



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105209737 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

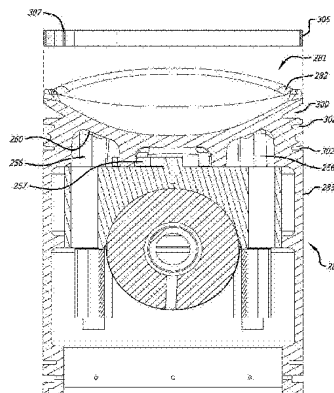
- (21) 申请号 201480026016. 8 *F02F 3/22*(2006. 01)
- (22) 申请日 2014. 05. 08 *F02B 75/28*(2006. 01)
- (30) 优先权数据 *F02F 3/00*(2006. 01)
- 13/891, 523 2013. 05. 10 US
- (85) PCT国际申请进入国家阶段日
2015. 11. 06
- (86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/037289 2014. 05. 08
- (87) PCT国际申请的公布数据
W02014/182892 EN 2014. 11. 13
- (71) 申请人 阿凯提兹动力公司
地址 美国加利福尼亚州
- (72) 发明人 E·P·迪昂 R·G·麦肯齐
- (74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民 徐东升
- (51) Int. Cl.
F02F 3/18(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图10页

- (54) 发明名称
对置活塞发动机中的活塞热管理

(57) 摘要

一种对置活塞发动机包括活塞, 每个活塞在活塞的侧壁中具有环形腔, 并且环形腔位于活塞顶部和环形槽之间, 以阻碍热量从顶部到活塞主体的传递。



1. 一种用于双冲程内燃发动机的活塞, 包含在一端具有顶部的活塞主体, 在所述顶部上形成端面, 所述端面包括延长的碗状部分, 所述端面与相对活塞端面配合以限定燃烧室, 和在靠近所述顶部的所述活塞侧壁内的至少一个环形槽;

其特征在于:

环状热阻型腔位于所述活塞侧壁内, 沿着所述活塞主体的圆周延伸, 并且被定位在所述端面 and 所述至少一个环形槽之间。

2. 根据权利要求 1 所述的活塞, 进一步包括覆盖所述腔的带、法兰和一对相对法兰其中之一。

3. 根据权利要求 1 所述的活塞, 进一步包括覆盖所述腔的带有间隙的带。

4. 根据权利要求 1 所述的活塞, 进一步包括带有在所述活塞的径向方向上延伸的上法兰和在所述活塞的轴向方向上向下延伸的下法兰的套筒, 并且所述套筒被座接在所述顶部的外部圆周表面上, 其中所述上法兰被保持抵靠着所述顶部的肩, 并且所述下法兰覆盖所述腔。

5. 根据权利要求 1 所述的活塞, 进一步包括在所述活塞主体内的在所述顶部的下面的一个或多个冷却通道。

6. 根据权利要求 1 所述的活塞, 进一步包括设置在所述腔内的热阻材料。

7. 根据权利要求 6 所述的活塞, 进一步包括覆盖所述腔的带、法兰和一对相对法兰其中之一。

8. 根据权利要求 6 所述的活塞, 进一步包括覆盖所述腔的带有间隙的带。

9. 根据权利要求 6 所述的活塞, 进一步包括带有在所述活塞的径向方向上延伸的上法兰和在所述活塞的轴向方向上向下延伸的下法兰的套筒, 并且所述套筒被座接在所述顶部的外部圆周表面上, 其中所述上法兰被保持抵靠着所述顶部的肩, 并且所述下法兰覆盖所述腔。

10. 根据权利要求 7 所述的活塞, 进一步包括在所述活塞主体内的在所述顶部的下面的一个或多个冷却通道。

11. 根据权利要求 11 所述的活塞, 进一步包括覆盖所述腔的带、法兰和一对相对法兰其中之一, 以形成包含近真空的室。

12. 内燃发动机, 其包括至少一个汽缸, 所述至少一个汽缸具有在纵向上分开的排气端口和进气端口以及在所述汽缸的孔中彼此相对地设置的一对活塞, 其中每个活塞根据权利要求 1-11 中任一项被构造。

对置活塞发动机中的活塞热管理

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明包含的主题涉及于 2011 年 4 月 18 日提交的“用于对置活塞发动机的燃烧室构造”(combustion chamber constructions for opposed-piston engines) 的美国专利 13/066, 589 共同拥有的主题和于 2011 年 8 月 15 日提交的“用于对置活塞发动机的活塞构造”(piston constructions for opposed-piston engines) 的美国专利 13/136, 955 共同拥有的主题。

背景技术

[0003] 本领域是内燃发动机领域。特别地,本领域涉及用于活塞的热管理的构造。在一些方面,本领域包括内燃发动机,其中活塞顶部的端面与活塞的环区域隔热。在一些其他方面,本领域包括高压压缩柴油发动机,特别地,包括对置活塞柴油发动机。

[0004] 在内燃发动机运转期间,空气/燃料混合物的燃烧发生在由在汽缸内往复的至少一个活塞的顶部的端面限定的汽缸空间内。例如,在对置活塞发动机中,燃烧发生在被限定在两个对置活塞的顶部的端面之间的汽缸空间内,所述两个对置活塞接近汽缸内各自的上止点位置。在顶部的端面之间压缩的空气中的热量引起被喷射到加热的空气内的燃料燃烧。发生燃料燃烧的汽缸空间通常被称为“燃烧室”。

[0005] 为了将燃烧释放的能量最大化地转换为运动,期望阻止热量通过活塞被传导远离燃烧室。减少通过活塞的热量损失将提高发动机的运转效率。通常,通过使活塞顶部与活塞的主体隔热来降低或阻碍通过活塞的热传递。然而,还有一种情况是,在活塞的端面处的燃烧的热量的保留可以引起对活塞顶部和附近活塞元件的热损伤。

[0006] 活塞热管理是个连续问题,尤其是考虑到可从现代内燃发动机预期到的不断增长的负载。在通常的活塞中,至少四个区域是热管理所关心的:活塞顶部、环形槽(ring grooves)、活塞顶底(under-crown)以及活塞/活塞销界面。如果活塞顶部温度上升到制成其的材料氧化温度以上,则可以氧化损伤活塞顶部。活塞元件的机械故障可能由于热诱导材料变化造成。环(rings)和环形槽以及邻接环形槽的刃带(lands)会遭受由于油被加热超过焦化温度(coking temperature)而引起的碳堆积。与环形槽一样,活塞顶部的下表面也可以遭受油焦化。

[0007] 最近研究显示,当与传统的六缸四循环发动相比较时,对置活塞发动机二冲程循环发动机展现了增强的热效率。(Herold, R., Wahl, M., Regner, G., Lemke, J. 等,“Thermodynamic Benefits of Opposed-Piston Two-Stroke Engines(对置活塞二冲程发动机的热力学效益)”SAE 科技文献 2011-01-2216, 2011, doi:10.4271/2011-01-2216.) 凭借组合以下三种效应,对置活塞发动机将实现热力学效益:由于更有利的燃烧室面积/体积比而降低热传递、增加二冲程循环可能形成的较稀(leaner)运转状况的比热比以及降低以固定的最大压力升高率可实现的燃烧持续时间,所述固定的最大压力升高率由二冲程发动机较低的能量释放密度引起。对于每个汽缸两个活塞来说,对置活塞发动机可以用增强的活塞热管理来实现额外的热力学效益。

