



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107646068 B

(45)授权公告日 2020.10.16

(21)申请号 201680029794.1

(72)发明人 迈克尔·维嫩格

(22)申请日 2016.03.23

杰弗里·L·里费
米格尔·阿泽维多

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107646068 A

(74)专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

(43)申请公布日 2018.01.30

代理人 邓琪 宋丽荣

(30)优先权数据

62/136,948 2015.03.23 US

(51)Int.CI.

15/077,168 2016.03.22 US

F02F 3/22(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.11.22

(56)对比文件

CN 104246192 A, 2014.12.24

(86)PCT国际申请的申请数据

CN 2623891 Y, 2004.07.07

PCT/US2016/023653 2016.03.23

DE 102005037740 B3, 2006.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据

US 6698392 B1, 2004.03.02

W02016/154234 EN 2016.09.29

CN 102959222 A, 2013.03.06

(73)专利权人 天纳克公司

DE 2425881 A1, 1975.12.18

地址 美国伊利诺斯州60045莱克森林北费
尔德路500号

JP 2006214298 A, 2006.08.17

审查员 池建军

权利要求书2页 说明书7页 附图7页

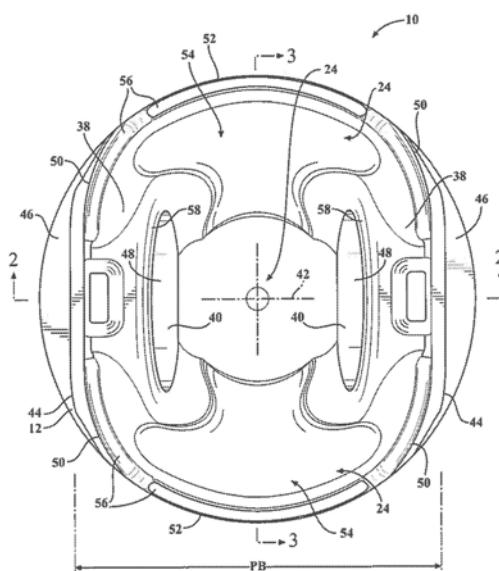
(54)发明名称

坚固、轻量、低压缩高度的活塞及其构造方

法

(57)摘要

提供了一种用于内燃机的活塞以及构造方法。该活塞具有一个坚固、轻量的整块活塞主体，其包括一个形成一个燃烧碗的上壁，该燃烧碗从一个环形的最上部的燃烧表面径向向内延伸。在燃烧碗的一个下侧形成一个底壁表面，其中底壁表面的至少一部分由径向相对的裙部、销座以及连接所述裙部与所述销座的支撑部分限定。从活塞沿其进行往复运动的中心纵轴线来看，所限定的底壁表面具有一个开放暴露的表面积，提供了B一个扩展区域，飞溅或喷射的油可以与其直接接触，从而增强使用中活塞的冷却。通过在销座上部区域延伸的通道可以进一步减轻重量并且促进冷却。



1.一种用于内燃机的活塞,包括:

一个沿着一个中心纵轴线延伸的整块活塞主体,所述活塞沿着所述中心纵轴线在气缸膛中往复运动,所述活塞主体具有一个形成一个上燃烧表面的上壁,以及一个从所述上燃烧表面垂下的圆形环带区,用于容纳至少一个活塞环,所述上燃烧表面具有第一部分和第二部分,所述第一部分沿所述上壁的外周环形延伸以及所述第二部分形成一个从所述第一部分径向向内垂下的燃烧碗,所述上壁具有在所述燃烧碗的下侧形成的一个与所述第二部分直接相对的底壁表面;

从所述环带区垂下的一对裙部,以便在气缸膛内引导所述活塞;

一对销座,其具有一对沿着销孔轴线对齐的侧向间隔开的销孔,用于容纳活塞销,所述销座由支撑部分连接所述裙部;

由所述裙部、所述支撑部分和所述销座限定的所述底壁表面,沿所述中心纵轴线观察时,所述底壁表面具有一个开放暴露的突出二维表面积,为由所述活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的30-55%;以及

所述活塞主体具有径向相对、周向封闭的通道,其在所述销座的上表面上并在所述上壁下方延伸,并且所述通道通向由所述裙部、所述支撑部分和所述销座限定的所述底壁表面,所述通道径向向外突出于所述销座的外壁。

2.根据权利要求1所述的活塞,其特征在于,由所述裙部、所述支撑部分和所述销座限定的所述底壁表面具有一个三维总表面积,其大于由所述活塞主体的一个最大外径限定的所述面积的30%。

3.根据权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述通道从轴向横截面来看具有一种非环形的形状。

4.根据权利要求3所述的活塞,其特征在于,所述通道从轴向横截面来看具有一种不对称的形状。

5.根据权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述裙部、所述支撑部分和所述销座的外周在所述上燃烧表面的外圆周的75-100%之间延伸。

6.一种构造用于内燃机的活塞的方法,包括:

制成一个整块活塞主体,其具有一个带有一个上燃烧表面的上壁和一个从所述上燃烧表面垂下的环带区,形成具有第一和第二部分的所述上燃烧表面,其中所述第一部分沿着上壁的一个外周环形延伸,以及所述第二部分形成一个从所述第一部分径向向内垂下的燃烧碗,在所述燃烧碗的下侧形成一个与所述第二部分直接相对的底壁表面,所述底壁表面的至少一部分由径向相对的裙部、销座和在裙部和销座之间延伸的支撑部分限定,形成所述限定的底壁表面具有一个沿中心纵轴线来看开放暴露的突出二维表面积,在由活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的30-55%之间;以及

形成具有径向相对、周向封闭的通道的所述活塞主体,所述通道在销座的上表面上和所述上壁的下方延伸,并且所述通道通向由所述裙部、所述支撑部分和所述销座限定的所述底壁表面,所述通道径向向外突出于所述销座的外壁。

7.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括形成由所述裙部、所述支撑部分和所述销座限定的所述底壁表面,其具有一个大于所述活塞主体的所述面积的30%的三维总表面积。

8. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括使用一种铸造工艺形成所述通道。
9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,还包括铸造从横截面来看具有一种非环形形状的所述通道。
10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,还包括铸造从横截面来看具有一种不对称形状的所述通道。
11. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括形成所述裙部、所述支撑部分和所述销座的外周在所述上燃烧表面外圆周的75-100%之间延伸。
12. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,还包括使用机加工、锻造、增材制造、3D打印或铸造过程中的一种来制成所述活塞。

坚固、轻量、低压缩高度的活塞及其构造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年3月23日提交的第62/136,948号美国临时申请和于2016年3月22日提交的第15/077,168号美国实用新型申请的权益，其全部内容通过引用并入本案。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及内燃机并且更具体地涉及其活塞。

