(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105604729 B
(45)授权公告日 2020.07.14

(21)申请号 201510791740.6

(22)申请日 2015.11.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105604729 A

(43)申请公布日 2016.05.25

(30)优先权数据
14/546,655 2014.11.18 US

(73)专利权人 卡特彼勒公司
地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 J·A·小苏巴奇 M·I·罗恩
S·P·库利尔 A·卡塔里
N·O·鲁拉 J·C·韦伯
S·C·佐兹

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所 11256
代理人 苏娟

(51)Int.Cl.
F02F 3/24(2006.01)
F02F 3/26(2006.01)

(56)对比文件
US 8276563 B2,2012.10.02,说明书第2栏第32行至第4栏第12行、说明书附图1-4.
FR 2885958 A1,2006.11.24,说明书具体实施例、说明书附图1-4.
US 8276563 B2,2012.10.02,说明书第2栏第32行至第4栏第12行、说明书附图1-4.

审查员 刘传峰

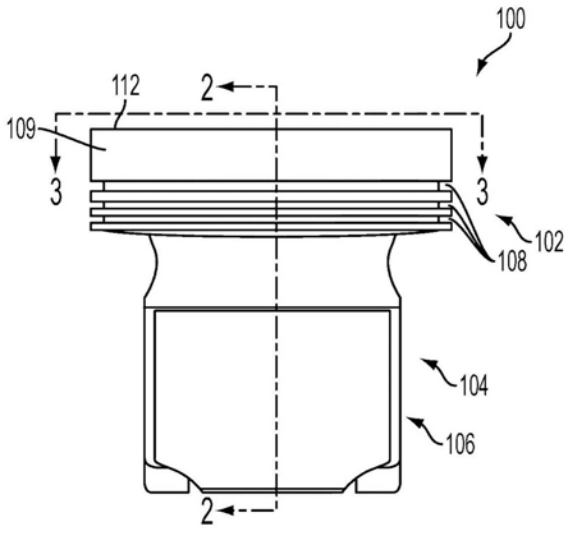
权利要求书1页 说明书7页 附图8页

(54)发明名称

发动机活塞

(57)摘要

本发明涉及发动机活塞。具体地，一种用于内燃发动机的活塞包括形成冠部部分和裙部部分的活塞主体。裙部部分包括配置成接收用于将活塞连接到连接杆的销的孔口。冠部部分形成通过具有环形形状的平冠部表面围绕的碗部。碗部和平冠部表面沿着围绕碗部的边沿的圆形边缘相遇。活塞还包括邻近边沿布置在碗部内的环形突出部。环形突出部在由沿着凸出顶点相遇的上部向内延伸表面和下部向内延伸表面生成的横截面中具有大致凸出形状。活塞还包括邻近环形突出部形成在碗部内的循环表面。循环表面沿着屈曲边缘与下部向内延伸表面相遇。



CN 105604729 B

1.一种用于内燃发动机的活塞,包括:

活塞主体,其形成冠部部分和裙部部分,裙部部分包括配置成接收将活塞连接到连接杆的销的孔口,冠部部分形成通过具有环形形状的平冠部表面围绕的碗部,碗部和平冠部表面沿着围绕碗部的边沿的圆形边缘相遇;

环形突出部,其邻近边沿布置在碗部内,环形突出部在由沿着凸出顶点相遇的上部向内延伸表面和下部向内延伸表面生成的横截面内具有大致凸出形状;以及

循环表面,其邻近环形突出部形成在碗部内,循环表面沿着屈曲边缘与下部向内延伸表面相遇,循环表面具有大致圆形横截面,所述大致圆形横截面的中心布置在屈曲边缘的下方,并且其中循环表面在碗部内形成圆环形腔,圆环形腔在碗部内布置在低处。

2.根据权利要求1所述的活塞,其中,在操作期间,燃烧材料将下沉进入圆环形腔,并且在腔内至少临时地采取涡流型式,并且大致在屈曲边缘下方。

3.根据权利要求1所述的活塞,其中,上部向内延伸表面是扩张或发散表面。

4.根据权利要求1所述的活塞,还包括形成在平冠部表面内的翼面表面,翼面表面具有凸出形状,并围绕碗部的边沿环形延伸。

5.根据权利要求4所述的活塞,其中,翼面表面包括相对于活塞径向向外延伸并远离包括平表面的平面下沉的扩张表面。

6.根据权利要求5所述的活塞,其中,翼面表面还包括相对于扩张表面径向向外布置并朝着包括平表面的平面升高的汇合表面。

7.根据权利要求6所述的活塞,其中,翼面表面还包括布置在扩张表面和汇合表面之间的屈曲表面,以形成翼面表面的底部沟槽,并且其中扩张表面的曲率半径大于汇合表面的曲率半径。

8.根据权利要求4所述的活塞,还包括围绕翼面表面并沿着活塞冠部的外部上周边布置的柱形壁。

发动机活塞

技术领域

[0001] 本发明总体涉及一种内燃发动机，并且更具体地涉及一种在发动机孔口内操作的活塞。

背景技术

[0002] 如已知，内燃发动机包括通过连接杆互连到曲轴并通常布置成在形成在曲轴箱内的孔口内往复的一个或多个活塞。典型的活塞包括至少部分限定每个孔口内的燃烧室的头部分，以及通常包括销开口和用于连接到发动机的连接杆的其他支承结构的裙部。通常，活塞形成为具有大致杯形形状，其中活塞头形成基部，并且裙部部分连接到基部并围绕活塞的封闭通道。在典型的应用中，来自发动机的润滑油在操作期间被提供到活塞的通道内，以便对流地冷却和润滑活塞的多个部分。

