必须使用第二引导表面 108 来完全支撑活塞的原因。此外,轴向距离 X 还趋于增加在沿着活塞的中心线 C 的方向上的活塞的总体长度 L。活塞 100 的总体长度 L 的增加进而增加了活塞的质量,并且还增加了连接有该活塞的发动机曲轴的总体旋转力矩。

[0020] 为了减轻这些问题及其它问题,在图 6 中示出了用于活塞 200 的另一设计。活塞 200 包括与所述活塞 100 的对应结构和特征相同或类似的各种结构和特征,并且用与之前讨论所用的附图标记和字母相同或类似的附图标记和字母来表示,但是不应该理解为将本发明的范围限制于示出的这些元素。

[0021] 如能够在图 6 中看到的,两个引导表面 105 的高度 H' 比销孔 106 的直径 D 长,并且完全覆盖或重叠销孔 106 的直径 D。这意味着活塞 200 的裙部 104 完全支撑销孔 106,从而不需要来自冠部 102 的筒形外壁 112 的另外的支撑。由于不需要来自筒形外壁 112 或者其中布置的任何凸台的支撑,因此能够减少筒形外壁 112 的总体高度,这是因为能减少筒形外壁 112 和两个引导表面 105 之间的距离 X' ,同时仍然保持用于加工环状油道 130 的充足工具间隙。这样,活塞 200 的重心能够移动为更接近于布置在销孔 106 中的销(未示出)的中心线 C/L,因此与活塞 100(图 1) 相比,能够减少活塞 200 的总体重量,并且能够减少安装有该活塞的发动机的曲轴的旋转惯性力矩。

[0022] 工业适用性

[0023] 本发明可应用于用于内燃发动机的活塞,该内燃发动机能够在任何应用(诸如陆基或海基应用)中使用并且能够用于移动或静止应用。已经发现,这里描述的用于活塞特征的各种实施例通过增加动力输出,降低燃料消耗并且降低排放而具有改进发动机操作的优点。

[0024] 在一个分析中,考虑了对于三种活塞设计的根据曲轴旋转角度(CAD)的气缸热释放速率。所述三种活塞设计包括基线活塞,其中碗状结构包括倾角较小(较浅)的周向延伸

的壁表面,或者换言之,基线活塞碗状结构的与角度 β (参见图 3) 对应的倾角大于 90 度。该分析还包括第二中间活塞,其中活塞碗状结构的周向延伸的壁表面大体为筒状,或者换言之,与角度 β 对应的倾角大约为 90 度。最后,考虑了第三活塞,其中角度 β 为大约 80 度,如例如在图 3 中所示的活塞 100 中示出的。另外这三个活塞在相同的发动机操作条件下操作。基于该分析,确定了随着从较小倾角界面到垂直过渡,再到尖锐的凹入过渡的外周壁的角度 β ,峰值瞬时热释放速率 (IHRR) 显著增加,这是未曾预料到的。

[0025] 更具体地说,如果用于基线活塞的峰值 IHRR 被确定为大于 0.032(1/CAD),则用于第二活塞的峰值 IHRR 为大约 0.037,并且用于第三活塞的峰值 IHRR 为 0.042,这表明相比于基线活塞,用于气缸的 IHRR 增加了大于 30%,这是未曾预料到的。在其它测试中,观察到了高达 0.055(1/CAD) 的峰值 IHRR,相比于基线活塞,其增加了约 72%。该分析中,在于 2220kPa 平均有效压力 (IMEP) 下操作、产生约 180ppm 的 NO_x、具有约 51°C (IMAT) 的进气歧管绝对温度并在上止点 (BTDC) 前 24° 进行点火正时的火花点燃的气体发动机上运行用于测量所报告的峰值 IHRR 的测试条件。可以想到,如这里描述的活塞 100 的 IHRR 的增加可能是因为描述在冠表面 118 上方的区域中气缸内的流体的速度 (参见图 1) 的所谓的挤流速度的增加,且挤流速度对于基线活塞的测量最大值为 9.9m/s,对于中间活塞的测量最大值为 12.2/s,而对于活塞 100(图 1) 来说测量最大值为 14.6m/s,其相比于基础活塞增加了 48%。然而,已经发现,基于碗状设计的对于 IHRR 的改善来说,仅仅存在狭窄的可工作范围。

