



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106662036 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(21)申请号 201580027678.1

(22)申请日 2015.04.30

(30)优先权数据

61/986,310 2014.04.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.11.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/028498 2015.04.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/168395 EN 2015.11.05

(71)申请人 费德罗-莫格尔公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 M·温因格

(74)专利代理机构 北京市君合律师事务所

11517

代理人 吴龙瑛 顾云峰

(51)Int.Cl.

F02F 3/18(2006.01)

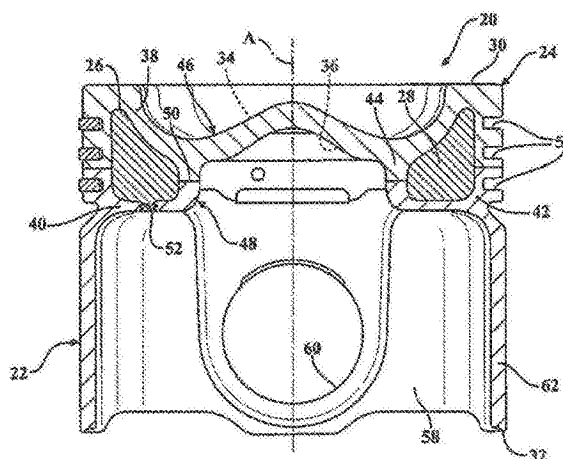
权利要求书3页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

带有填充室的钢活塞

(57)摘要

提供了一种用于内燃机的钢活塞，该活塞包括冷却室，冷却室中包含诸如基于铝的材料类的固态冷却剂。固态冷却剂的导热率大于所述钢材料的导热率，并且固态冷却剂填充冷却室的至少15%的体积。固态冷却剂提供沿活塞冠状部的卓越冷却，减小沿冠状部的腐蚀与磨损，以及避免油焦化的问题。



1. 一种用于内燃机的活塞,包括:
由具有导热率的钢材料形成的本体;
所述本体包括冠状部和沿所述冠状部的至少一部分延伸的冷却室;
冷却剂,所述冷却剂填充所述冷却室的至少15%的体积(体积百分比);
所述冷却剂的导热率大于所述本体的钢材料的导热率;以及
所述冷却剂是固体材料。
2. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冷却剂在大于200℃的温度下保持为固体。
3. 如权利要求2所述的活塞,其特征在于,所述固体是基于铝的材料。
4. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冷却剂填充所述冷却室的至少90%的体积。
5. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括限定所述冷却室的上壁、下壁和至少一个侧壁,所述冷却剂沿所述上壁连续延伸,所述冷却剂填充所述冷却室的小于100%的体积并且限定填充有空气的容纳空间,所述容纳空间与所述上壁被所述冷却剂隔开。
6. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括限定所述冷却室的多个壁,所述冷却剂沿所述壁中的每一个连续延伸,所述冷却剂填充所述冷却室的小于100%的体积并限定填充有空气的容纳空间,所述容纳空间与所述壁中的每一个被所述冷却剂隔开。
7. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括上冠状部分和下冠状部分,所述上冠状部分包括第一外部肋和第一内部肋,所述下冠状部分包括第二外部肋和第二内部肋,所述外部肋接合形成外侧壁,所述内部肋接合形成内侧壁,所述侧壁限定所述冷却室。
8. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括限定所述冷却室的多个壁,所述壁中的至少一个包括通往所述冷却室的入口孔。
9. 如权利要求8所述的活塞,其特征在于,所述入口孔通过所述固态冷却剂、塞子、粘接、焊接和钎焊中的至少一项而被密封。
10. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括一起限定所述冷却室的上壁、下壁以及外侧壁,所述冷却室沿所述冠状部的上壁连续延伸并通过所述活塞的中心轴。
11. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述冠状部包括一起限定所述冷却室的上壁、内侧壁和外侧壁,所述冷却室是开放的。
12. 如权利要求1所述的活塞,其特征在于,所述本体围绕中心轴周向地和沿所述中心轴轴向地从上端延伸到下端;
所述本体包括外表面和内表面;
所述冠状部包括上壁、下壁以及至少一个侧壁;
所述冠状部的上壁、下壁以及至少一个侧壁的内表面限定所述冷却室;
所述冠状部的所述外表面限定所述中心轴处的顶点、围绕所述中心轴的碗形和围绕所述碗形的碗边缘;
所述至少一个侧壁包括外侧壁;
所述外侧壁的外表面限定背离所述中心轴并且围绕所述中心轴周向延伸的多个环形

槽；

所述冷却室围绕所述中心轴周向延伸；

所述冷却剂填充所述冷却室的至少50%的体积；

所述冷却剂在大于200℃的温度下保持为固体；

所述本体包括从所述冠状部下垂且围绕所述中心轴周向延伸的至少一个销壳；

所述至少一个销壳限定垂直于所述中心轴延伸的销孔；

所述本体包括从所述冠状部下垂且围绕所述中心轴周向延伸的至少一个裙边部分，所述至少一个裙边部分与所述至少一个销壳接合。

13. 一种制造用于内燃机的活塞的方法，包括以下步骤：

提供由具有导热率的钢材料所形成的本体，所述本体包括冠状部和沿所述冠状部的至少一部分延伸的冷却室；以及

用冷却剂填充所述冷却室的至少15%的体积，所述冷却剂的导热率大于所述本体的钢材料的导热率，所述冷却剂是固体材料。

14. 如权利要求13所述的方法，其特征在于，所述填充冷却剂的步骤包括用冷却剂填充所述冷却室的至少90%的体积。

15. 如权利要求13所述的方法，其特征在于，所述提供本体的步骤包括提供包括上壁和从所述上壁下垂的一对上部肋的上冠状部分，提供包括下壁和从所述下壁向上延伸的一对下部肋的下冠状部分，以及使所述上部肋与下部肋接合，从而形成在其之间限定所述冷却室的内壁和外壁。