发明内容

[0008] 通过在活塞的顶部的端面和活塞的顶环槽 (top ring groove) 之间提供环形腔, 可以在一对对置活塞的每个活塞内实现对置活塞发动机的活塞的增强的热管理。在发动机运转期间, 该腔可以降低从活塞顶到活塞主体的热量传递, 同时降低或防止对环的热损伤以及环形槽中润滑剂的焦化。

附图说明

[0009] 图 1 是一对活塞的活塞的立体透视图, 其中一对活塞的端面被形成以限定对置活塞发动机的燃烧室构造。

[0010] 图 2- 图 4 是示出包括根据图 1 的一对活塞的对置活塞发动机的运转顺序的侧截面图。

[0011] 图 5 是对置活塞发动机的一对活塞中的一个活塞的立视透视图。

[0012] 图 6 是图 5 的活塞的第一实施例的侧截面图, 其示出被定位在活塞的顶部的端面和活塞的顶环槽之间的环形腔。

[0013] 图 7 是图 6 的活塞的绕自身轴旋转 90° 时的侧截面图。

[0014] 图 8 是图 6 的活塞的一部分的放大视图。

[0015] 图 9A 是图 5 的活塞的第二实施例的分解的侧截面图, 其示出管形零件或套筒, 管形零件或套筒被接收在顶部上并且围绕活塞的端面座接在适当位置以便封闭环形腔。图 9B 是图 5 的活塞的第二实施例的侧截面图, 其中套筒被座接在顶部上。图 9C 是图 9B 的活塞的一部分的放大视图。

[0016] 图 10 是图 5 的活塞的第三实施例的放大的局部视图。

具体实施方式

[0017] 图 1- 图 4 说明由设置在对置活塞发动机的气道式汽缸 (ported cylinder) 内的对置活塞的互补的端面结构限定的燃烧室构造。燃烧室构造以挤压的表面积为边界。相同的大体对称的碗状部分在对置活塞的端面内形成, 并且活塞被可旋转地取向以相对地放置碗状部分的互补的弯曲表面, 以便使挤压区的挤压表面积最大化。

[0018] 每个活塞的端面结构具有围绕碗状部分以限定凹形表面的周边。凹形表面包括朝着活塞内部远离包含周边表面的平面弯曲的第一部分和远离第一部分弯曲并且从所述平面部分地向外突出的第二部分。与碗状部分相对的凸形表面远离所述周边弯曲并且自所述平面向外突出。凸形表面与凹形表面的第二部分相交以与其形成脊。优选地但非必须地, 碗状部分具有半椭球形状。端面结构被提供在两个活塞上, 并且活塞被设置在气道式汽缸的孔内, 其中活塞的端面被取向为相对放置端面结构的互补的弯曲表面, 以便限定燃烧室。优选地但非必须地, 在这两个端面之间限定的燃烧室空间是或非常接近拉长的椭球形汽缸, 以提供大体上对称的几何结构, 以加强和维持翻滚运动。这种燃烧室结构将翻滚添加到燃烧室内空气的整体运动, 由此增加了增强空气 / 燃料混合的湍流。

[0019] 限定燃烧室的活塞端面的结构基本上彼此相同; 因此, 图 1 中示出的活塞 280 表示了进气活塞和排气活塞。活塞 280 具有端面 282。以活塞 280 的纵向轴为中心的平的、径向

延伸的区域 284 限定端面 282 的周边。腕状部分 286 在周边内形成。腕状部分 286 具有凹形表面 288, 凹形表面 288 具有朝着活塞 280 的内部从包含平的圆周区域 284 的所述平面向内弯曲的第一部分 290 和从活塞的内部向外弯曲通过所述平面的第二部分 292。端面 282 进一步包含在周边内的凸形表面 295, 凸形表面 295 从所述平面向外弯曲。凸形表面 295 与凹形表面 288 的第二部分 292 相交, 以形成从端面 282 向外突出的脊 (ridge) 296。至少一个凹口 294 延伸通过周边进入到腕状部分 286 内; 优选地, 提供两个校准的凹口 294。

[0020] 现在参考图 2- 图 4, 具有形状如同图 1 的端面的两个活塞 280 被示出在气道式汽缸 220 内各自的下止点 (BDC) 位置处或附近。该活塞在汽缸 220 的孔内被可旋转地取向以便互补地校准端面; 也就是说, 一个活塞 280 的凹形表面部分 290 面对另一个活塞的凸形表面 295。充气空气被迫使通过进气端口 224 进入到汽缸内, 同时排气产物通过排气端口 226 流出汽缸。为了清除和空气 / 燃料混合的目的, 充气空气穿过进气端口 224 时被打旋。当活塞 280 从 BDC 向上止点 (TDC) 位置移动时, 如同图 3, 进气端口 224 和排气端口 226 关闭, 并且打旋的充气空气在端面 282 之间被渐增地压缩。当活塞 280 接近 TDC 时, 压缩的空气从端面的周边流入具有被限定在端面碗状部分之间的腔的燃烧室内。与此同时, 更靠近汽缸的纵向轴的压缩充气空气继续打旋。当活塞 280 移动通过它们各自的 TDC 位置时, 相对的凹形 - 凸形表面 290、295 彼此啮合, 以使燃烧室腔形成细长的、大体椭球形状。在端面 282 内的相对的一对凹口 294 (见图 1) 在椭球形状的相对的内圈位置处限定通入燃烧室中的喷射端口。

[0021] 如同图 5, 活塞端面 282 在活塞 280 的上端的顶部 281 中形成。一个或多个环形槽 302 在活塞 280 的主体 285 的侧壁 283 中形成, 且在端面 282 的周边 284 下方。当活塞被完全装配时, 活塞环 (未示出) 被座接在环形槽中。沿着活塞侧壁 283 的圆周形成的圆周槽、凹座 (recess)、沟槽 (trench) 或腔 300 被设置在端面 282 和顶环槽之间。腔 300 降低或阻碍顶部的热量通过活塞的下部进行传递, 起到在顶部 281 和环形槽 302 之间热阻止器的作用。优选地但非必须地, 腔 300 包含具有低热导率的材料。低热导率材料的示例包括空气、陶瓷和 / 或石墨。优选地, 腔 300 被封闭以形成环形室。例如, 腔 300 可以被座接在腔的口并且被固定到活塞结构的薄的、平的包围条 (strip) 或带 305 封闭。使用陶瓷、石墨或其他相当的材料封闭腔 300 和 / 或填充腔 300 可以增加活塞的结构完整性。腔 300 提供顶部 281 和环槽 302 之间的热阻, 该热阻降低进入活塞内的热量的传递, 由此增加燃烧能量到运动的转换。