背景技术

[0004] 发动机制造商面临提高发动机效率和性能的不断增长的需求，包括但不限于改善燃料经济性，减少油耗，改进燃料系统，增加压缩负荷和缸膛内的工作温度，减少经过活塞的热损失，改善部件的润滑，减轻发动机的重量以及使发动机更加紧凑，同时降低制造相关成本。在期望提高燃烧室内的压缩负荷和操作温度的同时，实现这些目标却需要有平衡，即需要将活塞的结构完整性和温度维持在可行的限度内，并且因此，这些期望的“增加”限制了降低活塞的压缩高度，以及总体活塞尺寸和质量的程度。对于具有一种环形冷却廊道的典型活塞结构尤其麻烦，包括一种封闭或基本封闭的环形冷却廊道，其通常被认为是将活塞的工作温度保持在可行限度所必需的。此外，由于将上部和下部结合在一起的工艺包括连接和精加工工艺，因此在制造将上部和下部沿接头结合在一起形成环形冷却廊道的活塞时，通常会增加制造成本。

[0005] 根据本发明构造的活塞具有所期望的优势，其中包括坚固、重量轻、封套和压缩高度减小，同时克服了已知活塞结构的上述缺点和其他缺点，对于本领域的技术人员而言在阅读本公开和查看附图后将更加明显。

发明内容

[0006] 根据本发明构造的活塞被构造为一个单件整块钢，由此为活塞提供了增强的强度和耐久性以承受增加的压缩负荷和汽缸内的温度，例如在现代高性能发动机气缸内产生的负荷和温度。此外，由于活塞新型的单件结构，因无需采用将活塞上部和下部连接在一起的典型工艺，从而将活塞的相关制造成本降低，此外，与具有环形、封闭或基本封闭的冷却廊道的活塞相比，在根据本发明构造的活塞中，封套、包括压缩高度 (CH，定义为在销孔轴和上顶部燃烧表面之间延伸的距离) 和活塞重量能够显著减小，主要是因为活塞中不再存在环形冷却廊道以及典型的环形底板，其通常用于限定平行于销孔轴线在相对的销座之间延伸的封闭冷却廊道部分的下表面。因此，使用根据本发明构造的活塞可使发动机的制造更加紧凑、重量轻并且节约燃料。此外，在根据本发明构造的活塞中，由于存在一个通常在销座之间延伸的开放暴露的底壁表面积，因此增强了将直接来自发动机喷嘴的油直接引导至并撞击底壁表面的能力，如通常沿纵向中轴线观察活塞底部所看到的。此外，根据本发明构造的活塞可以减少活塞销与销孔的支承表面之间以及活塞销与延伸穿过一个连杆的一个小端的支承表面之间的单元负荷，同时增强了销接头的润滑能力。此外，根据本发明构造的活

塞显示出期望的一种裙部变形增加以及一种缸套变形减小,由此实现优化的活塞环性能以及更少的机油“漏油”(本领域众所周知的燃烧气体通过压缩环的术语)。而且,根据本发明构造的活塞由于把新鲜来源的油持续引导至紧邻环带区的开放暴露的底壁区域,因此显示出冷却活塞环带区的加强能力,进一步增强了活塞环在延长的使用寿命中按预期发挥作用的能力。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了第一种坚固轻量的用于内燃机的活塞。活塞具有一个沿一个中心纵轴线延伸的整块活塞主体,活塞在内燃机的气缸膛中沿着所述中心纵轴线往复运动。活塞主体具有一个形成一个上燃烧表面的上壁,一个环带区从上燃烧表面垂下,用于容纳至少一个活塞环。活塞主体还包括一对从环带区垂下的裙部,以便在气缸膛内引导活塞,以及一对销座,其具有沿销孔轴线对齐的一对侧向间隔的销孔,用于容纳活塞销,其中销座通过支撑部分连接到裙部。上燃烧表面具有第一部分和第二部分,其中第一部分沿着上壁的外周环形延伸,并且第二部分形成一个从第一部分径向向内下垂的燃烧碗。上壁具有一个在燃烧碗的下侧形成的与上燃烧表面的第二部分直接相对的底壁表面。当沿着中心纵轴线看时,由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面的至少一部分具有一个开放暴露的突出二维表面积,约为由活塞主体的最大外径(需考虑主体可能不是完全的圆形或环形)限定的面积的30–55%,因此提供了一个扩展区域,飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触,从而在使用中增强活塞的冷却。

[0008] 根据本发明的另一方面,由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面具有一个三维总表面积(与底壁表面的起伏轮廓相吻合的表面积),其大于由活塞主体的最大外径限定的活塞主体的最大面积的30%。

[0009] 根据本发明的另一方面,活塞主体可以具有径向相对、周向封闭的贯穿通道,其在销座的上表面上并在上壁下方延伸,其中贯穿通道通向由裙部、支撑部分和销座限定的开放暴露的底壁表面,以便进一步促进活塞主体的冷却并减轻重量。

[0010] 根据本发明的另一方面,贯穿通道可以具有一个非环形形状,如从轴向横截面所看到的,轮廓与紧邻的特征相吻合,因此使得贯穿通道的内壁与邻近的燃烧碗和环带区的轮廓相一致,并且因此进一步促使贯穿通道与燃烧碗之间以及贯穿通道与环带区之间的壁之间形成最佳壁厚,从而可最大化地减轻重量以及促进冷却。

[0011] 根据本发明的另一方面,贯穿通道从轴向横截面来看具有一种不对称的形状,由此进一步促进重量减轻和冷却。

[0012] 根据本发明的另一方面,裙部、支撑部分和销座的外周在上燃烧表面的外圆周的约75–100%之间延伸。

[0013] 根据本发明的另一方面,提供了第二种用于内燃机的坚固轻量的活塞。活塞具有一个沿一个中心纵轴线延伸的整块活塞主体,活塞在内燃机的气缸膛中沿着所述中心纵轴线往复运动。活塞主体具有一个形成一个上燃烧表面的上壁,一个环带区从上燃烧表面垂下,用于容纳至少一个活塞环。活塞主体还包括一对从环带区垂下的裙部,以便在气缸膛内引导活塞,以及一对销座,其具有沿销孔轴线对齐的一对侧向间隔的销孔,用于容纳活塞销,其中销座通过支撑部分连接到裙部。上燃烧表面具有第一部分和第二部分,其中第一部分沿着上壁的外周环形延伸,并且第二部分形成一个从第一部分径向向内下垂的燃烧碗。上壁具有一个在燃烧碗的下侧形成的与上燃烧表面的第二部分直接相对的底壁表面。其中

由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面沿中心纵轴线来看为开放暴露。活塞主体还具有径向相对、周向封闭的贯穿通道，其在销座的上表面上延伸并在上壁下方，其中贯穿通道通向由裙部、支撑部分和销座限定的开放暴露的底壁表面。