16. 如权利要求15所述的方法，其特征在于，所述用冷却剂填充冷却室的步骤包括在使上部肋与下部肋接合之前，沿所述上壁和下壁中的至少一个壁布置冷却剂。

17. 如权利要求15所述的方法，其特征在于，所述提供本体的步骤包括在用冷却剂填充所述冷却室之前在所述壁中的一个壁上形成入口孔；以及

所述用冷却剂填充冷却室的步骤包括在接合所述上部肋与下部肋之后，通过所述入口孔将液体形式的冷却剂倒入所述冷却室。

18. 如权利要求17所述的方法，其特征在于，所述方法包括通过所述固态冷却剂、塞子、粘接、焊接和钎焊中的至少一项而密封通往所述冷却室的入口孔的步骤。

19. 如权利要求13所述的方法，其特征在于，所述提供本体的步骤包括铸造钢材料，以形成具有限定所述冷却室的多个壁的冠状部，以及在用冷却剂填充所述冷却室之前在所述壁中的一个壁上形成所述入口孔；以及

所述用冷却剂填充冷却室的步骤包括通过所述入口孔将液体形式的冷却剂倒入所述冷却室。

20. 如权利要求13所述的方法，其特征在于，所述提供本体的步骤包括提供带有限定所述冷却室的上壁、下壁和至少一个侧壁的冠状部；

所述提供本体的步骤还包括在所述壁中的一个壁上形成通往所述冷却室的入口孔，和提供从所述下壁下垂的至少一个销壳和/或裙边部分；以及

所述填充冷却室的步骤包括把所述上壁布置在所述下壁的下方，以及通过所述入口孔将液体形式的冷却剂倒入所述冷却室，使得冷却剂沿所述上壁连续延伸。

21. 如权利要求13所述的方法，其特征在于，所述提供本体的步骤包括提供具有共同限

定所述冷却室的上壁、内侧壁和外侧壁的冠状部,从而所述冷却室是开放的;

所述提供本体的步骤包括提供从所述冠状部下垂的至少一个销壳和/或裙边部分;所述填充开放的冷却室的步骤包括把所述上壁布置在所述至少一个销壳和/或裙边部分的下方,以及把液体形式的冷却剂倒入所述冷却室。

22. 如权利要求13所述的方法,其特征在于,所述提供本体的步骤包括三维打印钢材料。

带有填充室的钢活塞

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求2014年4月30日提交的、序列号为61/986,310的美国临时专利申请和2015年4月30日提交的、序列号为14/700,654的美国实用专利申请的权益,这些专利申请通过引用而整体结合到本文中。

[0003] 发明背景

技术领域

[0004] 本发明主要涉及用于内燃机的活塞,以及制造所述活塞的方法。

[0005] 相关技术

[0006] 在内燃机中使用的活塞,诸如重型柴油机活塞,在运行期间暴露在极高的温度下,特别是沿活塞的上冠状部分。因此,为了缓和温度,活塞典型地被设计成在上冠状部分下方带有冷却室,并且在活塞沿引擎的缸膛来回运动时将冷却油喷射到冷却室中。油沿上冠状部分的内表面流动,把热量从上冠状部分带走。然而,为了控制活塞在运行期间的温度,必须不断地保持油高度流动。另外,由于内燃机的高温,油会随时间流逝而降低性能,因此必须周期性地更换油,以维持引擎寿命。而且,当冷却室温度超过350℃时,油易于燃烧,被称为油焦化,并且附着在冷却室的表面。

发明内容

[0007] 本发明的一个方面包括用于内燃机的活塞。活塞包括由钢材料形成的主体,其中主体包括冠状部和沿冠状部的至少一部分延伸的冷却室。导热率大于钢材料的固态冷却剂填充了冷却室的至少15%的体积(vol.%, 体积百分比)。固态冷却剂提供沿冠状部的卓越冷却,因此减小沿冠状部的腐蚀与磨损。另外,当使用固态冷却剂时,典型地不需要传统的冷却室油冷却,因此可以避免油焦化问题。然而,即使使用油冷却,固态冷却剂可以起到温度缓冲器的作用,以分散热量和降低引入油的区域的温度,因此这个区域保持为低于焦化温度。

[0008] 本发明的另一方面包括制造活塞的方法。所述方法包括提供由钢材料形成的主体,以及用固态冷却剂填充冷却室的至少15%的体积(vol.%)。

附图说明

[0009] 因为当结合附图考虑时,参照以下的详细说明可以更好地理解本发明的其它优点,所以将很容易地看到这些优点。在附图中:

[0010] 图1是按照一个示例性实施例的活塞的侧视截面图,其中活塞冷却室的100%的体积(vol.%)填充有固态冷却剂;

[0011] 图2是按照第二示例性实施例的活塞的侧视截面图,其中活塞冷却室的小于50%的体积(vol.%)填充有固态冷却剂;

[0012] 图3是按照第三示例性实施例的活塞的侧视截面图,其中活塞冷却室的、大于50%

的体积(vol.%)填充有固态冷却剂;