[0003] 典型的活塞头还包括具有形成其中的一个或多个周向连续凹槽的外部柱形壁。这些凹槽通常彼此平行延伸，并且设置适当尺寸以便在其中容纳密封环。这些密封环在每个活塞和它在其中操作的曲轴箱孔口之间生成滑动密封。通常，更靠近活塞的裙部定位的凹槽容纳刮擦环，刮擦环配置成在活塞下冲程期间刮擦粘结在活塞孔口壁上的油。随着活塞的下冲程可以保持孔口壁湿润的油会进入燃烧室，并且在发动机操作期间燃烧。

[0004] 通常，活塞通过在形成在发动机的缸体内的孔口内往复，生成可以压缩提供到其中的燃料/空气混合物的可变体积。燃烧的燃料/空气混合物扩张并推动活塞以增加可变体积，因此产生动力。燃料可直接或间接提供到可变体积内，同时空气和排气经过将可变体积选择性地流体连接到进气和排气收集器的一个或多个进气和排气阀提供到可变体积或从中移除。

[0005] 用来构造发动机缸壁、活塞、与可变体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经受发动机操作期间存在的高温和压力。但是，总是希望增加这些和其他发动机部件的可靠性和寿命。

发明内容

[0006] 在一个方面，本发明描述一种用于内燃发动机的活塞。活塞包括形成冠部部分和裙部部分的活塞主体。裙部部分包括配置成接收用于将活塞连接到连接杆的销的孔口。冠部部分形成通过具有环形形状的平冠部表面围绕的碗部。碗部和平冠部表面沿着围绕碗部的边沿的圆形边缘相遇。活塞还包括邻近边沿布置在碗部内的环形突出部。环形突出部在由沿着凸出顶点相遇的上部向内延伸表面和下部向内延伸表面生成的横截面内具有大致凸出形状。活塞还包括邻近环形突出部形成在碗部内的循环表面。循环表面沿着屈曲边缘与下部向内延伸表面相遇。

附图说明

[0007] 图1是根据本发明的发动机活塞的侧视图。

[0008] 图2和3是来自两个不同透视图的图1的发动机活塞的局部视图。

[0009] 图4是图1的发动机活塞的冠部部分的放大局部详细视图。

[0010] 图5-7是用于图1的发动机活塞的三个不同实施方式的活塞碗部和冠部之间的界面的放大局部视图。

[0011] 图8和9是用于根据本发明的发动机活塞的第一替代实施方式的局部视图。

[0012] 图10和11是用于根据本发明的发动机活塞的第二替代实施方式的局部视图。

[0013] 图12和13是用于根据本发明的发动机活塞的第三替代实施方式的局部视图。

[0014] 图14和15是用于根据本发明的发动机活塞的第四替代实施方式的局部视图。

[0015] 图16是示出在以多种发动机活塞实施方式操作期间多种发动机操作参数的图集。

具体实施方式

[0016] 本发明涉及用于内燃发动机的活塞，并且更具体地，用于直喷压缩点火发动机的活塞。特别是，本发明提供用于具有如下特征的发动机活塞的多种实施方式，这些特征是：可以引导喷射到缸内的燃料流，在喷射进行的同时或在喷射已经出现之后引导缸内的燃料雾化云雾，或者引导点火之后和动力冲程扩张期间的燃烧火焰。这种引导、燃料喷射构型和其他参数可以使用活塞的多种物理特征，和/或重新引导包括活塞内的物质的多种燃料远离活塞壁和/或缸阀，以增加发动机效率，减小排热，影响例如烟灰和NOx的排放物，并且还控制部件温度，因此增加部件的可靠性和寿命。如这里讨论，缸内材料的引导可至少瞬时出现，并且可持续不大于几千分之一秒，同时燃料喷射和/或火焰燃烧存在于缸内或该周期的各个部分上。

[0017] 为了根据本发明的发动机活塞的某些特征的说明目的，发动机活塞100从图1的侧透视图示出，以及从图2和3的局部视图中的两个不同透视图示出。参考这些附图，活塞100包括冠部部分102和裙部部分104。裙部部分104形成容置用来将活塞枢转地连接到连接杆(未示出)的销(未示出)的销孔106，连接杆以已知方式连接到发动机曲轴(未示出)。冠部部分102在外部缸表面109内形成多个凹槽108，凹槽108容置环密封(未示出)，环密封能够滑动且大致密封接合活塞100在其中往复布置的发动机缸的壁。参考附图所示的活塞100的定向，冠部102形成沿着活塞的最顶部表面具有凹入形状的碗部110。碗部通过邻近活塞100的外周边的环形平冠部表面112围绕。在所示实施方式中，碗部110还形成任选的中央凹部111。