[0026] 更具体地说,当 IHRR 增加时难以实现效率收益,因为增加的挤流速度 (squish velocity) 导致气缸空气系统损失增加 (诸如进气系统吸气、热传递等),这超过了因为 IHRR 增加给发动机效率带来的任何益处。类似地,降低挤流速度 (这会导致 IHRR 较低) 能够影响较高的发动机制动效率并且对于较高的发动机制动效率来说也过小。通常,发动机效率在约 4.5% /CAD 的 IHRR 以上时趋于平缓,而诸如用于活塞 100 的碗状设计 (图 1) 的凹入的碗状设计,能够实现最大可能的 IHRR。需要注意的是如图 1 所示的活塞 100 提供在 4-4.5% /CAD 之间的 IHRR。

[0027] 已经发现影响例如在气缸内的表观热释放速率下的发动机操作的活塞 100(图 1) 的另一个特征是当过渡部分形成倒角 (例如在图 1 中该倒角由附图标记 116 表示) 时活塞碗状结构边缘或棱边半径的尖锐度。在一个分析中,对其中倒角过渡部分的边缘半径为约 5mm 的基础活塞、其中边缘半径为约 2.5mm 的中间活塞和与活塞 100(图 1) 对应的其中边缘半径为约 0.25mm 的第三活塞,测量了相对于曲柄角度的表观热释放速率 (apparent heat release rate, AHRR)。对于这些活塞,对于基线活塞的最大 AHRR 为约 0.84kJ/CAD,对于中间活塞的最大 AHRR 为约 0.88kJ/CAD,但是令人意外的是,对于根据本发明的活塞的最大 AHRR 为约 1.06kJ/CAD,这相比于基线活塞呈现了约 26% 的增加。表现出了气缸中更高燃烧效率和改进的爆震或引爆安全裕度的更尖锐的碗状结构边缘被认为还通过缩短气缸内的燃料燃烧持续时间而改善了发动机操作。

[0028] 在此引用的包括出版物、专利申请和专利的所有参考文献,都通过引用的方式被结合,如同每一参考文献都被单独且明确地说明以通过引用方式而被结合且每一参考文献在此完整地阐释一样。

[0029] 除非这里另有说明或上下文明显矛盾,在描述所公开的实施例的文本中 (特别是

在下面的权利要求的文本中)使用的措辞“一”和“该”以及“至少一个”等类似提及应该被解释为既覆盖单数又覆盖复数。除非这里另有明确说明或上下文明显矛盾,后面跟着一列一个或多个物体的措辞“至少一个”(例如,A和B中的至少一个)的使用应该被解释为是指从所列物体(A或B)中选择一个物体或者是所列出的物体(A和B)中的两个或更多个的任意组合。除非另有明确说明,措辞“包含”、“具有”、“包括”以及“含有”应该被解释为开放式术语(即,是指“包括但不限于”)。除非这里另有明确说明,此处数值范围的叙述仅仅旨在用作单独地引用落入该范围内的各个离散数值的快捷方法,并且每个离散数值都被结合在该说明书中,就好像它们已经在这里单独地进行了叙述一样。这里描述的所有方法都可以以任何适当的顺序来执行,除非这里另有明确说明或上下文明显矛盾。除非另有声明,这里提供的任何和所有实施例或示例性语言(例如,“诸如”)的使用仅仅是为了更好地阐释本发明,并不是为了限制本发明的范围。说明书中没有任何语言应该被解释为暗示任何非权利要求元素对于本发明的实践是必不可少的。

[0030] 这里描述了本发明的优选示例例。在阅读上述描述之后,这些优选实施方式的变型对本领域技术人员来说可能变得显而易见。能够想到本领域技术人员能够适当地采用这些变型。因而,本发明包括在随附于此的权利要求书中所提到的主题的、为适用法律所允许的所有修改和等价物。而且,除非这里另有指明或上下文明显矛盾,其所有可能变型中的以上描述的元件的任何组合也被本发明所涵盖。