[0013] 图4是按照第四示例性实施例的活塞的侧视截面图,其中活塞冷却室的、大于50%的体积(vol.%)填充有固态冷却剂;

[0014] 图5A是按照第五示例性实施例的活塞的侧视截面图,其中活塞冷却室的、约50%的体积(vol.%)填充有固态冷却剂;

[0015] 图5B是按照第五示例性实施例的活塞的另一个侧视截面图;以及

[0016] 图5C是按照第五示例性实施例的活塞的仰视图。

具体实施方式

[0017] 参照附图,其中在几个图上相同的数字表示对应的部件,按照本发明的示例性实施例的、在用于内燃机中时提供超凡性能的活塞20大致显示在图1-5中。活塞20包括由钢材形成的主体22。主体22包括冠状部24和沿冠状部24的至少一部分延伸的冷却室26。固态冷却剂28填充了冷却室26的至少15%的体积(vol.%)。冷却剂28的导热率大于主体22的钢材的导热率。冷却剂28也是固体的,典型地是金属材料,诸如基于铝的材料。用固态冷却剂28填充冷却室26的至少15%体积(vol.%)提供沿冠状部24的超凡冷却,并减小沿冠状部24的腐蚀与磨损。典型地,当使用固态冷却剂时,不再需要传统的冷却室油冷却,因此避免了油焦化问题。

[0018] 如图所示,活塞20的主体22围绕中心轴A周向地和沿中心轴A纵向地从上端30延伸到下端32。主体22包括外表面34以及在外表面34对面的内表面36,当在内燃机中使用期间,外表面34暴露于燃烧室中。冠状部24包括上壁38、下壁40和至少一个侧壁,这些壁共同限定冷却室26。在图1、2和4的示例性实施例中,活塞20包括外侧壁42和内侧壁44,它们限定冷却室26。在这些实施例中,冷却室26围绕中心轴A仅沿冠状部24的一部分上壁38延伸,并且与中心轴A径向隔开。然而,在图3的实施例中,活塞220只包括外侧壁242,因此冷却室226延伸穿过中心轴A并且沿冠状部224的整个外壁238延伸。图5显示另一个示例性实施例,其中冠状部424包括上壁438、外侧壁442和内侧壁444,它们共同限定冷却室428。在这个实施例中,冷却室428的底部保持开放,因此可以暴露于冷却油中。

[0019] 在图1、2和4的示例性实施例中,活塞20的外侧壁42和内侧壁44由肋形成,这些肋接合在一起限定冷却室26。在这些实施例中,冠状部24包括上冠状部分46和下冠状部分48。上冠状部分46包括第一外部肋和第一内部肋,下冠状部分48包括第二外部肋和第二内部肋。在这个实施例中,第一外部肋和第二外部肋通过焊接50连接,从而形成外侧壁42,第一内部肋和第二内部肋通过焊接点50连接,从而形成内侧壁44。肋可以通过使用另外的接合方法,诸如粘接或机械附接,互相交替地彼此附接。壁38、40、42、44中的至少一个壁,典型地下壁40,包括入口孔52,用于允许冷却剂28进入冷却室26。到冷却室26的入口孔52可以通过例如塞子、粘接、焊接和钎焊中的至少一种方法保持为打开的或密封的。如果固态冷却剂28填充冷却室26的100%的体积,如图1所示,则固态冷却剂28本身形成沿入口孔52的密封。替换地,固态冷却剂28可以在把冠状部分46、48接合在一起之前,沿上冠状部分46和/或下冠状部分48布置。

[0020] 在示例性实施例的活塞20中,主体22的外表面34限定在中心轴A处的顶点、围绕中心轴A的碗形、以及围绕碗形的碗边缘。外侧壁42还包括背离中心轴A和围绕中心轴A周向延

伸的多个环形槽56。示例性实施例的活塞20还包括至少一个销壳58,但典型地包括一对销壳58,每个销壳58从冠状部24下垂并且周向围绕中心轴A延伸。所述至少一个销壳58限定垂直于中心轴A延伸的销孔60,用来接纳肘销(未示出销壳)。主体22还包括至少一个裙边部分62,但典型地包括一对裙边部分62,裙边部分62从冠状部24下垂并且周向围绕中心轴A延伸。所述至少一个裙边部分62与所述至少一个销孔58接合。典型地,裙边部分62围绕中心轴A与销孔58彼此周向隔开。活塞20的主体22可包括与图1-5中公开方案不同的各种其它设计,但仍旧包括包含冷却剂28的冷却室26。

[0021] 固态冷却剂28填充活塞20的冷却室26的至少15%的体积(vol. %),但典型地至少填充冷却室26的大部分体积。在图1的示例性实施例中,固态冷却剂28填充冷却室26的100%的体积(vol. %)。在图2的示例性实施例中,固态冷却剂128填充冷却室126的、少于50%的体积(vol. %),例如,冷却室126的30-45%的体积(vol. %)。在图3的示例性实施例中,固态冷却剂228填充冷却室226的、大于50%的体积(vol. %),例如,冷却室226的80-95%的体积(vol. %)或至少90%的体积(vol. %)。在图4的示例性实施例中,固态冷却剂328又填充冷却室326的、大于50%的体积(vol. %),例如,80-95%的体积(vol. %)。在图5的示例性实施例中,固态冷却剂428填充冷却室426的约50%的体积(vol. %),例如,冷却室426的35-75%的体积(vol. %)或至少40%的体积(vol. %)。另外,在每个实施例中,冷却剂28可以仅仅沿冷却室26的某些区域布置,而不布置在其它地方。例如,在图5的实施例中,冷却剂428可被布置成靠近销壳458,而不是沿裙边部分462布置。