[0014] 根据本发明的另一个方面，贯穿通道从轴向横截面来看具有一种非环形形状，轮廓与紧邻的特征相吻合。

[0015] 根据本发明的另一方面，贯穿通道从轴向横截面来看具有一种不对称的形状。

[0016] 根据本发明的另一方面，当沿着中心纵轴线观察时，由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面具有一个开放暴露突出的二维表面积，约为由活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的30-55%，因此提供了一个扩展区域，飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触，从而在使用中增强活塞的冷却。

[0017] 根据本发明的另一方面，由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面具有一个三维总表面积，其大于由活塞主体的最大外径限定的活塞主体的最大面积的30%。

[0018] 根据本发明的另一方面，裙部、支撑部分和销座的外周在上燃烧表面的外圆周的约75-100%之间延伸。

[0019] 根据本发明的另一方面，提供了一种构造用于内燃机的无廊道活塞的方法。方法包括使用机加工、锻造、增材制造(包括3D打印)或铸造过程中的一种来制成整块活塞主体，其中活塞主体具有一个带一个上燃烧表面的上壁，以及一个从上燃烧表面垂下的环带区。方法包括形成具有第一和第二部分的上燃烧表面，其中所述第一部分沿着上壁的一个外周环形延伸，以及所述第二部分形成一个从所述第一部分径向向内下垂的燃烧碗，方法还包括形成所述上壁，其具有一个在所述燃烧碗的下侧与所述第二部分直接相对的底壁表面。此外，形成由径向相对的裙部、销座和在裙部和销座之间延伸的支撑部分限定的所述底壁表面的至少一部分，具有一个沿中心纵轴线来看开放暴露的突出二维表面积，约在由活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的30-55%之间，因此提供了一个扩展区域，飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触，从而在使用中增强活塞的冷却。

[0020] 根据本发明的另一方面，方法包括形成由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面，其具有一个三维总表面积，大于由活塞主体的最大外径限定的活塞主体最大面积的30%。

[0021] 根据本发明的另一方面，方法可以包括形成具有径向相对、周向封闭通道的活塞主体，其中通道在销座的上表面上延伸并位于上壁的下方，并且通道通向由裙部、支撑部分和销座限定的开放暴露的底壁表面。

[0022] 根据本发明的另一方面，方法可以包括使用一种铸造工艺形成贯穿通道。

[0023] 根据本发明的另一方面，方法可以包括铸造从横截面来看具有一种非环形形状的贯穿通道。

[0024] 根据本发明的另一个方面，方法可以包括铸造从横截面来看具有一种不对称形状的贯穿通道。

[0025] 根据本发明的另一方面，方法可以包括形成裙部、支撑部分和销座的外周在上燃烧表面的外圆周的约75-100%之间延伸。

[0026] 根据本发明的另一方面，提供了一种构造用于内燃机的无廊道活塞的方法。方法包括使用机加工、锻造、增材制造(包括3D打印等其他增材制造工艺)或铸造过程中的一种来制成整块活塞主体，其中活塞主体具有一个带一个上燃烧表面的上壁，以及一个从上燃

烧表面垂下的环带区。方法包括形成具有第一和第二部分的上燃烧表面，其中所述第一部分沿着上壁的一个外周环形延伸，以及所述第二部分形成一个从所述第一部分径向向内垂下的燃烧碗，方法还包括形成所述上壁，其具有一个在所述燃烧碗的下侧与所述第二部分直接相对的底壁表面。此外，形成由径向相对的裙部、销座和在裙部和销座之间延伸的支撑部分限定的所述底壁表面的至少一部分，沿中心纵轴线来看，是开放暴露的，以及形成的活塞主体具有径向相对、周向封闭的贯穿通道，其在销座的表面上延伸并位于上壁的下方，并且贯穿通道通向销座的相对侧进入由裙部、支撑部分和销座限定的开放暴露的底壁表面。

[0027] 根据本发明的另一方面，方法可以包括形成由径向相对的裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面，约在由活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的30-55%之间，因此提供了一个扩展区域，飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触，从而在使用中增强活塞的冷却。

[0028] 根据本发明的另一方面，方法可以包括形成由裙部、支撑部分和销座限定的底壁表面具有一个三维总表面积，其大于由活塞主体的最大外径限定的活塞主体最大面积的30%。

[0029] 根据本发明的另一方面，方法可以包括使用一种铸造工艺形成贯穿通道。

[0030] 根据本发明的另一方面，方法可以包括铸造在销座上延伸的从横截面来看具有一种非环形形状的贯穿通道。

[0031] 根据本发明的另一方面，方法可以包括铸造在销座上延伸的从横截面来看具有一种不对称形状的贯穿通道。

[0032] 根据本发明的另一方面，方法可以包括形成裙部、支撑部分和销座的外周在上燃烧表面外圆周的大约75-100%之间延伸。

附图说明

[0033] 参阅以下对当前优选实施例和最佳模式的详细说明、所附权利要求并结合附图，本发明的这些和其他方面、特点以及优点将更易于领会和理解，其中：

[0034] 图1是根据本发明的一个方面构造的一个活塞的仰视图；

[0035] 图2是通常沿着图1的线2-2的横截面图，该线大体沿着中心销孔轴线延伸；

[0036] 图3是通常沿着图1的线3-3的横截面图，该线大体横向于销孔轴线延伸；

[0037] 图4是根据本发明的另一方面构造的一个活塞的仰视图；

[0038] 图5是通常沿着图4的线5-5的横截面图，该线大体沿着中心销孔轴线延伸；

[0039] 图6是通常沿着图4的线6-6的横截面图，该线大体横向于销孔轴线延伸；以及

[0040] 图7是通常沿着图4的线7-7的横截面图。

具体实施方式

[0041] 更具体地参考附图，图1-3示出根据本发明的一个当前优选实施例构造的活塞10，该活塞在内燃机的气缸筒或膛(未示出)中往复运动，例如用于现代结构紧凑、高性能的汽车发动机中。活塞10构造为一个由单件材料制成和/或作为单件材料的整块主体12，例如通过机械加工、锻造、增材制造工艺(包括但不限于3D打印)或铸造，以及根据需要后续进行可

能的精加工工艺来完成构造。因此,活塞10不具有连接在一起的多个部件,例如彼此连接的上部和下部,这常见于具有封闭或部分封闭的环形冷却廊道的活塞中,这种环形冷却廊道由冷却廊道板来限定或部分限定。相反,图1-3的活塞10是“无廊道的”,不存在限定或部分限定冷却廊道的冷却廊道板或其他特征。由钢制成的活塞主体12坚固、结实且耐用,可以满足现代高性能内燃机的高性能要求,例如温度升高和压缩载荷增加。根据特定的发动机用途对活塞10的要求,用于构造主体12的钢(例如钢合金)可以是SAE4140等级或不同等级。部分因为活塞10无廊道以及如下讨论的其他特征,除了如下讨论的其它事项,主体12的新型构造可将活塞10的封套、重量和压缩高度(CH)最小化,于是使用活塞10的发动机可以实现重量减轻以及更紧凑的制造。此外,尽管没有廊道,本文所讨论以及附图所示的新型结构可使活塞10在使用期间达到充分及最佳冷却从而可以承受高性能发动机应用中出现的最苛刻的操作温度。