[0018] 活塞100形成进行操作以便在操作期间重新引导和/或容纳缸内的多种运动物质的多种特征。在多种实施方式中，这些特征进行操作以便划分热喷射器燃料流，热喷射器燃料流在活塞靠近上止点位置时提供给缸，并且也可在活塞接近上止点位置(例如导引喷射事件)提供，和/或运动离开上止点位置(例如燃烧冲程期间的后喷射事件)。发动机操作的这些时刻期间的燃料流、燃料雾化云雾和/或燃烧燃料火焰可以针对流动方向和材料消耗通过减小多个缸内周围燃烧表面暴露于火焰温度的方式来重新引导。通过将缸表面与火焰温度隔离，可以减小残留的热量和与周围发动机部件的金属的热传递，继而可以提供较高的动力输出和/或较高的功率密度到发动机，并同样改善部件的可靠性和寿命。

[0019] 这里对于已经发现有效地重新引导多种描述的发动机缸燃烧产品的活塞特征给出多种实施方式，这些特征与形成在顶部冠部表面上的翼面表面、放置在活塞碗部内的结

构以及与活塞碗部的形状相关的特征和/或这些特征的一种或多种组合相关。

[0020] 图4示出翼面表面200的放大详细视图，图2示出翼面表面沿着冠部表面112的外周边放置。翼面表面200具有围绕活塞100的最顶部部分的外周边的至少一部分环形延伸的大致凹入形状。翼面表面200具有在远离冠部中心线的径向上增加的负弯度，如图4所示。如所示，翼面表面200的中心弦202与顶表面112重合，使得翼面表面200包括相对于活塞100向外径向延伸并远离容纳平表面112的平面下沉的扩张表面204。汇合表面206相对于扩张表面204径向向外布置，并朝着容纳平表面112的平面升高。屈曲表面208布置在扩张表面204和汇合表面206之间，以形成翼面表面200的底部沟槽。扩张表面204的曲率半径大于汇合表面206的曲率半径，以生成翼面效应，翼面效应将进入翼面表面200的运动流体相对于活塞和缸重新向上引导远离活塞和缸壁。

[0021] 在操作期间，例如在活塞在燃烧冲程期间运动远离发动机缸内的上止点位置时，可以容纳喷射到缸内的一种或多种燃料的扩张物质、雾化或蒸发燃料、燃烧燃料和空气的物质以及其他燃烧产品至少瞬间地相对于缸的中央区域在向下和向外方向上朝着活塞冠部以及朝着缸壁运动。在典型状况中，扩张物质可接触活塞冠部并在径向向外方向上跟随冠部表面112。在翼面表面200存在于活塞100上时，向外运动的物质将首先遇到扩张表面204，并且至少短周期地朝着屈曲表面208扩张到翼面表面200内形成的凹入沟槽内。在它遇到屈曲表面208时，扩张物质将接触汇合表面206并由此向上并远离活塞100重新引导。在离开翼面表面200内生成的凹入沟槽时，扩张物质将趋于运动进入相对于缸壁向内径向定位的缸的周边外部内，并占据其中，因此减小燃烧产品和缸壁之间的接触，如附图所示的虚线箭头定性示出。

[0022] 活塞100的另一特征在图5-7的三个替代实施方式中示出。如图5所示，套筒210沿着碗部110的边沿212连接到活塞冠部102。套筒210(考虑到形成的结构可以省略，由此一体形成在活塞100的母体材料内)具有大致L形横截面，其沿着顶部冠部表面112延伸，并还形成碗部110的向下延伸进入碗部110的径向外壁。在图5所示的实施方式中，碗部110的径向外壁形成在向下方向上延伸离开边沿212进入碗部110的大致柱形表面214。边沿212与最顶部冠部表面112形成尖锐边缘过渡，使得如上所述的运动物质(可进入碗部110的中央部分并至少瞬时地相对于碗部径向向外运动)可以相对于活塞向上引导并远离缸壁，如附图所示的虚线箭头定性示出。

[0023] 在图6所示的实施方式中，套筒210包括沿着活塞中心线相对于平冠部表面112在深度d1处围绕碗部110周向延伸的环形突出部216。深度d1可以是离开冠部表面112大约12mm。在图7中，示出用于环形突出部218的替代实施方式，其在此实施方式中布置在小于深度d1的深度d2处，如图6的实施方式所示。虽然示出形成在套筒210上，突出部216或218可替代地形成为母体活塞材料的一体结构。每个突出部216和218具有大致凸出形状的横截面，其包括布置在顶点222的任一侧上的两个径向向内延伸表面220。这些结构造成径向向外运动物质，如上所述，其从大约碗部110的中心运行，以便随着它在接触下部向内延伸表面220时重新引导而朝着碗部110的中心循环返回。由于物质以此方式朝着碗部的中心重新引导，它可至少临时生成圆环状流动干扰或涡流，已经发现在其中截留，或换言之，至少临时地限制燃烧产品在燃烧期间分散。

[0024] 燃烧产品分散的限制对于发动机操作具有明显益处。一些益处包括更完全燃烧，

因为燃料围绕中央缸部分聚集，避免燃烧产品与缸和缸盖的壁接触，降低排放，以及增加发动机的动力输出并减小排热的其他益处。上部向内延伸表面220还可与下部向内延伸表面220协作，以便在相应突出部216和218的上侧生成第二涡流，如图6和7的虚线箭头总体示出，从而提供防止燃烧产品在燃烧期间朝着缸的径向外部扩散和迁徙的第二屏障。环形突出部216或218较高或较低地放置在碗部内通常取决于喷射到缸内的燃料量，以及喷射正时。换言之，这种放置可通过发动机设计者选择，以符合特定发动机应用的特定需要。