[0022] 腔的热阻将引起顶部 281 变得更热, 由此增加氧化的可能性。这可以用几种方式解决。一种是使用具有更高氧化温度的材料 (诸如不锈钢或镍合金) 制造顶部。其他方法是使用标准的活塞材料并且应用表面处理以增加材料的表面氧化温度。材料属性也随着温度降低。如果使用标准的活塞材料, 则活塞可以被设计成具有足够低的应力以仍满足疲劳极限。

[0023] 图 6- 图 8 说明图 5 的活塞的第一实施例。环形腔 300 被定位在活塞的顶部 281 的端面和活塞的顶环槽 302 之间。优选地但非必须地, 腔具有楔形横截面的形状, 该腔带有开向活塞侧壁并且向内凹口逐渐减小的宽口。优选地但非必须地, 侧壁 283 和顶部 281 通过锻造、铸造和 / 或机械加工被形成为单个整体件。可替换地, 顶部和活塞主体可以被形成为分离件, 该分离件可以通过标准的方式诸如熔焊、钎焊或螺纹元件连结。如果用带 305 封闭腔

300, 则优选地, 带由与带被安装到的活塞结构的材料热兼容的材料制成。例如, 热膨胀系数相等的或基本上相等的材料被称为“热兼容”的材料。假设将标准材料用于活塞和带, 则带 305 可以被座接在腔 300 的口中, 并且被焊接在合适的位置。如果顶部和活塞主体被形成为整体件, 则带 305 可以制作有间隙 307 (在图 5 中最容易发现), 由此允许带 305 被轻微地膨胀, 以便围绕顶部配合并且沿着顶部向下移动, 直到被座接在腔 300 的口中。一旦带被座接后, 可以通过用与带被焊接到活塞主体所用的过程相同的过程封闭间隙 307。一旦使用焊接或相当的过程将带 305 座接并且固定在合适位置时, 两部分 300 和 305 就配合形成基本上气密的室。该室可以填充一种或多种具有低热导率的材料。可替换地, 在焊接过程期间, 空气可以从腔中被抽出, 使得室包含近真空, 也就是说, 环状空间具有比海平面大气压力低的压力。

[0024] 图 9A-9C 说明图 5 的活塞的第二实施例。环形腔 300 被定位在活塞的顶部 281 的端面和活塞的顶环槽 302 之间。优选地但非必须地, 腔具有楔形横截面的形状, 该腔带有开向活塞侧壁并且向内凹口逐渐减小的宽口。优选地但非必须地, 侧壁 283 和顶部 281 可以通过锻造、铸造和 / 或机械加工被形成为单个整体件。可替换地, 顶部和活塞主体可以被形成为分离件, 该分离件可以通过标准的方式诸如熔焊、钎焊或螺纹元件连接。使用套筒 325 封闭腔 300, 其中套筒 325 具有在径向方向上延伸的上法兰 326 和在轴向方向下延伸的下法兰 327。套筒 325 被装配到顶部 281 的外圆周表面 328, 其中上法兰 326 被保持抵靠着周边肩 330 并且下法兰 327 被座接到腔 300 的口中, 并且覆盖腔 300 的口。如同图 9A-图 9C, 套筒 325 的上法兰 326 组成活塞的端面的周边 284。套筒 325 优选地由与其被安装到的活塞结构的材料热兼容的材料制成。假设将标准材料用于活塞和套筒, 则套筒 325 可以被座接到顶部上, 其中下法兰被座接在腔 300 的口中, 并且通过焊接或相当的过程被固定在合适位置。一旦套筒 325 被座接并且固定在合适位置时, 其中在下法兰 327 和腔 300 的口之间的接缝通过焊接或相当的过程被封闭, 两部分 300 和 327 形成基本上气密的室。该室可以填充一种或多种具有低导热率的材料。可替换地, 在焊接过程中, 空气可以被从腔中抽出, 使得室包含近真空, 也就是说, 环状空间具有比海平面大气压力低的压力。

[0025] 图 10 说明图 5 的活塞的第三实施例。在该实施例中, 顶部 281 和活塞主体 285 通过用方向相反、轴向延伸的法兰 281f 和 285f 被分开地形成。顶部 281 和活塞主体 285 用一对校准的法兰 281f、285f 被放在一起, 同时沿焊接线 370 和 371 被焊接。由此形成的腔 300 包含在法兰 281f、285f 的内侧的空间。如果用电子束焊接过程, 则可以在形成的室内创建近真空。两种有用的大量生产方法包含惯性焊接 (inertia welding) 和激光焊接, 这两种方法中的任一种都可以用于连结顶部和主体件。

[0026] 在一些方面, 本文提供了通过液体冷却剂的方式来冷却每个活塞的内部, 其中液体冷却剂循环进入活塞, 穿过顶部的背侧, 并且从活塞主体的底部出来。例如, 参考图 6。液体冷却剂 (例如, 润滑油) 流入环状通道 256。液体冷却剂冲击在环状通道的最高点 260 处的撞击环状通道的内表面, 由此通过冲击冷却顶部的所述部分, 并且从顶部的所述部分流遍整个环状通道 256。液体冷却剂从环状通道 256 流入中心通道 257, 并且通过中心通道 257。流经整个环形通道 256 的液体冷却剂清洗并且冷却包含环形槽 302 的活塞侧壁的环状部分。流过中心通道 257 的液体冷却剂连续不断地冲洗顶部下面的内部部分。关于这点参阅相关申请 13/066, 589。

[0027] 虽然通过参考当前优选的实施例,描述了具有阻碍从顶部到活塞的下部的热量传递的腔的活塞,但应当了解,在不脱离本发明的精神的情况下,可以进行各种修改。例如,活塞可以具有除了在本文中被描述和说明的形状之外的各种其他形状的碗状部分。因此,随后的权利要求书只限制了原理。