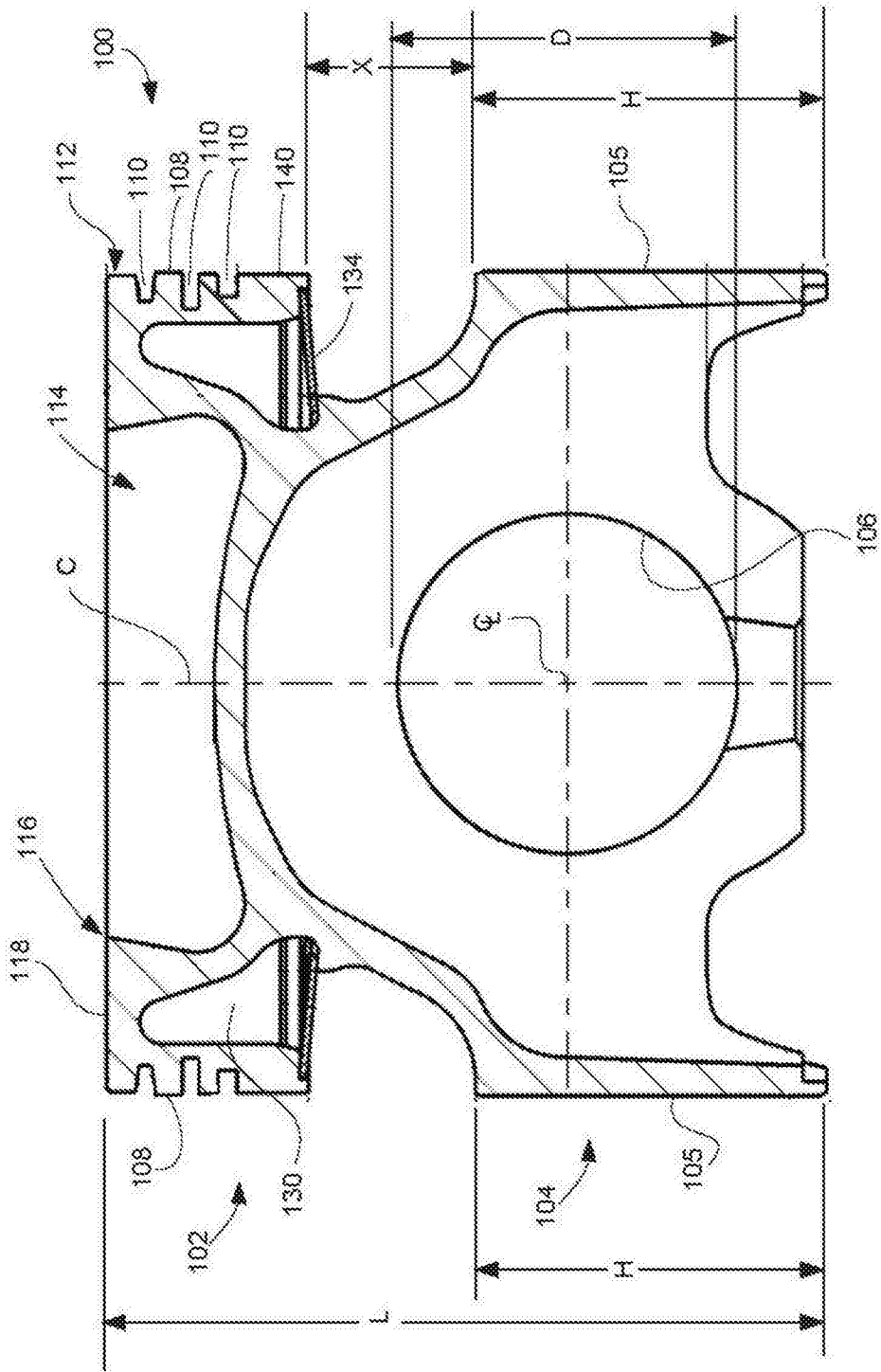


图 1