[0025] 翼面表面200和环形突出部216或218可以根据其对于改进发动机操作的效果和贡献而在多种活塞实施方式中选择性地一起或单独使用。下面描述的多种活塞实施方式结合这些特征中的一些特征。在下面的描述中，所描述的活塞的与以上描述的相应特征、结构和/或元件相同或类似的特征、结构和/或元件可以通过之前使用的相同附图标记表示，以便简明，但是这种公共标示不应该认为限制本发明的范围。

[0026] 活塞100的第一替代实施方式在图8的局部视图中示出，并且其一部分以图9的放大详细视图示出。此实施方式中的活塞100包括具有沿着凸出顶点306相遇的上部汇合表面302和下部汇合表面304的环形突出部300(如图8最佳示出)。附图中的参考曲线(标示为“REF”)被叠加以强调活塞100和基本活塞之间的结构差别。在图9的实施方式中，上部汇合表面302具有比下部汇合表面304的半径R2大的半径R1。在一种实施方式中，R1是大约13.5mm，并且R2是大约6.9mm。当然，所示活塞实施方式适用于特定发动机压缩比，以及基于特定发动机构型的希望压缩比的某些尺寸变化。因此，在所示实施方式中，活塞碗部110的底部半径R是大约28mm，但是对于具有较高压缩比的发动机，可以替代为较浅，例如在35mm处。在操作期间，下部汇合表面304的较小半径R2造成如上所述的燃烧材料的运动物质沿着碗部100运行，以便朝着碗部110的中央部分重新引导返回。运动物质的相对高的速度会沿着上部汇合表面302至少瞬时地生成低压区域，这将从缸体积内拉入周围材料，并且也将其朝着缸的中央部分引导。

[0027] 突出部300在缸内生成的流动效果的定性图示通过图8的箭头标示。在此图示中，假设活塞100例如在燃烧冲程期间在燃料喷射到缸内的同时更深地运动到缸内，例如在继续燃烧喷射事件期间。在此情况下，燃料喷射器308示出为将一个或多个燃料流310喷射到缸内。可以开始雾化、与周围空气混合和/或燃烧的燃料流310可以沿着碗部110的面跟随路径312，直到它到达突出部300。在到达突出部300时，路径312可随着它们通过突出部300的下部汇合表面304至少瞬时地重新引导而向内弯曲。同时，可以包括空气的周围材料可以沿着涡流路径314沿着上部汇合表面302拉动，以跟随沿着路径312的运动物质。跟随沿着路径312的运动物质并沿着涡流路径314的周围空气可在一些情况下通过围绕运动燃烧物质生成运动的气幕来进一步隔离和容纳燃烧的运动物质，不使其在缸体积的径向外部内分散。围绕燃烧物质的附加空气可进一步用来提供氧，以便运动物质中存在的燃料更完全燃烧，因此增加发动机效率。

[0028] 活塞100的第二替代实施方式在图10的局部视图中示出，并且其一部分在图11的详细视图中示出。此实施方式中的活塞100包括环形突出部300，其相对于图8和9所示的实施方式如上所述，并且还包括翼面表面400。翼面表面400通过沿着凹入沟槽406相遇的内部发散表面402和外部汇合表面404形成。附图中，参考曲线(标示为“REF”)被叠加以强调活塞100和基本活塞设计之间的结构差别。在图11所示的实施方式中，内部发散表面402具有比

外部汇合表面404的半径R4大的半径R3。在所示实施方式中，R3是大约47.3mm，并且R4是大约2.6mm。翼面表面400在径向上的总宽度是大约13.9mm。

[0029] 在操作期间，外部汇合表面404的较小半径R4如上所述造成燃烧材料的运动物质，其可以沿着平冠部表面112运行以便向上重新引导远离活塞100和活塞100在其中往复的缸的壁。重新引导的运动物质的相对高速能够部分地有助于相对浅的内部发散表面402，造成流体朝着外部汇合表面404并沿着其运行。通过向上重新引导运动物质远离活塞，可以避免燃烧产品与缸壁以及与布置在活塞顶部和最顶部活塞环密封(布置在凹槽108内，并且该区域趋于收集和聚集沉积物)之间的活塞区域408接触。

[0030] 通过翼面表面400与突出部300一起在缸内生成的流动效果的定性图示通过图10中的箭头表示。在此图示中，假设活塞100例如在燃烧冲程期间在燃料喷射到缸内的同时更深地运动到缸内，例如在继续燃烧喷射事件期间。在此情况下，燃料喷射器308示出为将一个或多个燃料流310喷射到缸内。可以开始雾化、与周围空气混合和/或燃烧的燃料流310可以沿着碗部110的面跟随路径312，直到它到达突出部300。在到达突出部300时，路径312可随着它们通过突出部300的下部汇合表面304至少瞬时地重新引导而向内弯曲。同时，可以包括空气的周围材料可以沿着涡流路径314沿着上部汇合表面302拉动，以跟随沿着路径312的运动物质。跟随沿着路径312的运动物质并沿着涡流路径314的周围空气可在一些情况下通过围绕运动燃烧物质生成运动的气幕来进一步隔离和容纳燃烧的运动物质，不使其在缸体积的径向外部内分散。