[0022] 在图2-5的实施例中,其中固态冷却剂28没有填充冷却室26的100%的体积(vol. %),冷却室26的其余体积是填充有气体的容纳空间64,典型地填充有空气。在这种情形下,通过让冷却室26开放和不密封,容纳空间64可被用作为传统的油冷却室,从而油可以沿固态冷却剂28和/或冠状部24的壁38,40,42,44喷射。而且,如果固态冷却剂28没有填充冷却室26的100%的体积(vol. %),则固态冷却剂28可以相对于形成冷却室26的壁38,40,42,44布置在不同的位置处。例如,在图2中,固态冷却剂128沿活塞120的上壁138布置,而填充有空气的容纳空间164沿下壁140布置。典型地优选这个位置,用于把热量从冠状部124的、直接暴露于燃烧室的热气体下的灼热上壁138带走。在图3中,固态冷却剂128沿活塞220的下壁240布置,填充有空气的容纳空间264沿上壁360放置。在图4中,固态冷却剂328沿各个壁338,340,342,344布置,容纳空间364与壁338,340,342,344隔开并且被放置在冷却室326的中心或中心附近。在图5中,固态冷却剂428沿活塞420的上壁438布置,填充有空气的容纳空间464沿冷却室426的下壁放置。在这个实施例中,冷却室426具有开放的底部,并且暴露固态冷却剂428。

[0023] 在图1-5显示的示例性实施例中,放置在冷却室26中的固态冷却剂28保持为固体,即使在活塞20的主体22在等于或大于200℃的温度下,典型地在等于或大于350℃的温度下,例如在内燃机运行期间的活塞20温度下。然而,在制作活塞20期间,固态冷却剂28典型地被至少加热到它的熔点温度,然后以液体形式倒入或放置在冷却室26中。固态冷却剂28然后被允许固化,并在活塞20寿命期间保持固态。

[0024] 固态冷却剂28的导热率大于被用来形成活塞20主体22的钢材料的导热率,因此它能够在运行期间把热量从冠状部24的炙热上壁38耗散掉。固态冷却剂28可以有效地冷却冠状部24,同时避免与传统冷却油相关联的问题,诸如油焦化,以及附着到沿冷却室26的表面

34,36。固态冷却剂28也具有相当好的材料强度,但典型地,其密度小于钢材料的密度。因此,固态冷却剂28能够提供附加的结构支撑或硬度,而不会大大增加活塞20的总质量。另外,通过使用固态冷却剂,本来是很难解决的某些结构问题可以得以解决。在某些情形下,固态冷却剂28可用来代替由钢材料形成的另一个支撑结构,诸如肋或壁,在这种情形下,活塞20的总重量被减小。

[0025] 固态冷却剂28典型地包括导热率大于用来形成活塞20主体22的钢材料的导热率的金属材料。在一个示例性实施例中,固态冷却剂28是基于铝的材料,例如,纯铝或铝合金。基于铝的材料在引擎运行期间保持固态,即使在冷却室26达到大于350℃的温度时也是如此。基于铝的材料的导热率也大于钢材料的导热率,因此它有效地把热量从冠状部24的炙热上壁38耗散掉。对包括填充有铝的冷却室26的活塞20进行有限元分析(FEA),这个FEA表明,填充有铝的冷却室26能够与标准油冷却同样有效地冷却上部冠状部46。基于铝的材料还提供附加的支撑和硬度,但由于它的密度比钢材料的相对较低,不会造成活塞20总重量的显著增加。

[0026] 本发明的另一方面提供了制造包括冷却室26中的固态冷却剂28的活塞20的方法。所述方法主要包括以下步骤:提供由钢材料形成的主体22;用固态冷却剂28填充冷却室26的至少15%的体积(vol.%)。

[0027] 在形成如图1,2和4所示的示例性活塞20时,提供本体22的步骤包括使上冠状部46与下冠状部48接合,以形成冷却室26。这个方法首先包括提供上冠状部分46和下冠状部分48,上冠状部分46包括上壁38和从上壁38下垂的一对上部肋,下冠状部分48包括下壁40和从下壁40向上延伸的一对下部肋。接着,方法包括使上部肋接合到下部肋,以形成内侧壁44和外侧壁42,限定在它们之间的冷却室26。接合步骤可包括焊接、粘接、机械附接、或使用其他技术来接合肋和形成冷却室26。当形成图3和5的示例性活塞20,420时,提供活塞220,420的主体222,422的方法包括把钢材料铸造成想要的形状。图3的入口孔252可以在铸造步骤期间或之后形成。形成活塞20主体22的步骤可替换地包括三维(3D)打印。