[0042] 活塞主体12有一个上盖或顶部13,其具有一个顶壁,也称为上壁14。该上盖或顶部13具有一个上燃烧表面16,该上燃烧表面16直接暴露于内燃机气缸内的极端温度和压力的燃烧气体。上燃烧表面16包括一个环形第一部分18,其沿着上壁14的外周延伸形成为一个基本平坦的表面,以及一个由上壁14的燃烧碗壁部分21限定的第二部分20。该第二部分20具有一个不平坦的起伏表面22,其从平面的第一部分18垂下并且沿着燃烧碗壁部分21的最上表面延伸。在与上燃烧表面16的第二部分20直接相对的燃烧碗壁部分21的下侧上形成一个底壁表面24。底壁24在此处定义为从底部直线观察活塞时可见的燃烧碗壁部分21的表面,其中底壁表面24远离上燃烧表面16的第二部分20的延伸的一个距离不超过燃烧碗壁部分21的最小厚度(图3中t)的2倍。因此,在提供理想强度的同时,底壁表面24通常形成为适应于燃烧碗26的第二部分20以提供到燃烧碗26的最小距离,同时,并且大体为波状以遵循与燃烧碗壁部分21的起伏表面22相对侧的表面的轮廓。从活塞10的下侧(图1)来看,底壁表面24开放暴露,并且不受封闭或部分封闭的冷却廊道特征的限制,例如一个板或任何其他倾向于将油或一种冷却流体保留在底壁表面24附近的特征。因此,一旦油与底壁表面24接触,就从其上自由落下,这样当活塞10在气缸膛内往复运动期间,有新鲜来源的油与底壁表面24保持冷却接触。

[0043] 上壁14的环形第一部分18形成上壁14的一个外周并且包围一个从其垂下的环形燃烧碗26,并且因此燃烧碗26从上燃烧表面16的第一部分18的最上方往下凹入。燃烧碗26被示出波状以具有一个上部顶点,也被称为中心顶点28,其位置可与活塞10沿其进行往复运动的一个纵向中轴线30同轴,或者可以根据需要相对于活塞中轴线30径向偏移。顶部13还形成一个从上燃烧表面16垂下的环带区32,其具有一个或多个环槽34,用于容纳一个或多个相应的活塞环(未示出),如常见的活塞构造。

[0044] 活塞主体12还包括一个底部36。底部36包括一对从上部13垂下并且通常从上壁14垂下的销座38。销座38各自有一个销孔40,如果是钢结构,优选为无衬套。其中销孔40沿着一个通常横向于纵向中轴线30延伸的销孔轴42同轴地彼此侧向间隔开。销座38具有通常平坦的径向最外表面,被称为外壁44,图示为通常彼此平行。外壁44沿着销孔轴线40彼此间隔开一个距离PB,其中由于活塞主体12的新型构造,PB尺寸可以尽可能地增大,而不会造成销座38的任何部分径向延伸超出由上燃烧表面16的外表面形成的一个轴向突出部分,更确切地说,PB尺寸可以使销座38的外壁44的最外表面平齐或基本平齐,由此使从销座外壁44径

向向外延伸的暴露区域46的表面积最小化,其中暴露区域46形成环带区32的下表面部分。

[0045] 销孔40各自具有一个凹陷的最上部负载承载表面,下文中称为最上部承载表面48,其从暴露部分46,因此也从环带区32的下表面平行或基本平行地延伸。结果为可将压缩高度CH最小化(如图2所示,压缩高度为从销孔轴42延伸到上燃烧表面16的尺寸)。销座38由外板,也被称为支撑或支撑部分50连接到径向相对的裙部,也称为底部36的裙板52。裙板52和支撑部分50限定了从支撑部分50的一个最低或底表面56以及裙板52延伸到底壁表面24的开放的、无障碍的腔体54。由于不具有冷却通道的特征,开放腔体54可以使油直接飞溅或从曲轴箱内部直接喷射到底壁表面24上,从而使整个周向限定的底壁表面24由曲轴箱内的油直接飞溅到,并且也使油自由飞溅至活塞销(未示出),同时显著地减小活塞的重量10。因此,尽管不具有典型的封闭或部分封闭的冷却廊道,但无廊道活塞10的开放构造可为底壁表面24提供优良冷却以及为销孔40内的活塞销提供优良润滑,同时减少燃烧碗26附近表面上的油品停留时间(一定量的油停留在一个表面上的时间),这可以减少不必要的焦化油积聚,例如可能发生在具有封闭或基本封闭的冷却廊道的活塞中。这样,活塞10长时间使用后可保持“清洁”,因此可保持其基本没有残渣堆积,从而延长活塞10及与其相关联的部件的使用寿命。

[0046] 除了为底壁表面24提供优良冷却外,销座38彼此之间增加的间距以及增加的距离PB将活塞销(未示出)的直径最小化,由此进一步减小压缩高度CH和活塞10的重量,同时将活塞销/销孔界面和活塞销/连杆界面的单位负荷最小化。单位负荷被定义为压缩负荷/2D突出的承载表面积,并且在上承载表面48被最大化时,由于距离PB增加导致其宽度增加,因此单位负荷减小,由此将部件的应力和磨损最小化。此外,随着销座间隔的增加以及距离PB的增加,销座38的内表面58可被进一步间隔开,从而为容纳连杆的小端增加了空间,并且因此增大了在内表面50和连杆的小端之间延伸的活塞销的开放暴露区域。因此,由于增强了油自由飞溅至活塞销的暴露区域的能力,所以增强了销孔40和连杆之间的活塞销接头的润滑。

[0047] 除上述优势外,增加销座38的间距的另一优点是增加了裙板52的圆周跨度或弧形区。如图1所示,裙板52在增加的圆周弧上延伸,使得裙板52、支撑部分50和销座38的外表面接近环形,这与传统活塞的更倾向为矩形的形状相反。裙板52通过支撑部分50与销座结合,并且支撑部分50呈弧形并斜向销孔轴线42倾斜,从而在裙板52和销座38的侧面之间形成光滑的弧形过渡。当裙板52具有增加的圆周跨度,也被称为宽度时,裙板52壁相对于更刚性、宽度减小的裙板具有一种增加的柔性。裙板壁增加的柔性和弹性的可变形性可以减少气缸套的变形,活塞环(未示出)的性能因气缸套变形减少而增强,从而减少了经过活塞环的“漏油”量。因此增强了发动机的性能且延长了其使用寿命。