[0031] 除了突出部300的这些流动效果之外，材料的进一步循环可跟随路径316，路径316在流动进入和经过翼面表面400时向上弯曲并远离活塞100。围绕翼面表面400并沿着活塞100的外部上周边布置的壁410形成斜面，造成存在于该区域内的任何燃烧产品运动远离区域408。围绕燃烧物质向上运动的附加空气还可用来提供氧，以便运动物质中存在的燃料的更完全燃烧，因此增加发动机效率，并将缸壁和区域408与燃烧产品隔离。

[0032] 活塞100的第三替代实施方式在图12的局部视图中示出，并且其一部分在图13的详细视图中示出。此实施方式中的活塞100包括比之前描述的实施方式中示出的突出部300更明显的环形突出部500，以及形成在碗部100内的循环表面600。环形突出部500包括沿着凸出顶点506相遇的下部局部发散表面502和上部发散表面504。换言之，不同于例如图9所示的突出部300的两个汇合表面302和304，明显突出部500包括与循环表面600协作且围绕顶点506的两个发散表面。

[0033] 循环表面600具有大致圆形横截面，其形成放置在碗部110内低处的圆环状腔602。在替代实施方式中，循环表面可具有椭圆形横截面。循环表面600的一部分在屈曲边缘604处与突出部500的下部局部发散表面502相遇，屈曲边缘604围绕循环表面600和突出部500的下部局部发散表面502之间的圆环状腔602的边缘周向延伸。在与基本活塞碗部(其轮廓通过线(REF)表示)相比时，循环表面600更深地进入活塞，并在该区域内形成在活塞的小于基本半径R6的半径R5处。如所示，R5是大约23.3mm。在图13所示的横截面中，循环表面的半径的中心相对于活塞的中心线在轴向上并在远离平冠部表面112的方向上位于屈曲边缘604下方。

[0034] 通过明显突出部500和循环表面600在缸内生成的流动效果的定性图示通过图12中的箭头表示。在此图示中，如之前的图示，假设活塞100例如在燃烧冲程期间在燃料喷射

到缸内的同时更深地运动到缸内，例如在继续燃烧喷射事件期间。在此情况下，燃料喷射器308示出为将一个或多个燃料流310喷射到缸内。可以开始雾化、与周围空气混合和/或燃烧的燃料流310可以沿着碗部110的内部浅面606跟随路径312，直到它到达循环表面600。在到达循环表面600时，燃烧材料将下沉进入圆环状腔602，并在腔602内且通常在屈曲边缘604下方至少临时地采取涡流型式608。通过下部局部发散表面502引起的第二涡流610可增强圆环状腔602内的材料的涡流运动608。为了增强和隔离腔602中的涡流材料，可以包括空气的周围材料可以沿着涡流路径314沿着上表面504拉动，以跟随沿着路径608和610的运动物质。跟随沿着涡流路径314的运动物质的周围空气或包括空气、相同或不同燃料和/或排气的混合物可在一些情况下通过围绕运动燃烧物质生成运动的气幕来进一步隔离和容纳燃烧的运动物质，不使其在缸体积的径向外部内分散。

[0035] 活塞100的第四替代实施方式在图14的局部视图中示出，并且其一部分在图15的详细视图中示出。此实施方式中的活塞100包括明显的环形突出部500、形成在碗部110内的循环表面600，并且还包括翼面表面400。翼面表面400类似于翼面表面400(图10)，其通过沿着凹入沟槽406相遇的内部发散表面402和外部汇合表面404形成。在附图中表示为REF的参考曲线被叠加，以强调活塞100和基本活塞设计之间的结构差别。在操作期间，翼面表面400如之前描述造成燃烧材料的运动物质，其可以沿着平冠部表面112的壁运行以便向上重新引导远离活塞100和活塞100在其中往复的缸的壁。这种运动是腔602内的涡流型式608之外的第二涡流610，其由下部局部发散表面502引起，并且周围材料沿着涡流路径314沿着上表面504拉动，以跟随沿着路径608和610运动的物质。围绕翼面表面700并沿着活塞100的外部上周边布置的壁410形成斜面，造成运动流体远离区域408。围绕燃烧物质向上运动的附加空气可以进一步用来提供氧，以便运动物质中存在的燃料的更完全燃烧，因此增加发动机效率，并使缸壁和区域408与燃烧产品隔离。

[0036] 工业实用性

[0037] 本发明适用于用于内燃发动机的活塞，其可以用于诸如基于陆地或海洋的应用以及用于移动式或固定应用的任何应用。已经发现用于这里描述的活塞特征的多种实施方式通过增加功率输出、减小燃料消耗并减小排放来有利地改善发动机操作。图16示出了多个视图，其示出用于多种实施方式的发动机操作中缸部件操作温度变化和由NOx和烟灰排放表示的排放变化。所考虑的多种实施方式包括以上描述的特征的不同组合，这些特征包括翼面表面、环形突出部和循环腔，其可以单独或结合使用，以及各自几何结构特征中的变化，包括所涉及多种表面的曲率半径的变化，例如半径R1-R5，特征之间的相对位置以及其他特征。可以从视图看到，与基本活塞相比，这些多种特征的存在和结构可以对于部件温度、NOx和烟灰排放具有显著效果。