[0028] 用固态冷却剂28填充冷却室26的步骤典型地包括在冠状部24的一个壁38,40,43,44上形成入口孔52,典型地在下壁40上形成入口孔52,然后通过入口孔52倒入固态冷却剂28。在这个实施例中,入口孔52可以在接合步骤之前或之后被形成,而填充冷却室26的步骤在接合步骤之后进行。典型地,用固态冷却剂28填充冷却室26的步骤包括把主体22颠倒过来,这样,上壁38就处在下壁40的下方,然后通过入口孔52把液体形式的固态冷却剂28倒入到冷却室26,确保冷却剂28沿上壁38连续地延伸。为了形成图2的活塞120,其中固态冷却剂128又沿冠状部124的上壁138布置,填充冷却室126的步骤包括在把上部肋焊接到下部肋之前沿冠状部124的上壁138和/或下壁140、在上部肋和/或下部肋之间布置液体形式的冷却剂128,因此,密封冷却室126的步骤通过焊接步骤完成。固态冷却剂128然后在封闭的冷却室126中固化。替换地,用固态冷却剂228填充图3的冷却室226的步骤可包括把液体形式的冷却剂228倒入冷却室226,并允许冷却剂228沿冠状部224的下壁240固化。为了形成图4的活塞320,其中冷却剂328沿各个壁338、340、342、344延伸,空气的容纳空间264处在冷却室326的中心,填充冷却室326的步骤包括在焊接步骤之前把盐芯放置在冷却室326中,然后在焊接步骤之后把液体形式的冷却剂328倒在盐芯周围。在冷却剂328在内燃机中使用之前允许其先固化,并且在活塞320的寿命期内保持为固态。对于图5的活塞,填充冷却室426的步

骤包括在铸造活塞420的本体422之后,在活塞420被颠倒的同时,把液体形式的冷却剂倒入冷却室428中,以及允许冷却剂固化。

[0029] 当形成图1,3和4的活塞时,方法包括密封带有固态冷却剂28的冷却室26的入口孔52。替换地,可以使用塞子、粘接、焊接和/或钎焊来密封冷却室26的入口孔52。把上冠状部分46接合到下冠状部分48以形成冷却室26的步骤也密封冷却室26。如果固态冷却剂28填充冷却室26的小于100%的体积(vol. %),则冷却室26可以保持开放、未密封的状态,并且作为传统的油冷却室使用。如图5所示,方法可替换地包括让冷却室426的底部完全开放,用于暴露于油喷雾之下。