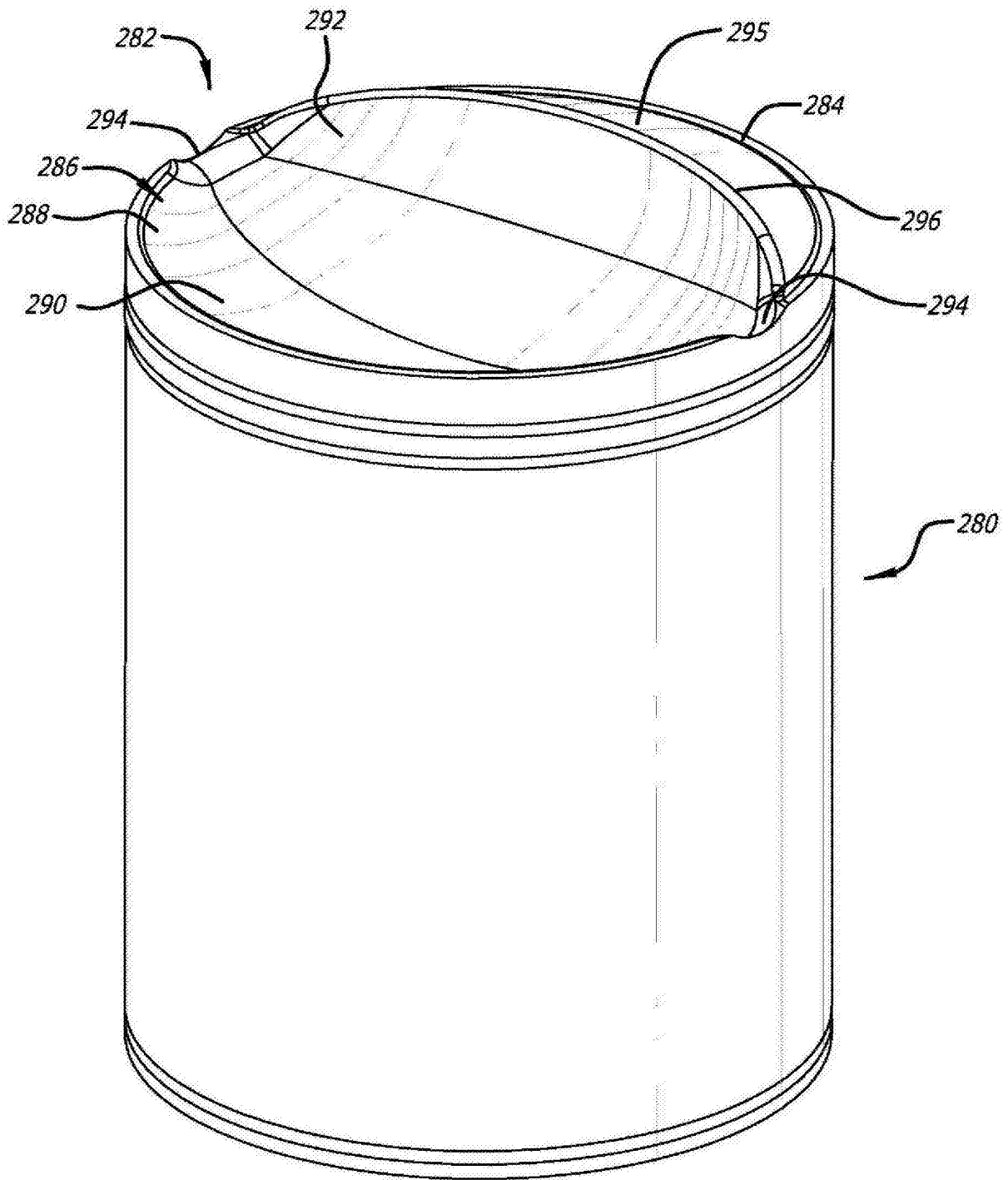


图 1

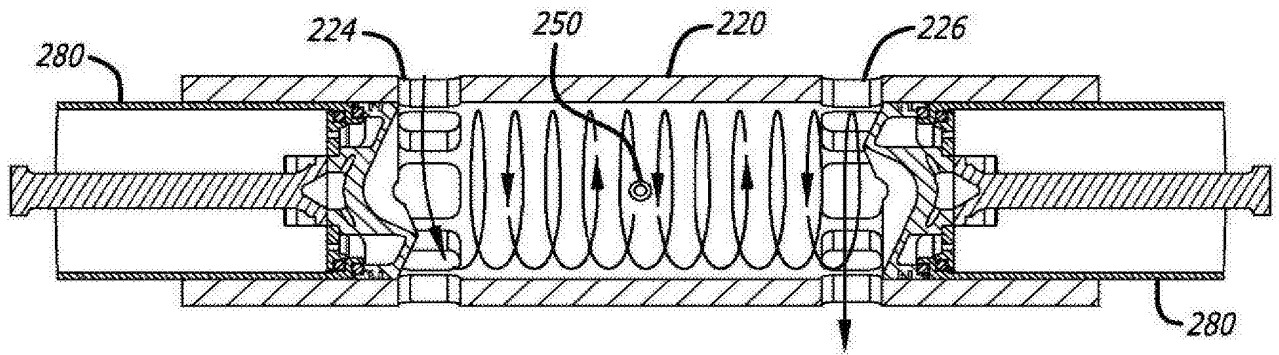


图 2