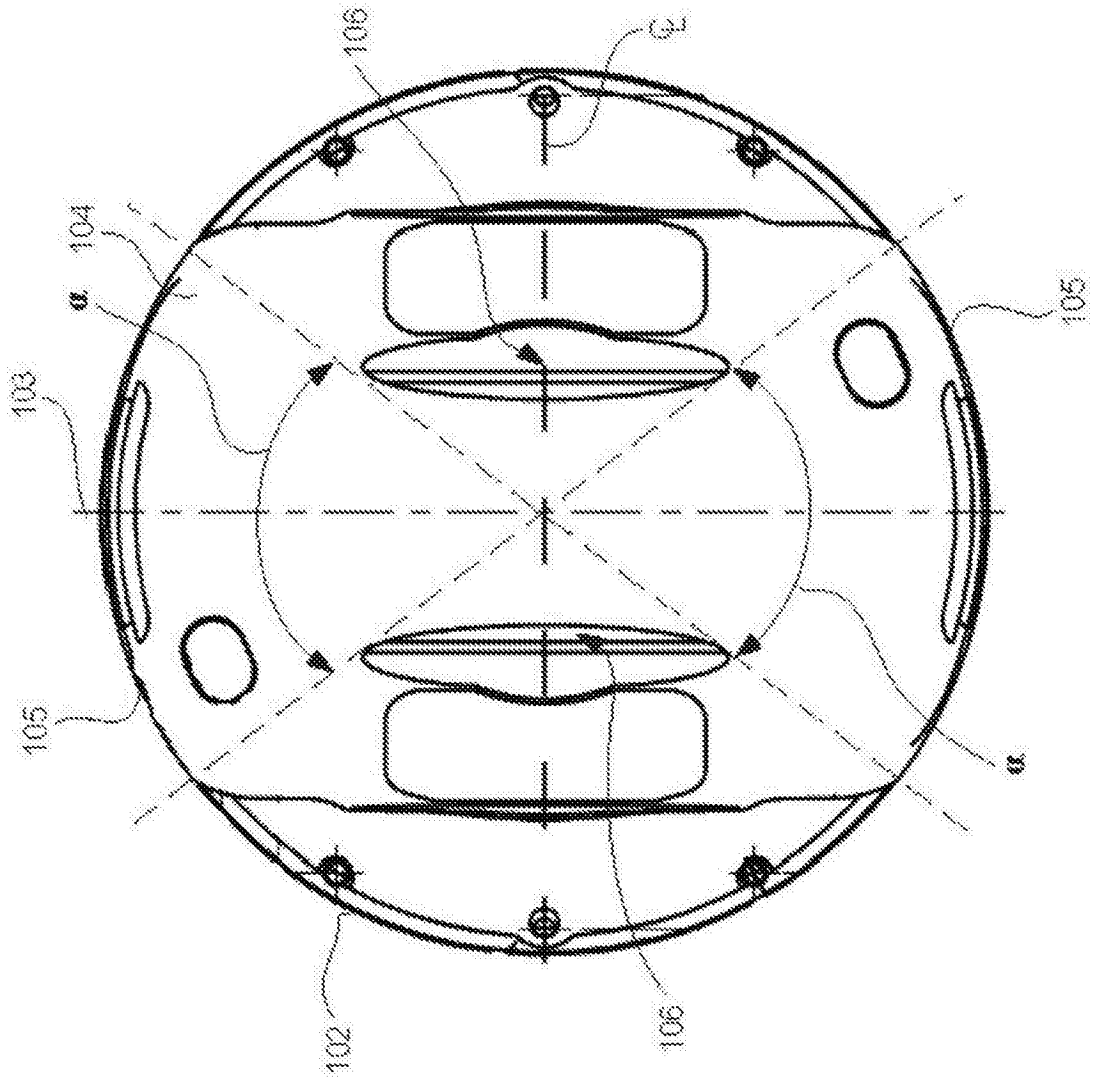


图 2