[0030] 显然,鉴于以上的教导,本发明的与本文具体描述不同的许多修正方案和变例都是可能的,并且可以被实践,但仍旧在所附权利要求的范围内。

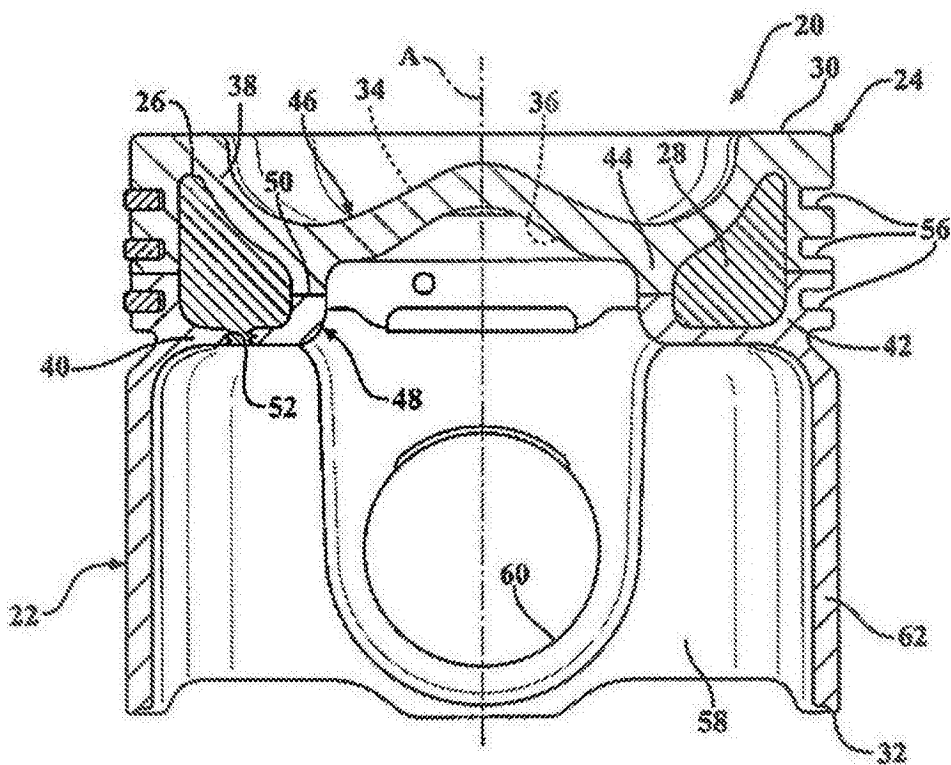


图1