[0038] 更具体地，图16示出用于19个不同活塞构型的四个不同发动机操作参数，每个活塞构型包括以多种尺寸设置的多种特征。调查的目的在于确定多种特征对于被监控的发动机操作参数的影响，并针对在功率、燃料正时、点火正时等具体参数下操作的特定发动机应用优化活塞设计。在附图中，19个替代活塞构型的每个沿着水平轴线700布置。指示缸盖、缸壁或衬底以及活塞顶部的火焰甲板的温度的总排热(J/循环)沿着最顶部竖直轴线702在顶部图表中绘制。NOx浓度(g/千瓦时)沿着竖直轴线704在中间图表中绘制。烟灰(也是g/千瓦时)沿着下部竖直轴线706在下部图表中绘制。

[0039] 参考图16的视图示出的信息，由框708表示的最左侧活塞设计对于所施加的测试状况示出大约2791J/循环的总排热、大约15.4g/千瓦时的NOx输出以及大约0.607g/千瓦时的烟灰输出。在测试的多种其他替代构型中，排热在构型710的大约2630J/循环和构型712的2000J/循环之间的范围内，但是具有不同的NOx和烟灰排放，如视图所示。在测试的构型中，在出现的最佳构型714中，总排热为大约2148J/循环，代表降低23％，NOx是大约16.2g/千瓦时，代表增加5.2％，并且烟灰是大约0.157g/千瓦时，代表减小75％。最佳构型714示出了充分降低的排热，以避免超过周围发动机部件的温度极限，并且极大地降低了烟灰，即使NOx略微增加，这些可以通过发动机的后处理系统解决。在使用模拟技术对于多种活塞设计进行的考虑项目中，活塞构型714包括翼面表面和循环腔，与图14和15所示的实施方式类似。

[0040] 将理解到以上说明提供本发明系统和技术的例子。但是，设想到本发明的其他应用可在细节上不同于以上例子。对于本发明及其例子的所有参照旨在说明此时描述的特定例子，并不意图对于更宽泛的本发明的范围施加任何限制。相对于某些特征的所有区别性和歧视性言语旨在指出这些特征不是优选的，但不将其完全排除在本发明的范围之外，除非另外指明。