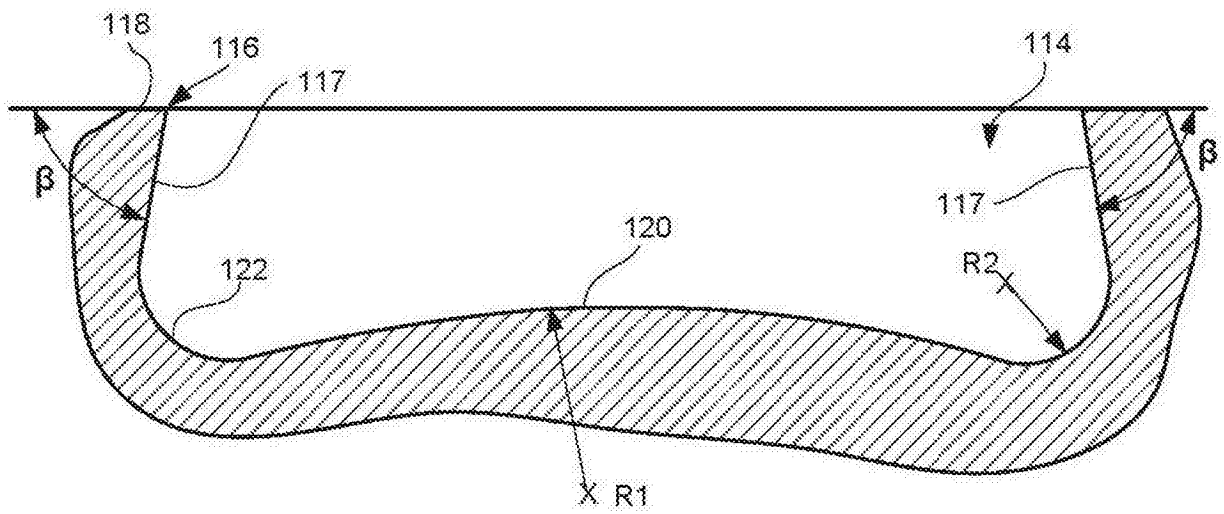


图 3

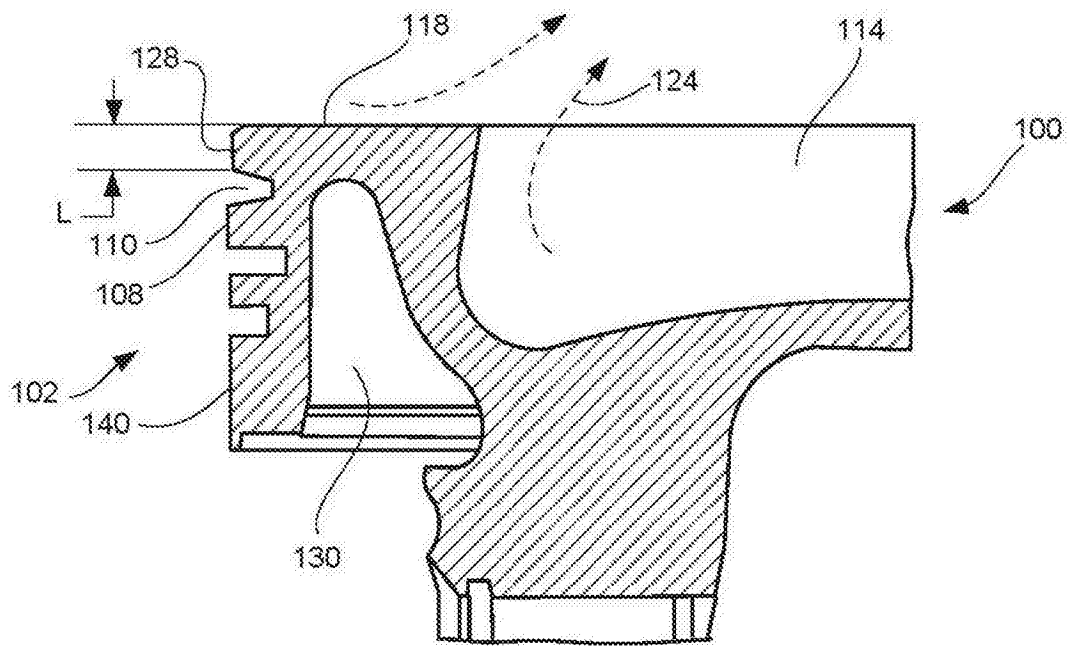