[0048] 沿中心纵轴线30观察时,由裙部52、支撑部分50和销座38周向限定的底壁表面24具有一个开放暴露的突出二维表面积,介于由活塞主体12的一个最大外径定义的一个面积的30-50%之间,因而提供了一个扩展区域,飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触,从而增强使用中活塞10的冷却。此外,由裙部52、支撑部分50和销座38限定的底壁表面24具有一个三维总表面积,其大于由活塞主体12的最大外径限定的最大面积的30%,其主要由活塞10的最上部区域的直径来限定,并且通常在活塞主体12的最大外径限定的最大面积的约30-90%之间。

[0049] 图4-7示出根据本发明的另一个方面构造的活塞110，其中使用相差100倍的相同附图标记来表示与图4-7中相似的特征。本领域技术人员将很容易理解那些未由附图标记指示，但与上述附图标记描述和指示的特征类似的特征。活塞110的特征与所描述的活塞10基本相同，并且另外具有径向相对，周边(外周)封闭的贯穿通道，下文中被称为通道60。通道60在销座138的上表面62上延伸并且位于上壁114正下方，其中通道60具有相对的端部，其通向由裙板152、支撑部分150和销座138界定的底壁表面124的开放暴露的无廊道区域。因此，应该认识到，除了周向封闭，径向相对的通道60以外，活塞110没有廊道，因此从活塞110的纵向中轴线130观察时，没有任何封闭或部分封闭的腔室或区域，因此是完全开放和暴露的。

[0050] 外周封闭的通道60在燃烧碗126和环带区132之间直接邻近上燃烧表面116延伸并且与燃烧碗126和环带区132径向对齐。通道60直接邻近燃烧碗126的一个下降部分和环带区132延伸并由其限定，并跨过环带区132的全部或大部分轴向长度。这样，通道60便于冷却这些区域，包括燃烧碗边缘和与封闭通道60轴向对齐的部分上燃烧表面116，由上壁114将燃烧碗126从通道60的相对侧上间隔开的区域，还有环带区132延伸通过裙板152之间销座138的部分，以及活塞环，这因此增强了活塞环的性能，并进一步有助于将热量从活塞110传递到汽缸套。另一个优势为这种中空且周边封闭的通道60使活塞110的重量显著减小，同时通过外周壁限定封闭通道60来保持活塞110的高耐久性。

[0051] 形成限定通道60的外周的一个内壁表面64可以为任何期望的轮廓，这样内壁表面64可与紧邻的特征轮廓相吻合，例如燃烧碗126、环带区132和销孔140。因此，从轴向横截面来看，通道60的内壁表面64根据需要可以为非环形、不对称或任何其他形状，通过将通道60、燃烧碗126和环带区132之间的壁的材料厚度减小而有助于冷却和减轻重量。这可通过增材制造工艺来打印，或铸造活塞110，例如通过减材铸造工艺、熔模铸造或其它方法来实施。底壁表面124相邻的无廊道区域直接开放进入通道60的开放入口区域66有助于铸造过程。

[0052] 沿中心纵轴线130观察时，由裙部152、支撑部分150和销座138周向限定的底壁表面124具有一个开放暴露的突出二维表面积，介于由活塞主体的一个最大外径限定的一个面积的约30-55%，从而提供了一个扩展区域，飞溅或喷射的油可以自由地与其直接接触，从而增强使用中活塞110的冷却。此外，由裙部152、支撑部分150和销座138限定的底壁表面124具有一个三维总表面积，其大于由活塞主体的最大外径限定的最大面积的30%，这主要由活塞110的最上部区域的直径限定，并且通常在由活塞主体的最大外径限定的最大面积的约30-90%之间。