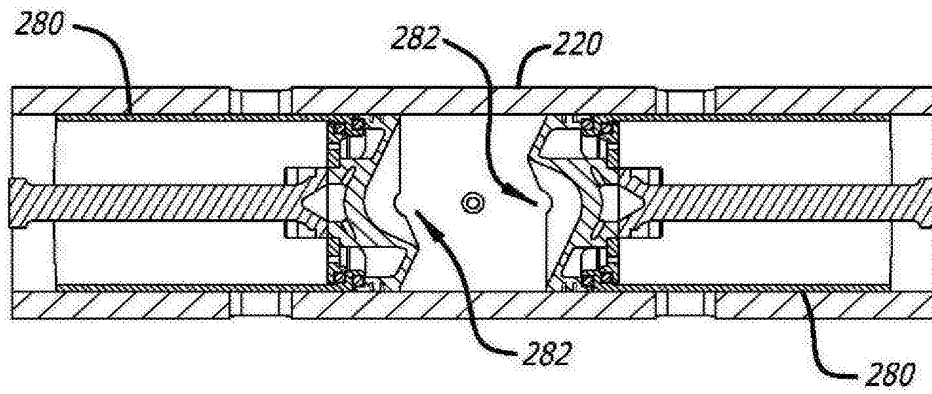


图 3

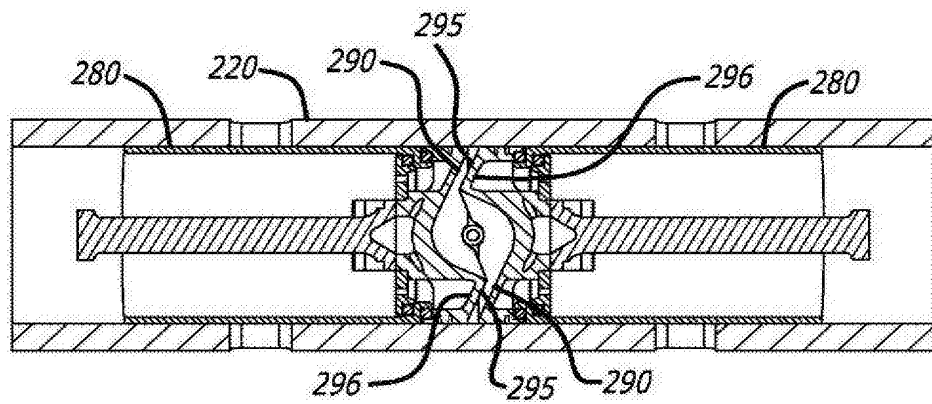


图 4

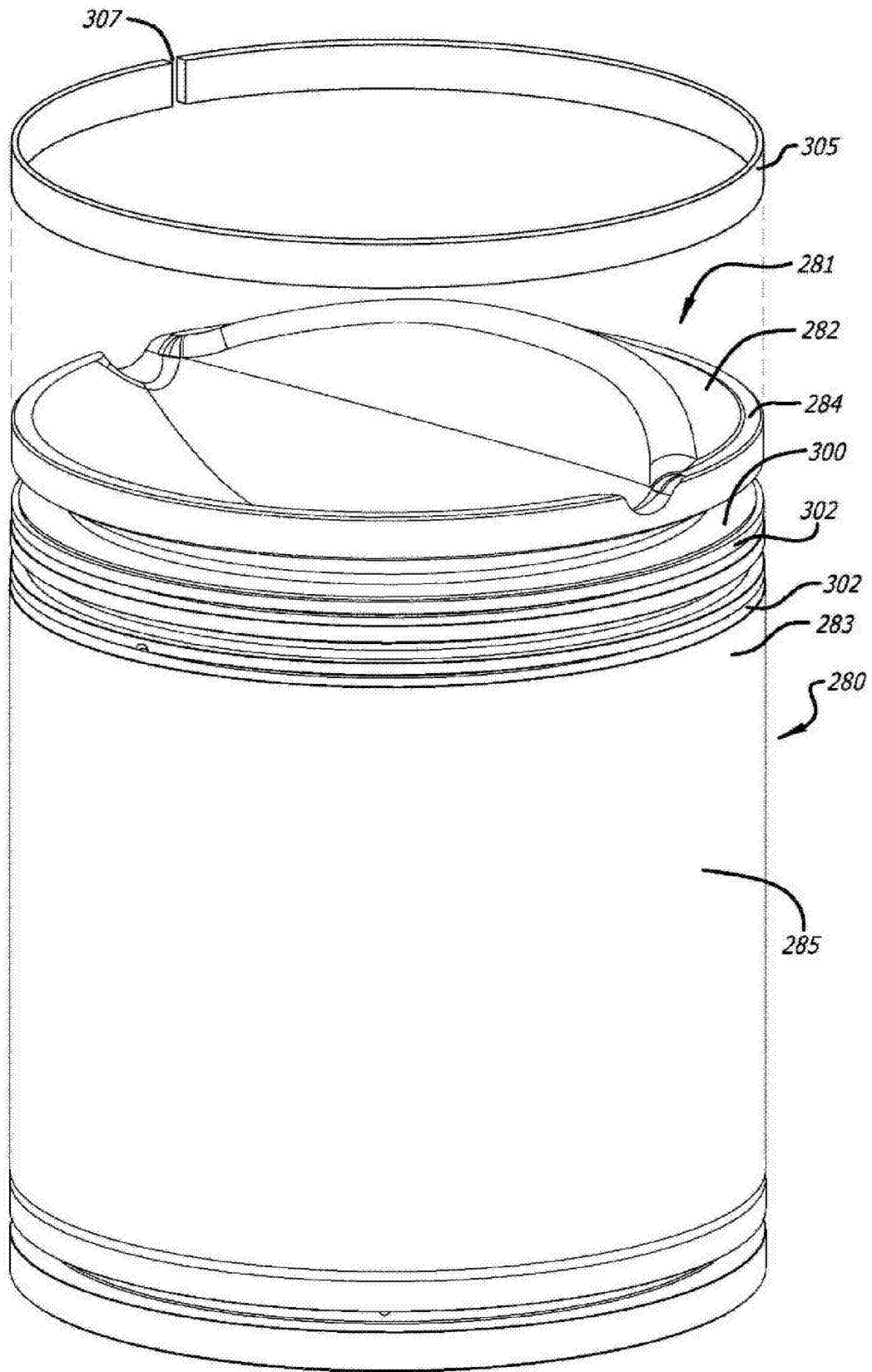