图 4

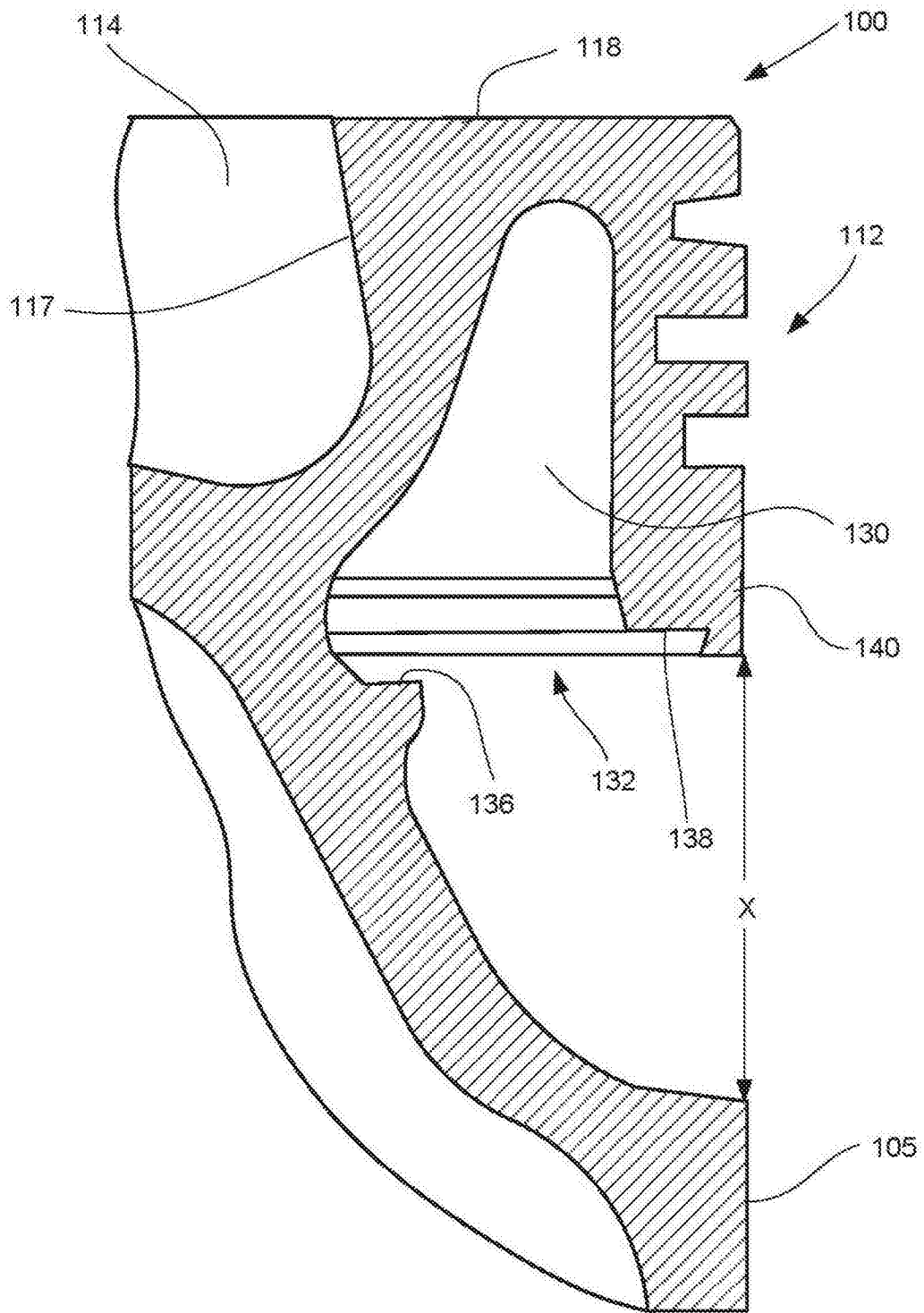