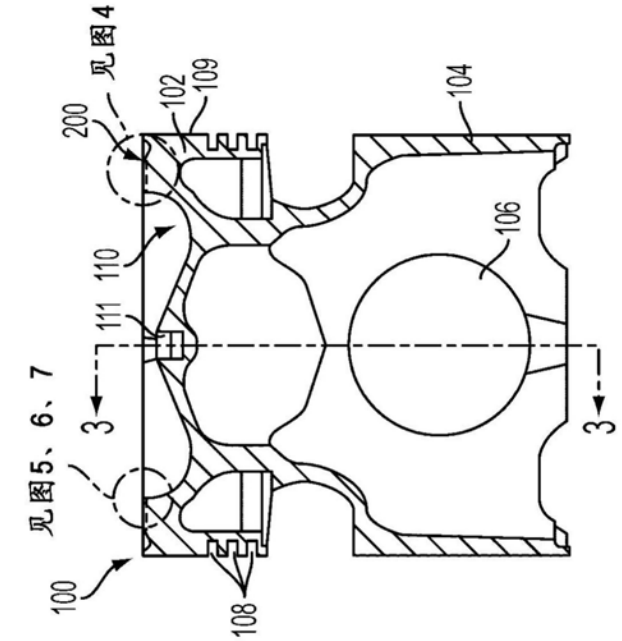

见图4
200
102
109
104
106
110
111
3
3
见图5、6、7
100
108

图 2

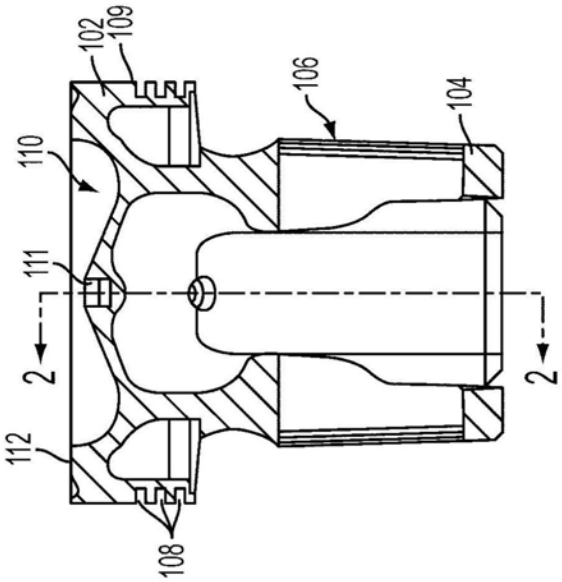

102
109
106
104
110
111
2
2
112
108

图 3

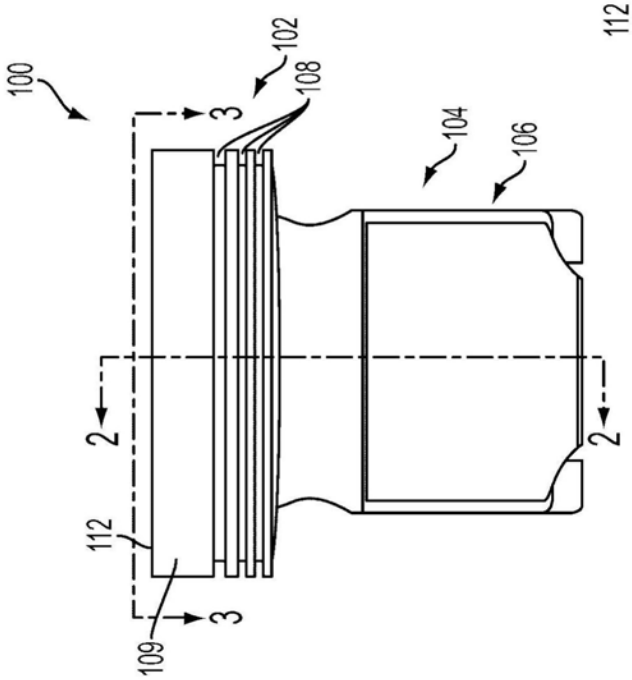

100
102
108
3
104
106
2
2
112
3
109

图 1

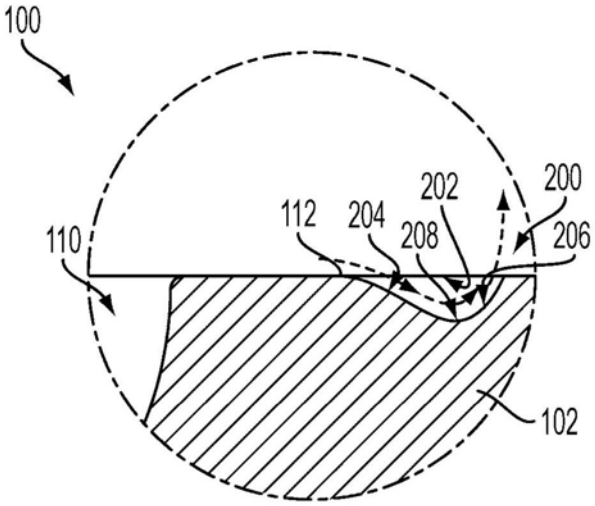


图4

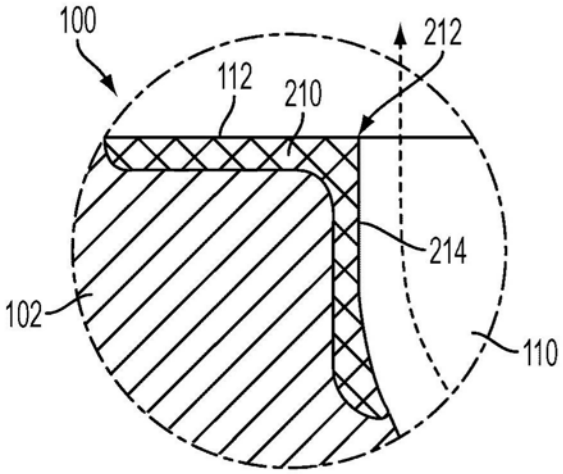


图5