[0053] 根据以上教导，本发明还可以做出多种修改和变化。因此，应该理解的是，本发明在最终授权的权利要求范围内可通过具体描述之外的方式实现。

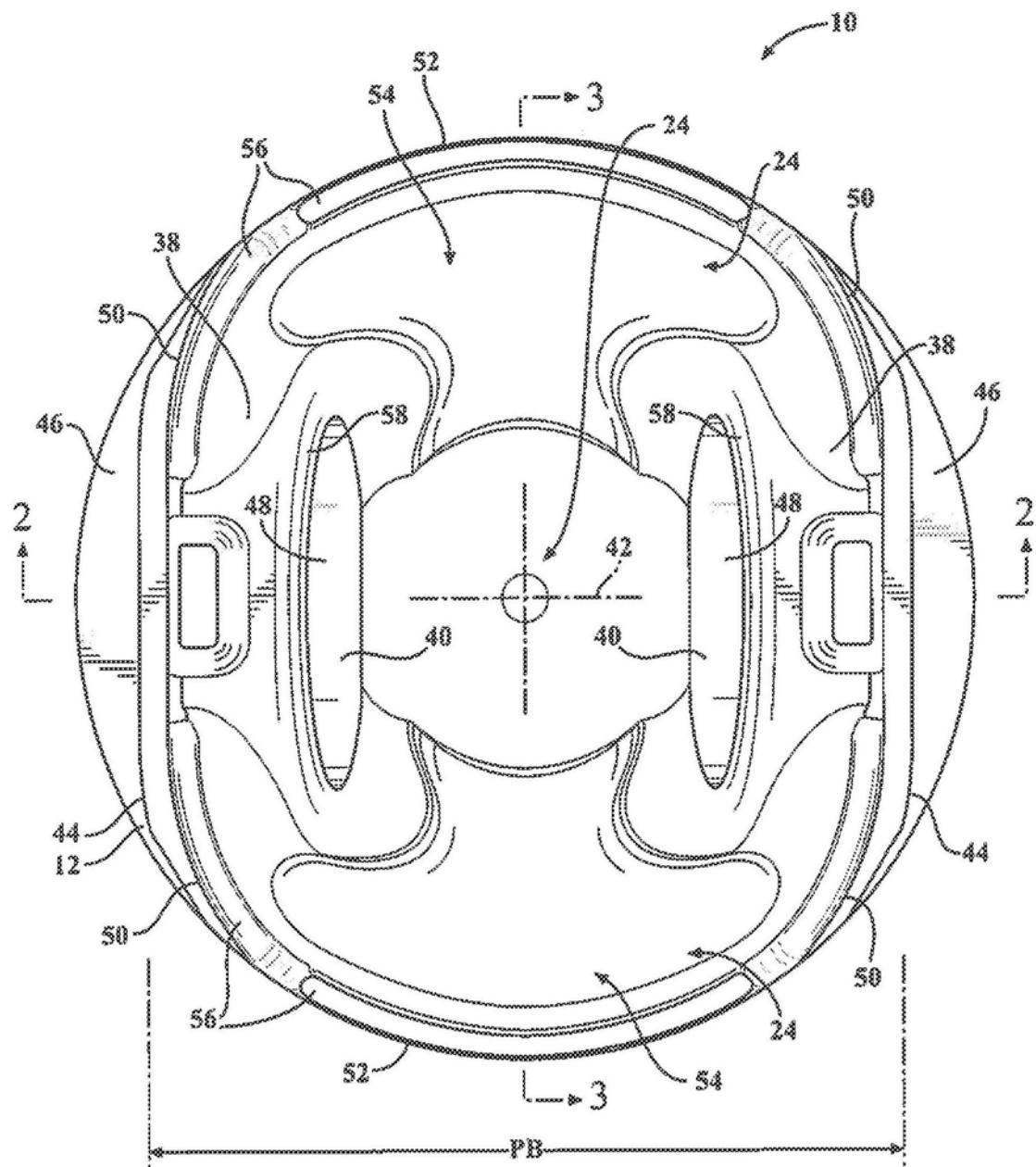


图1