图 5

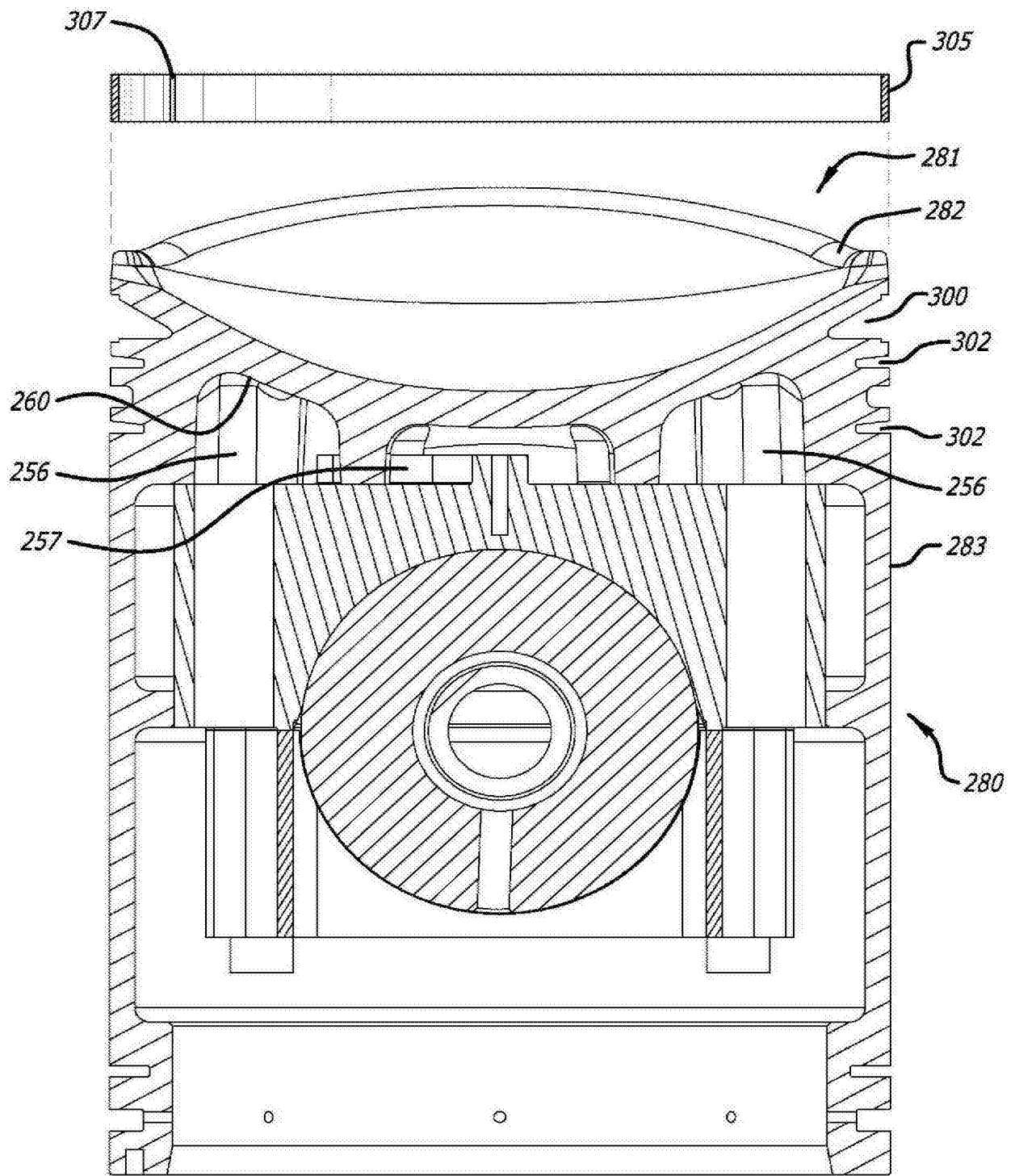


图 6

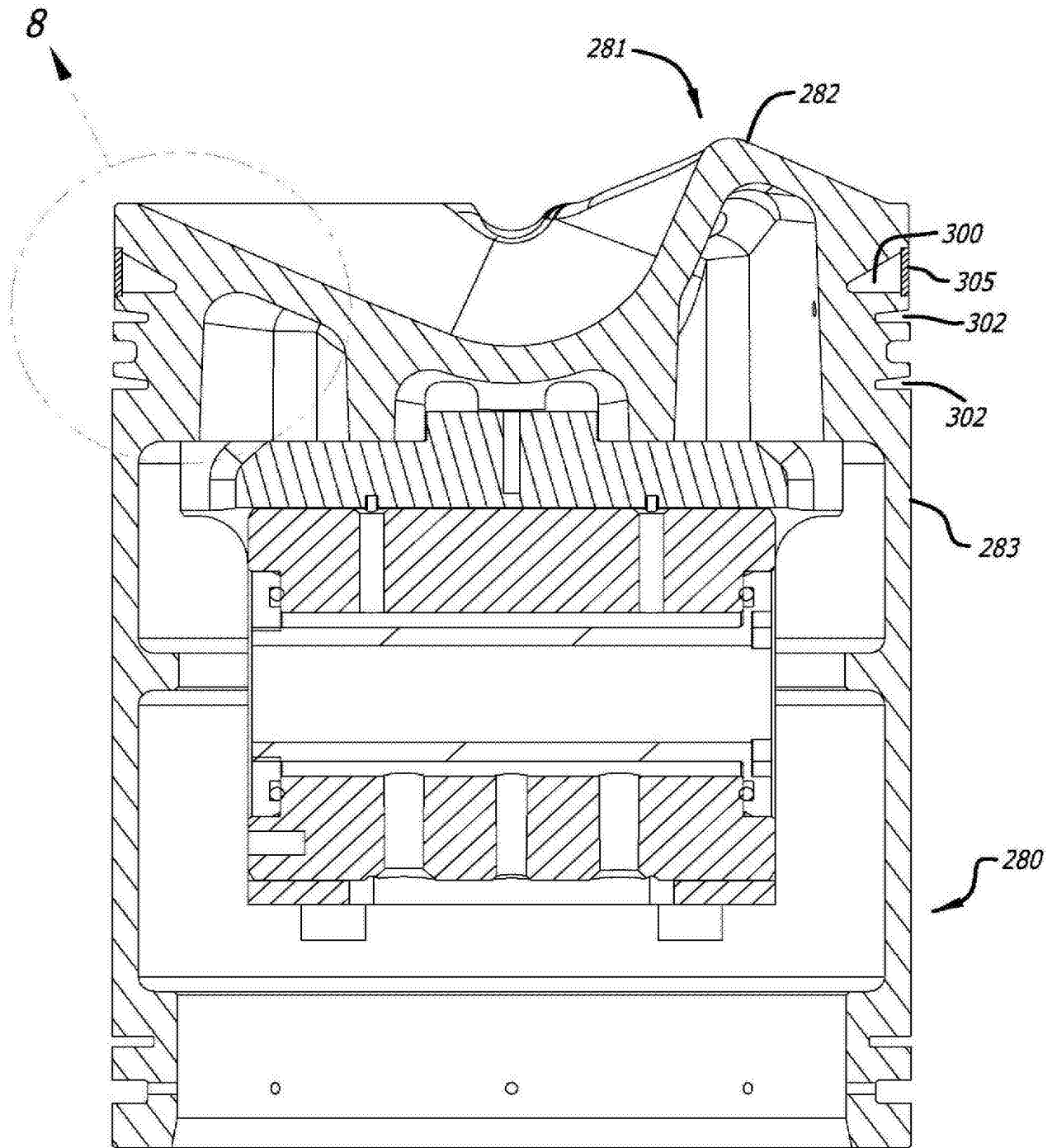


图 7