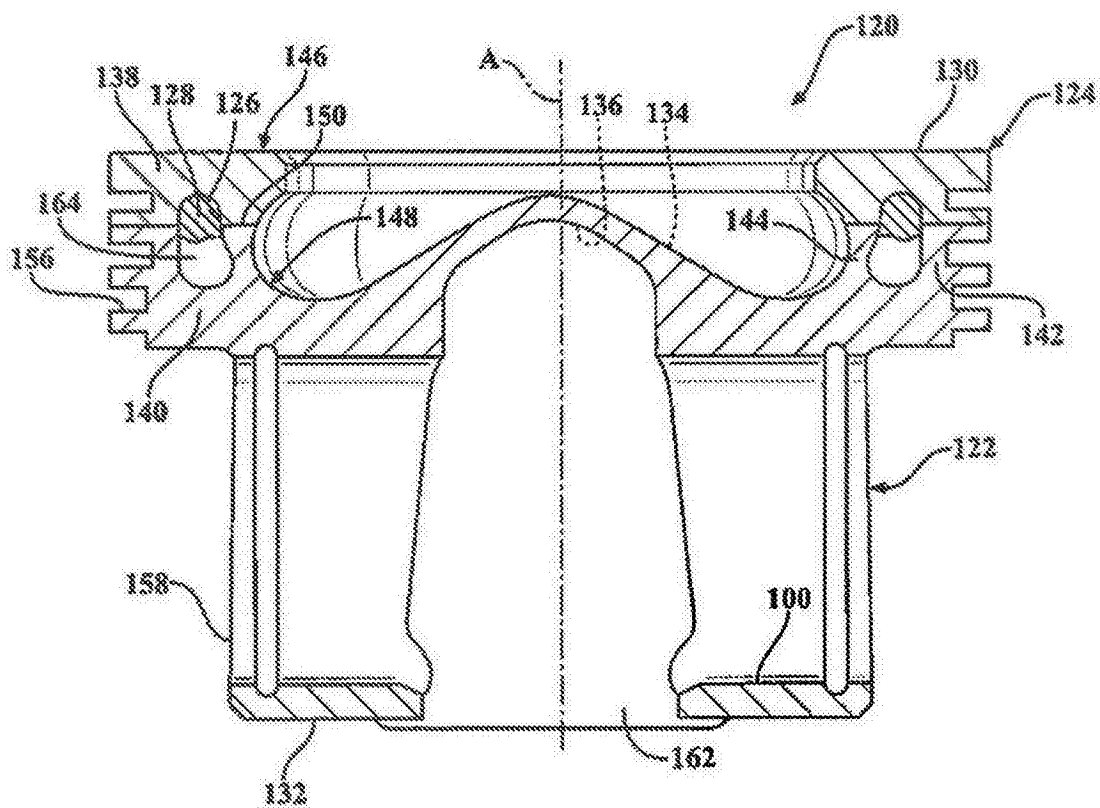


图2

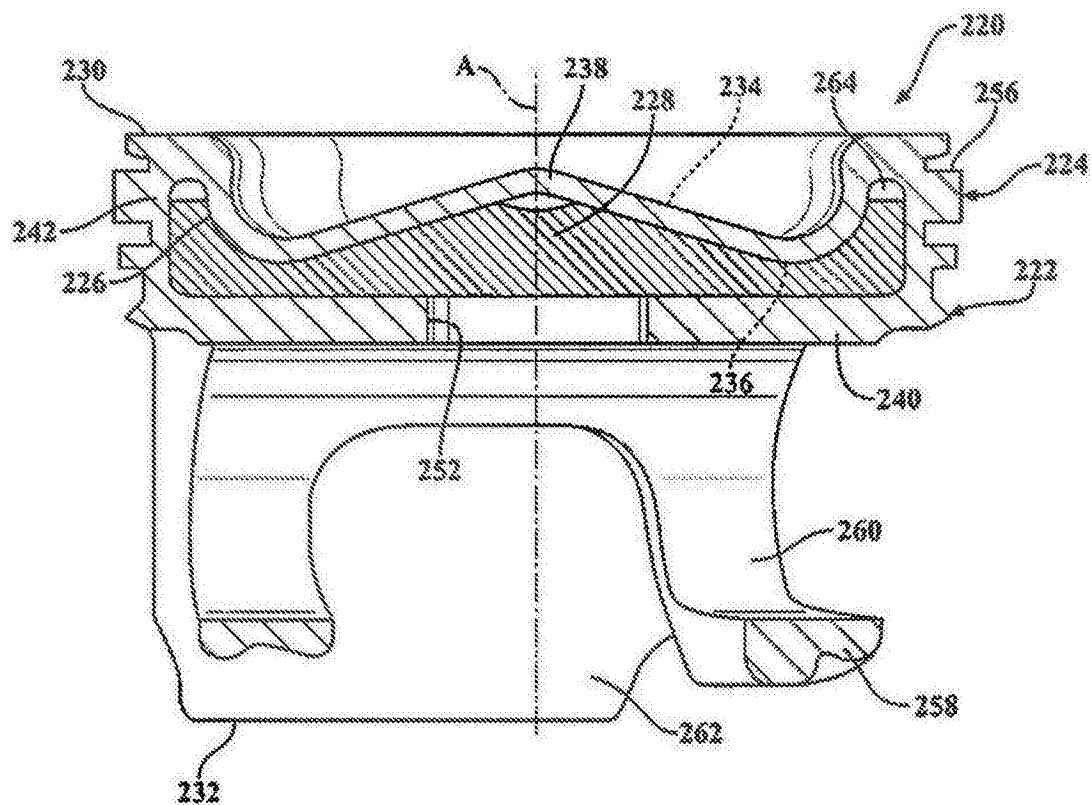


图3

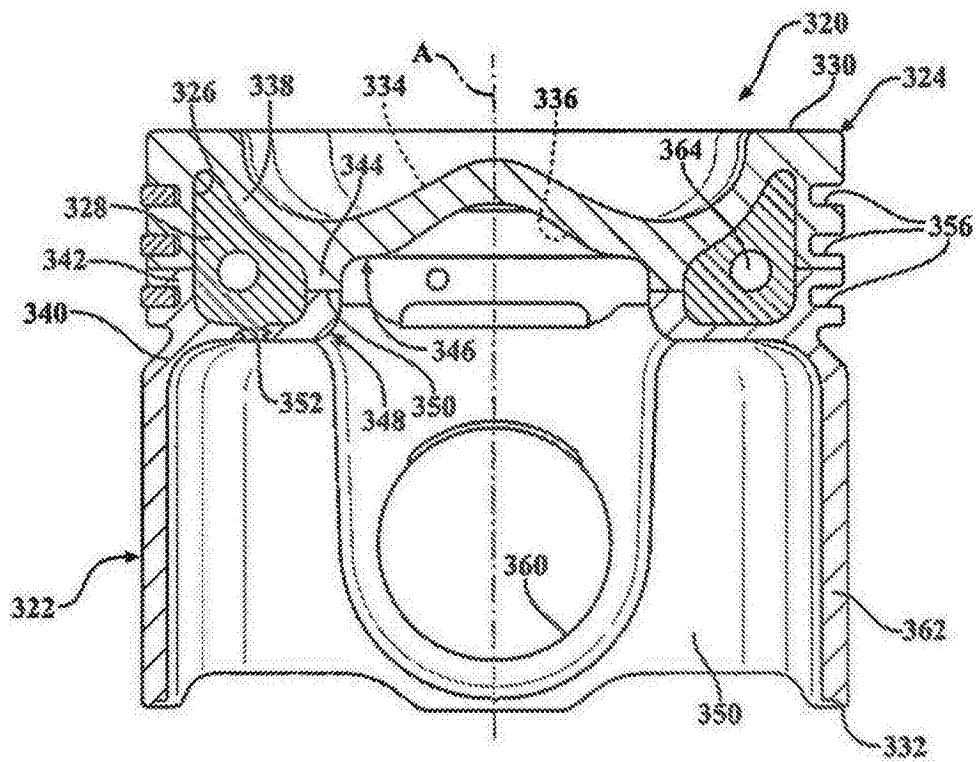


图4