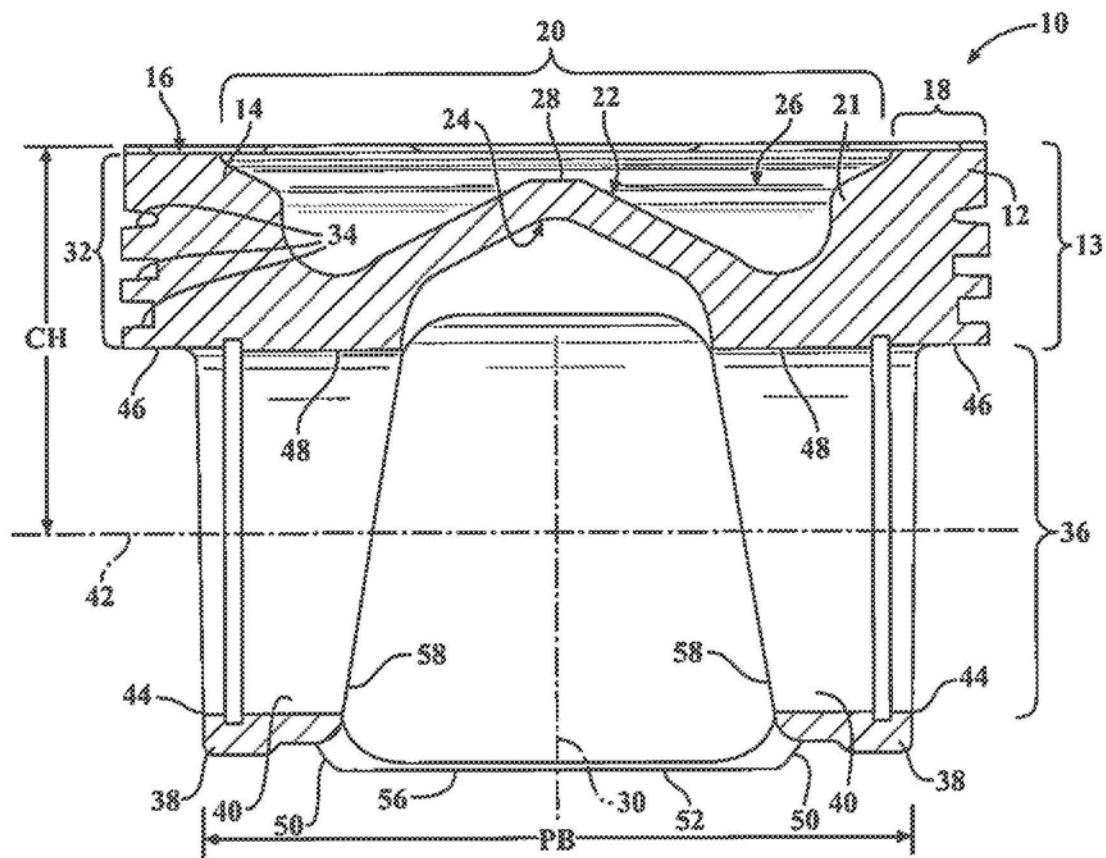


图2

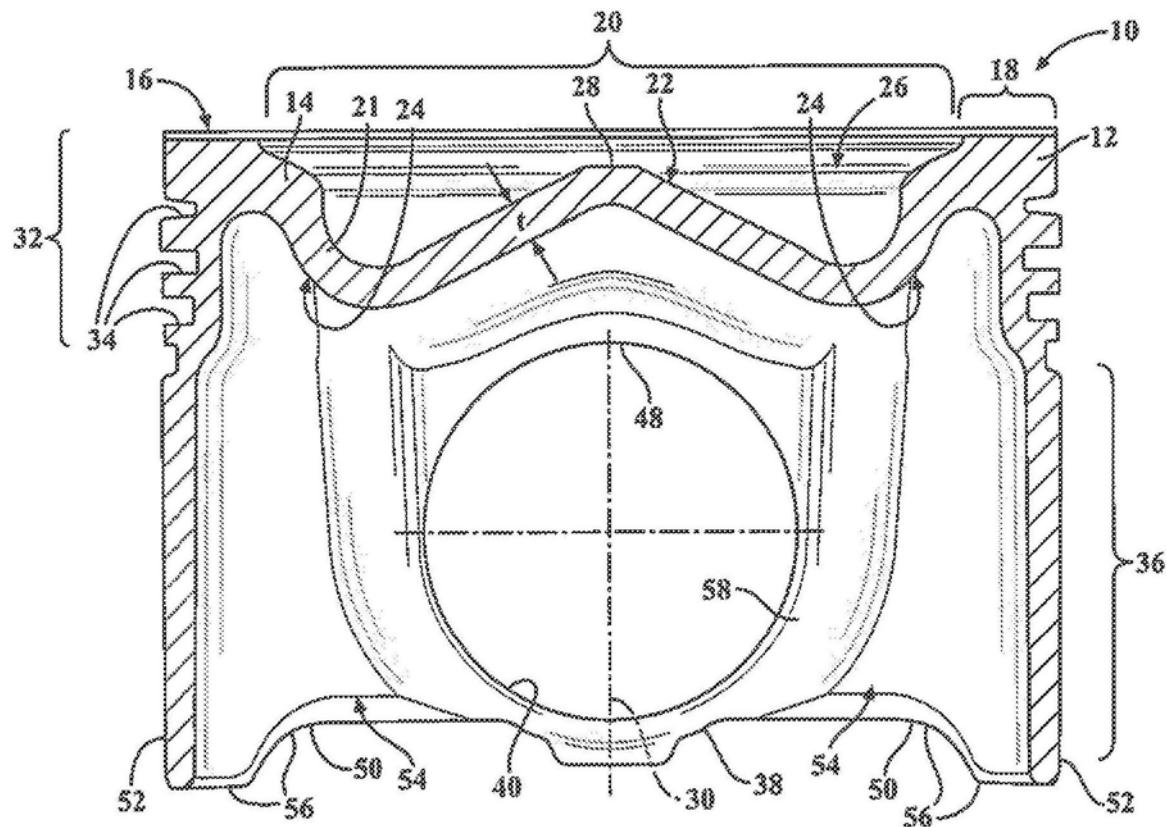


图3

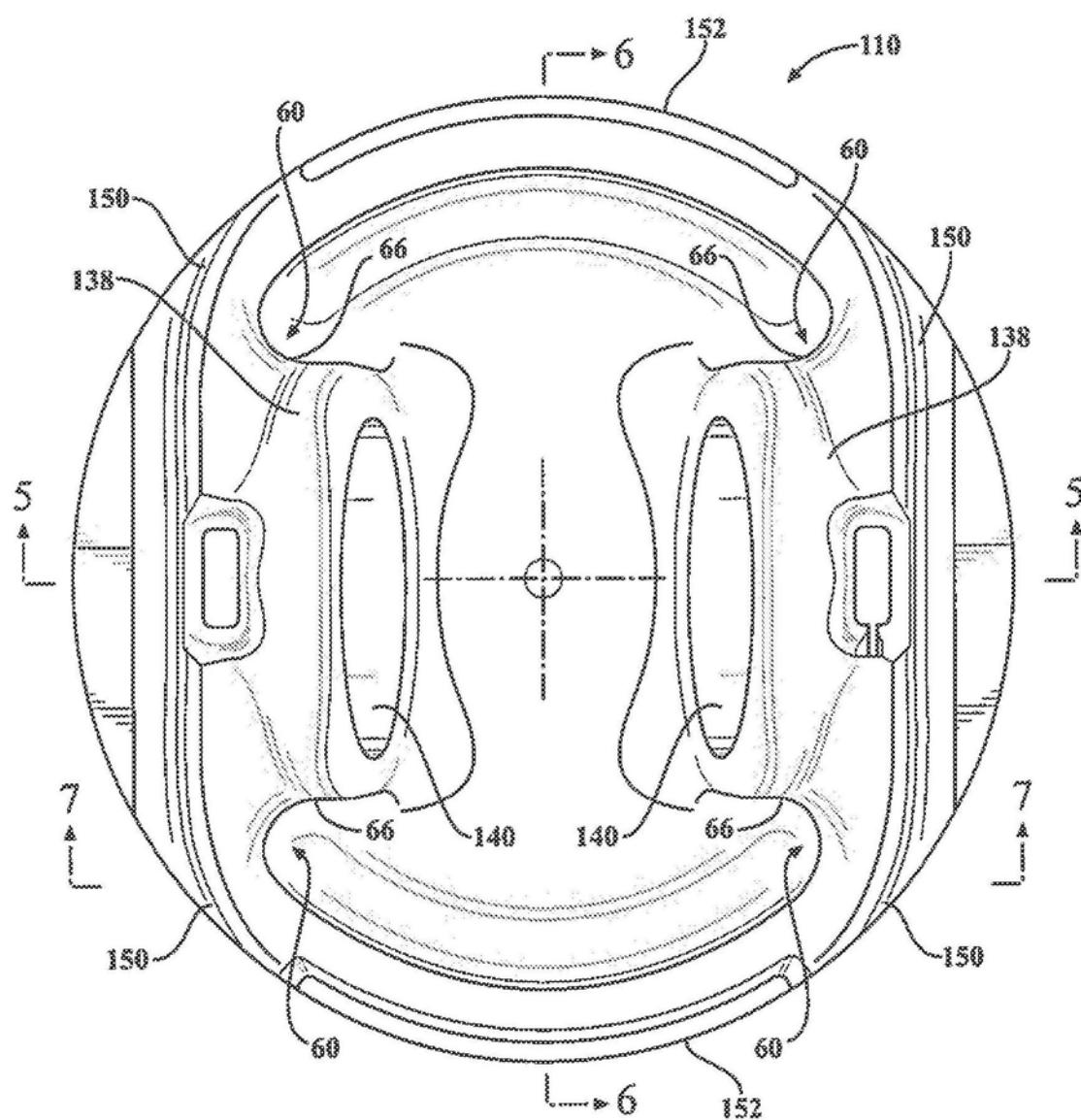


图4