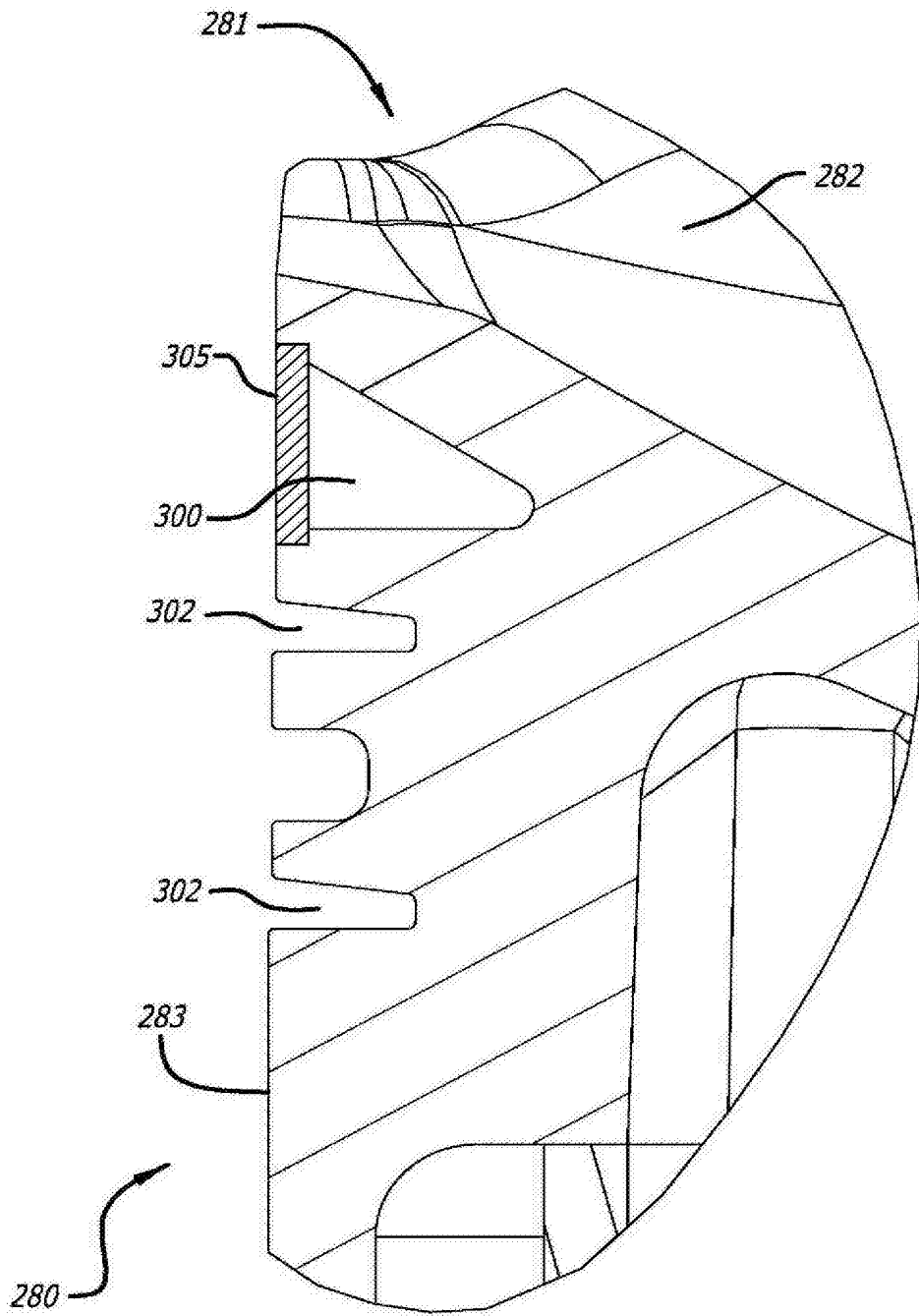


图 8

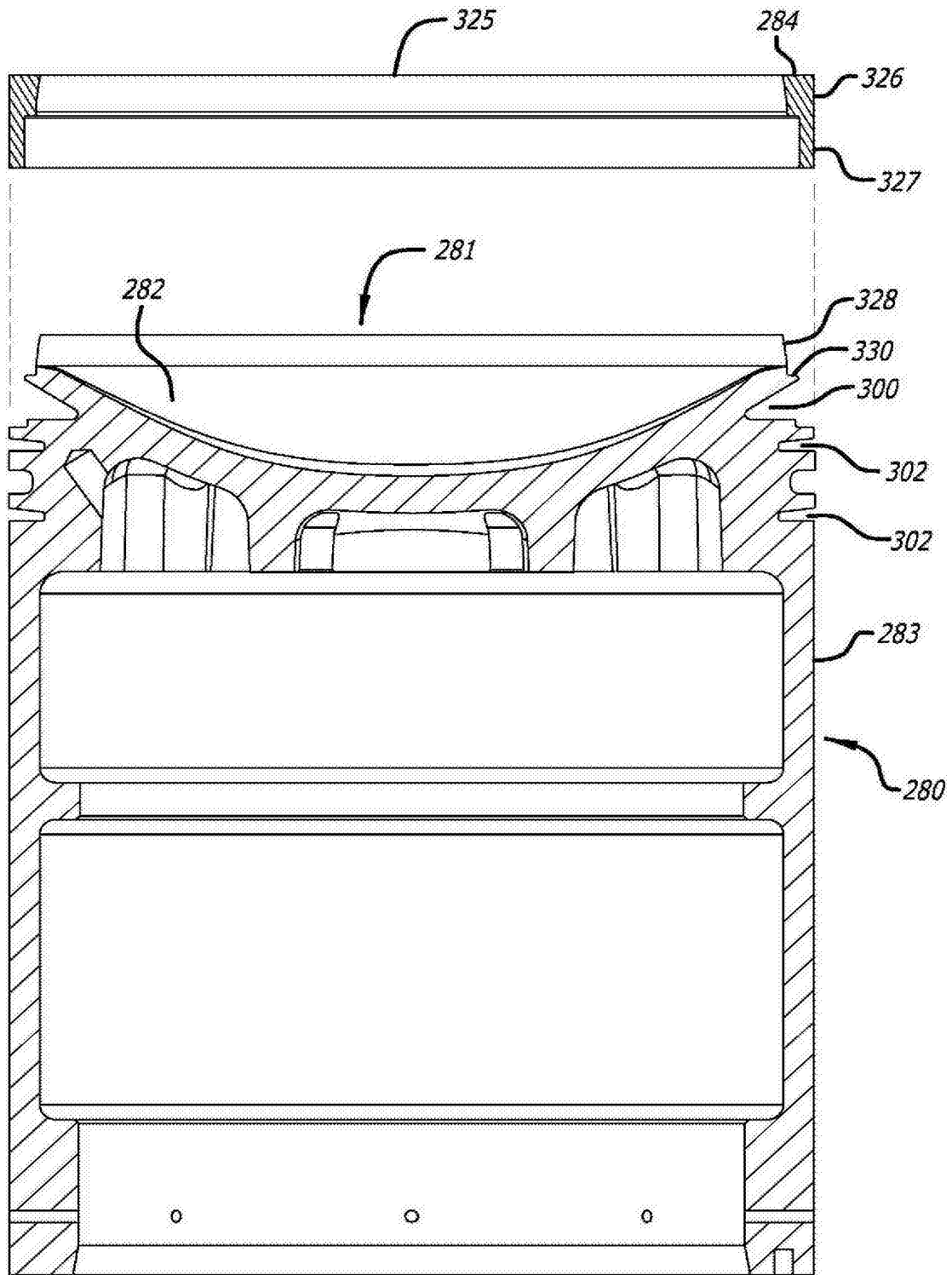


图 9A

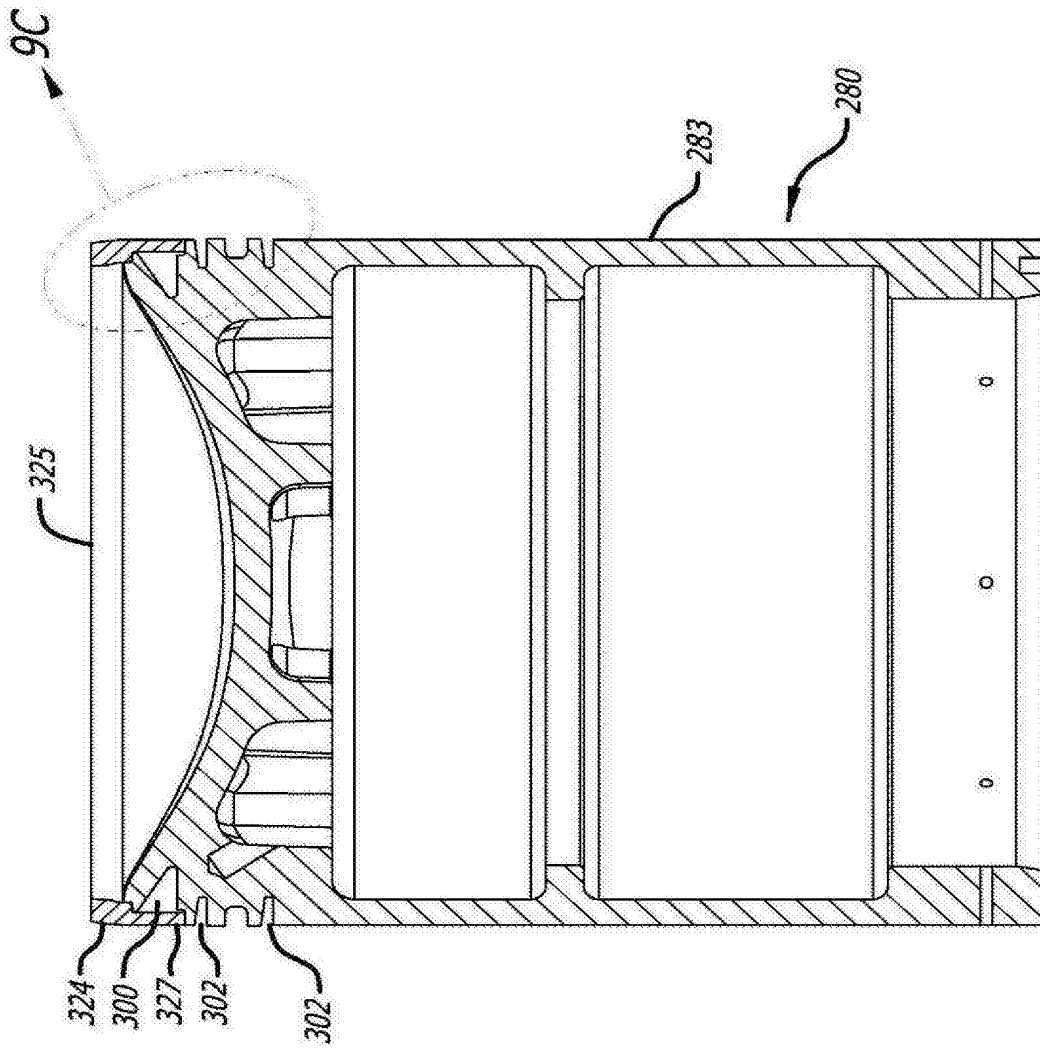