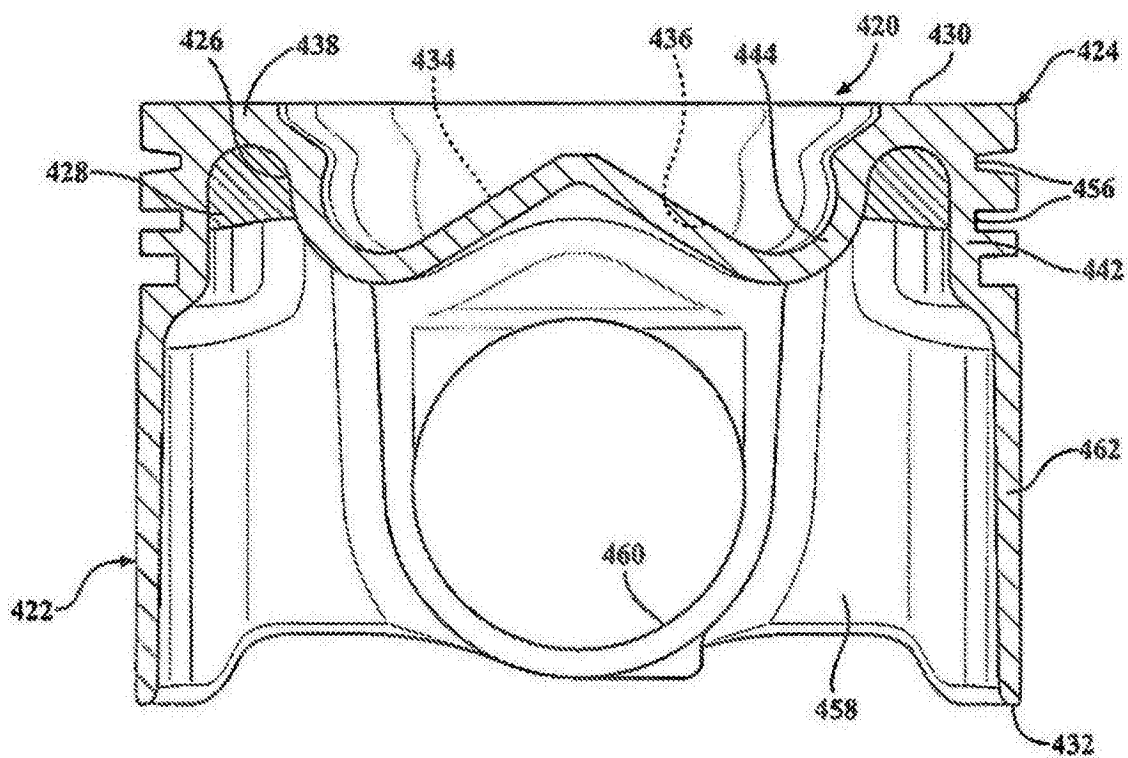


图5A

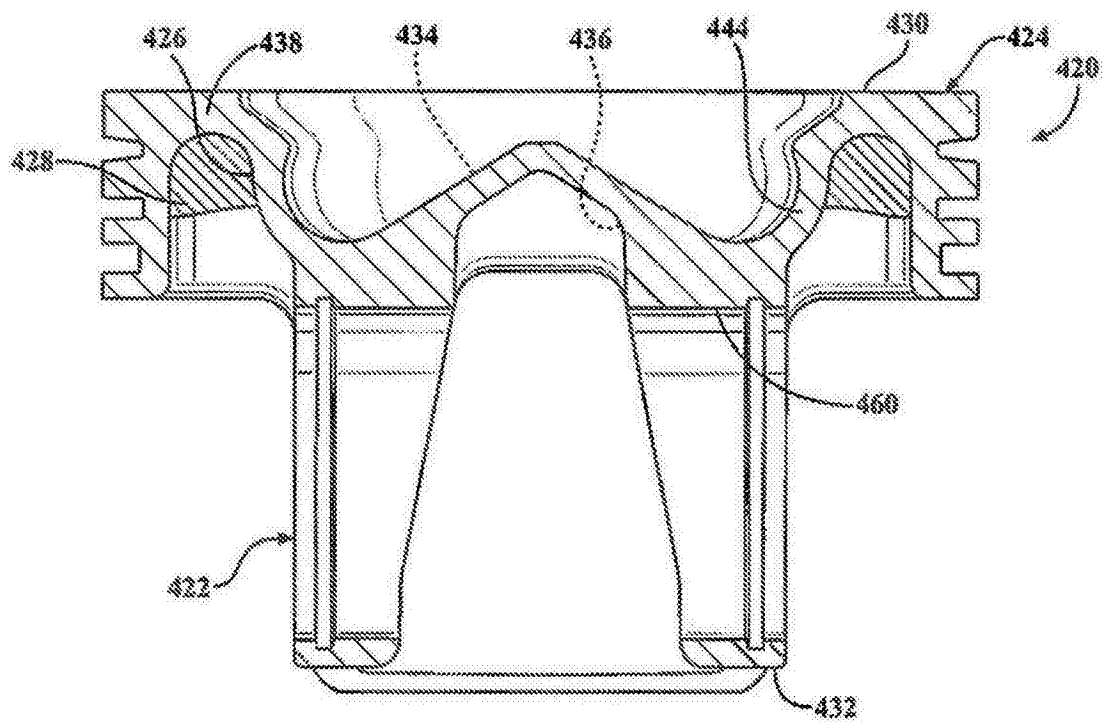


图5B

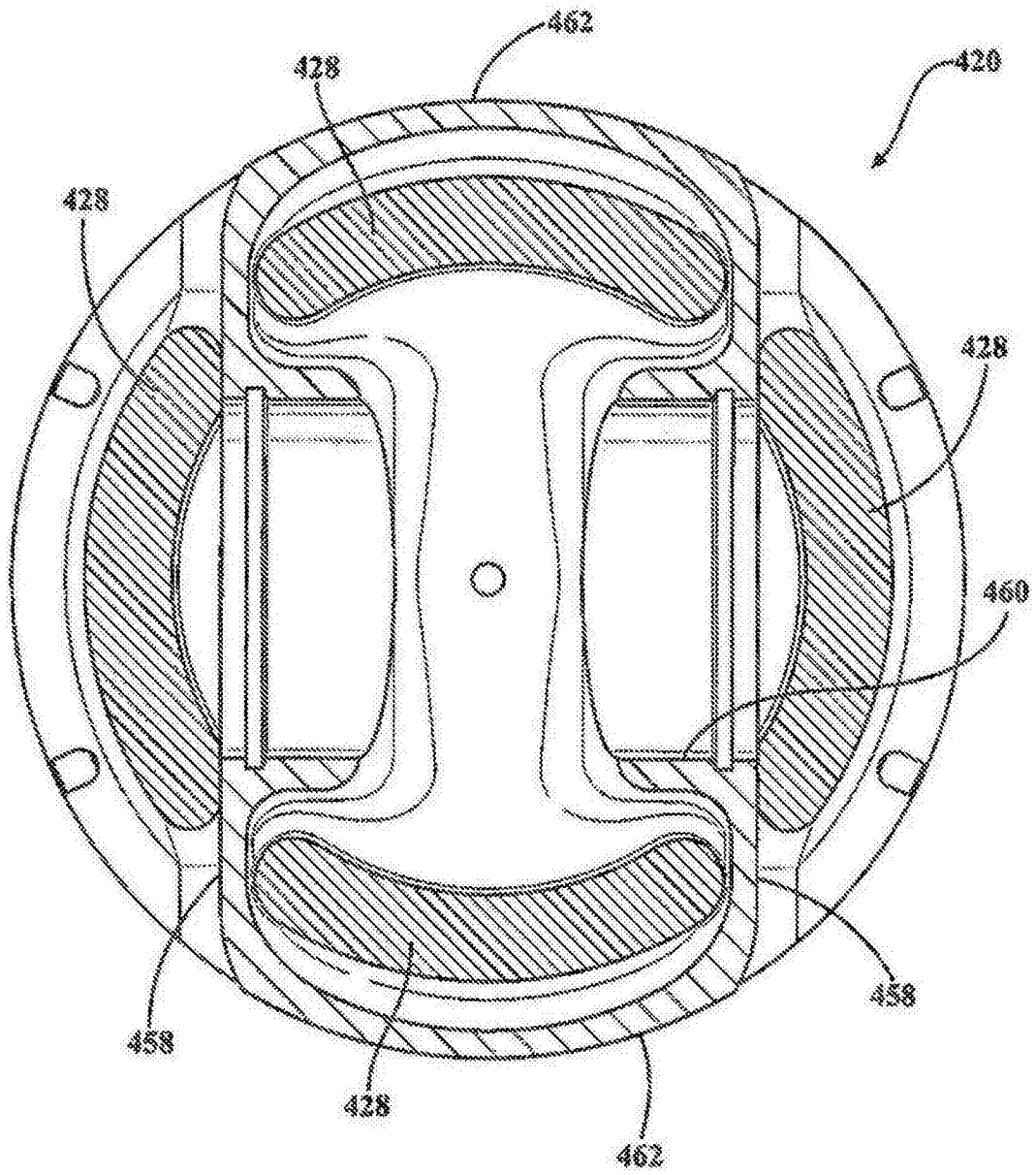


图5C