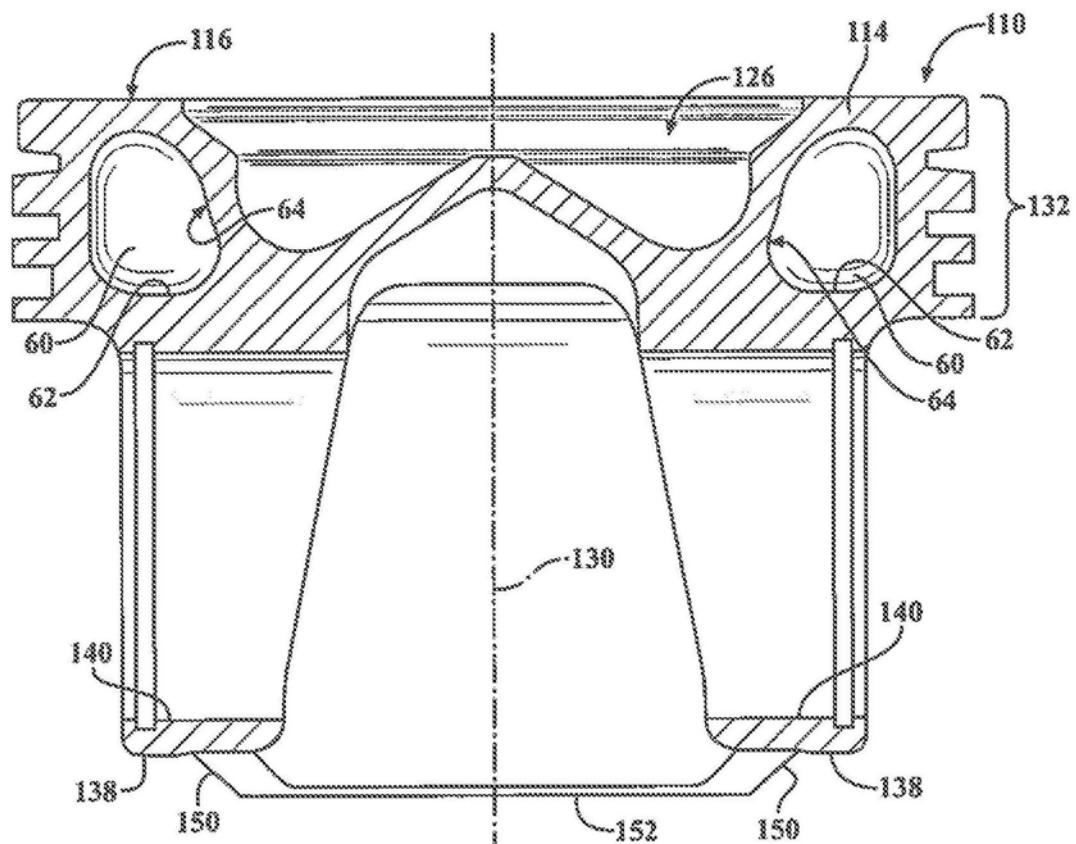


图5

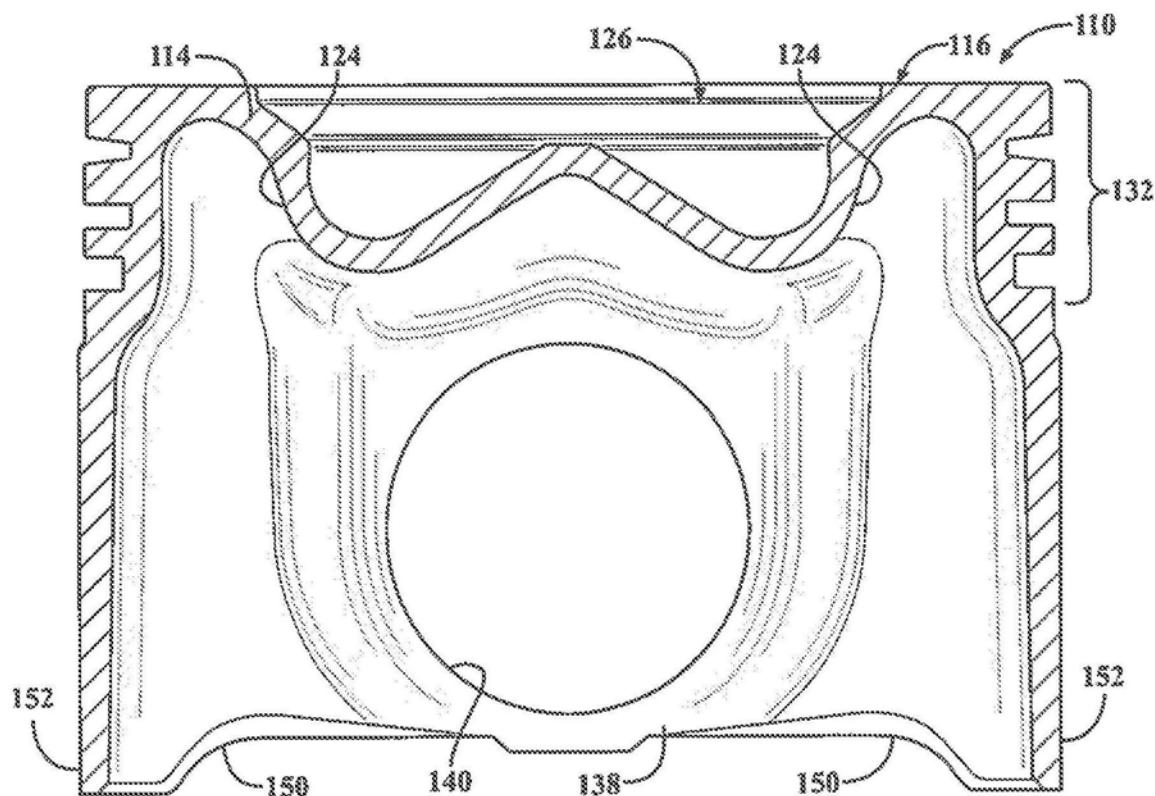


图6

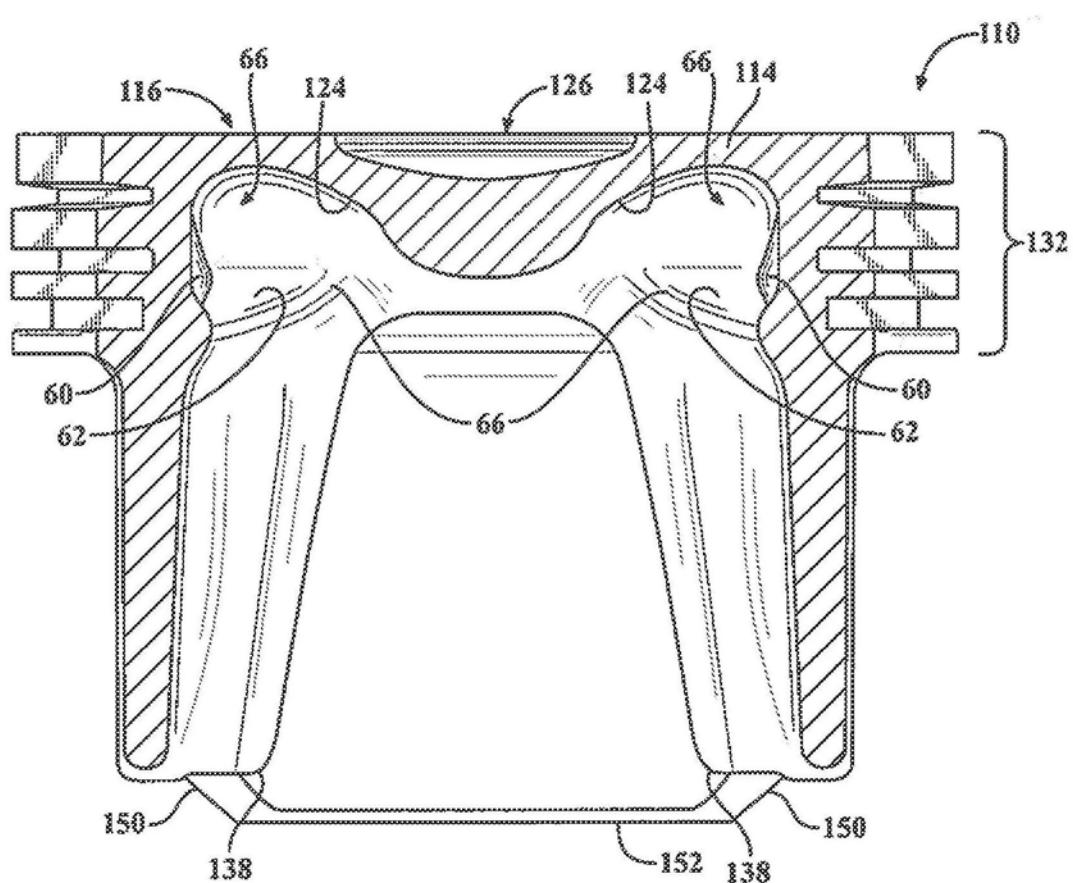


图7