图 9B

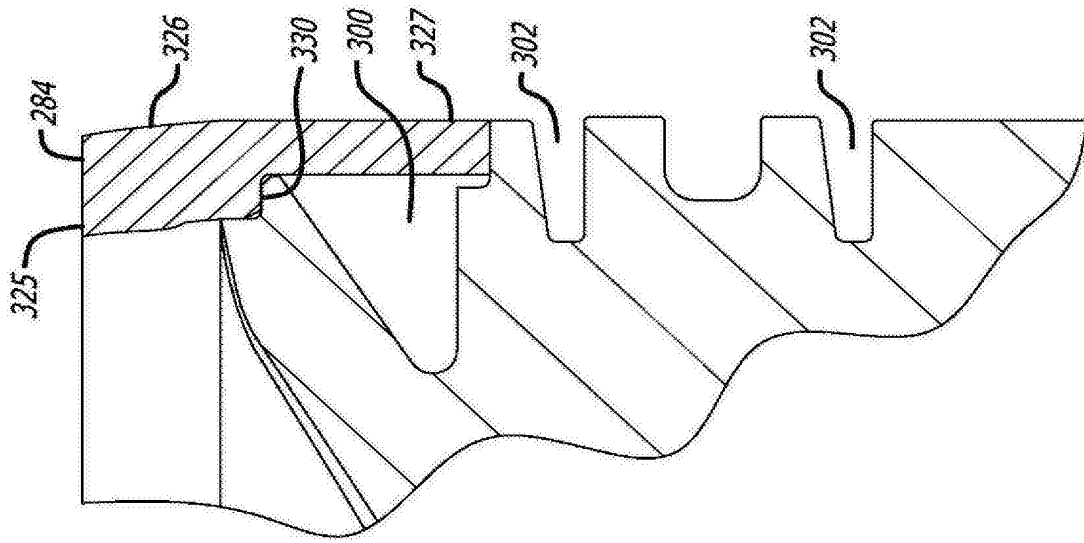


图 9C

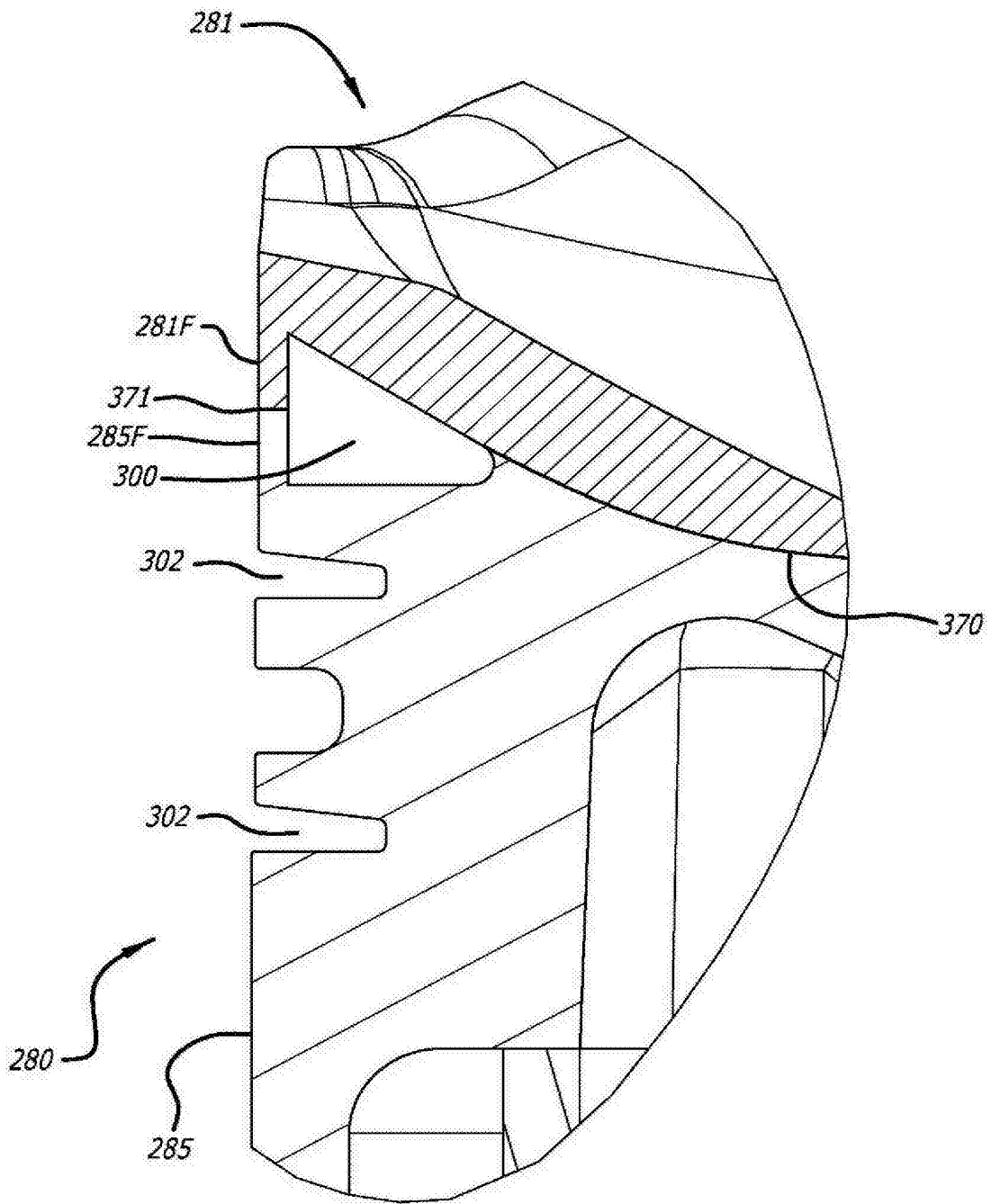


图 10