图 5

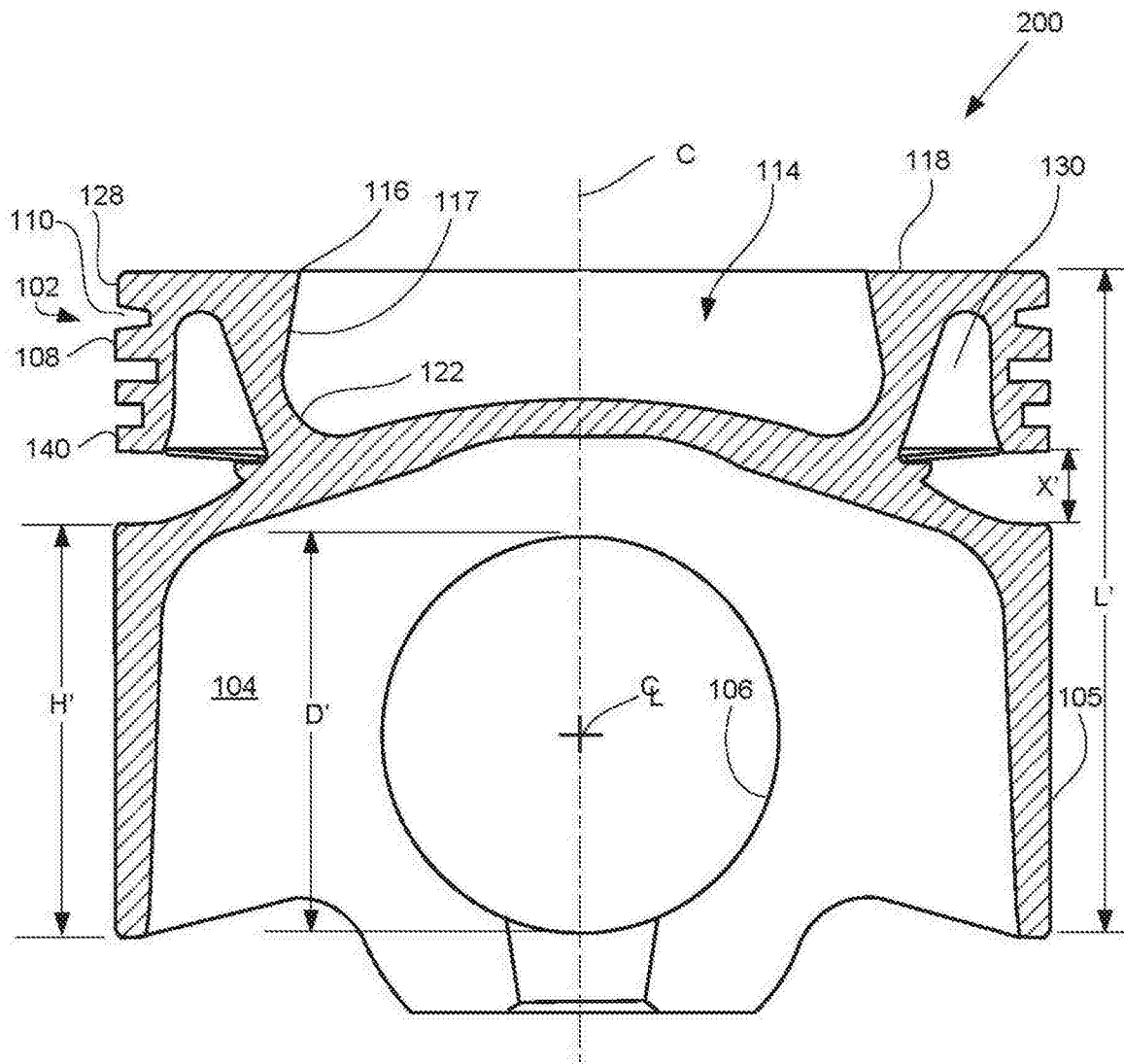


图 6