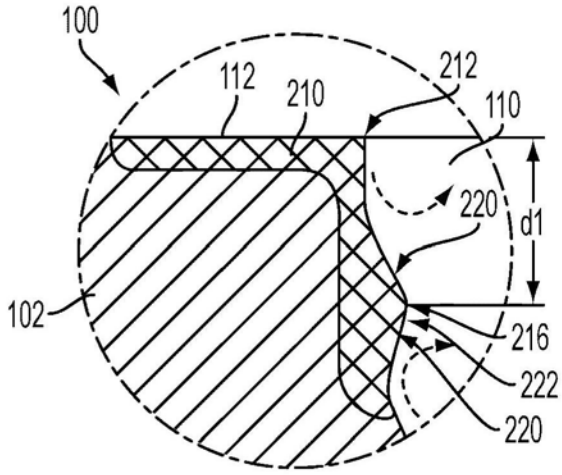

100
112
210
212
110
220
d1
102
216
222
220

图6

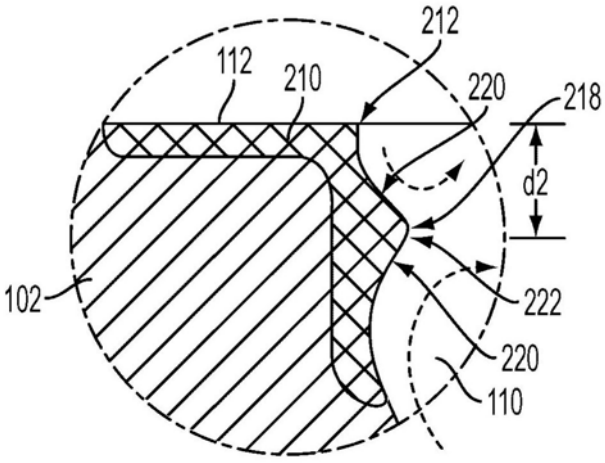

212
112
210
220
218
d2
102
222
220
110

图7

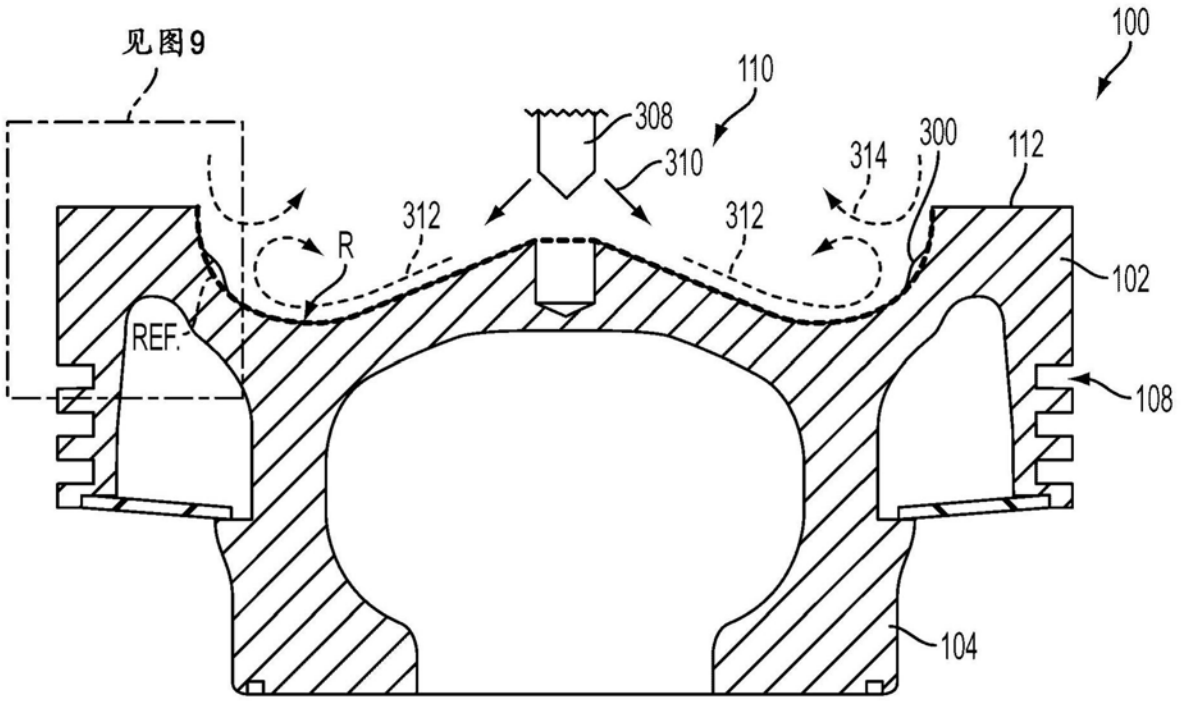

见图9
100
110
308
310
312
312
314
300
112
R
102
REF.
108
104

图8

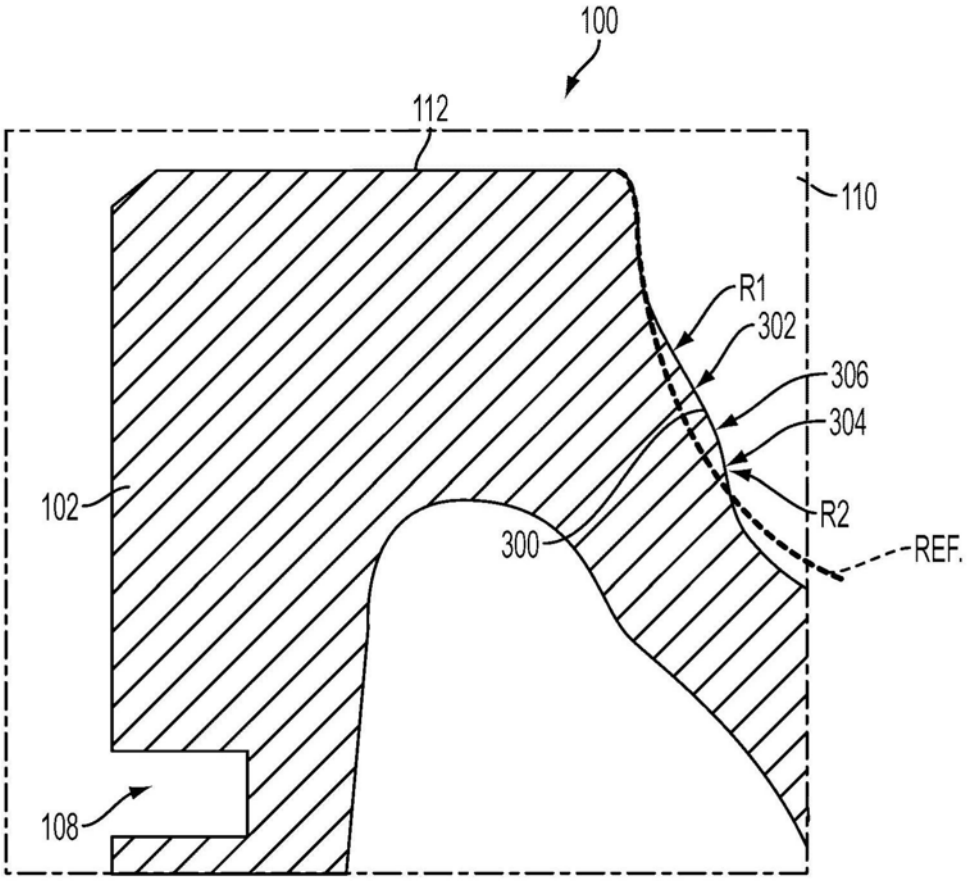

100
112
110
R1
302
306
304
102
R2
300
REF.
108

图9

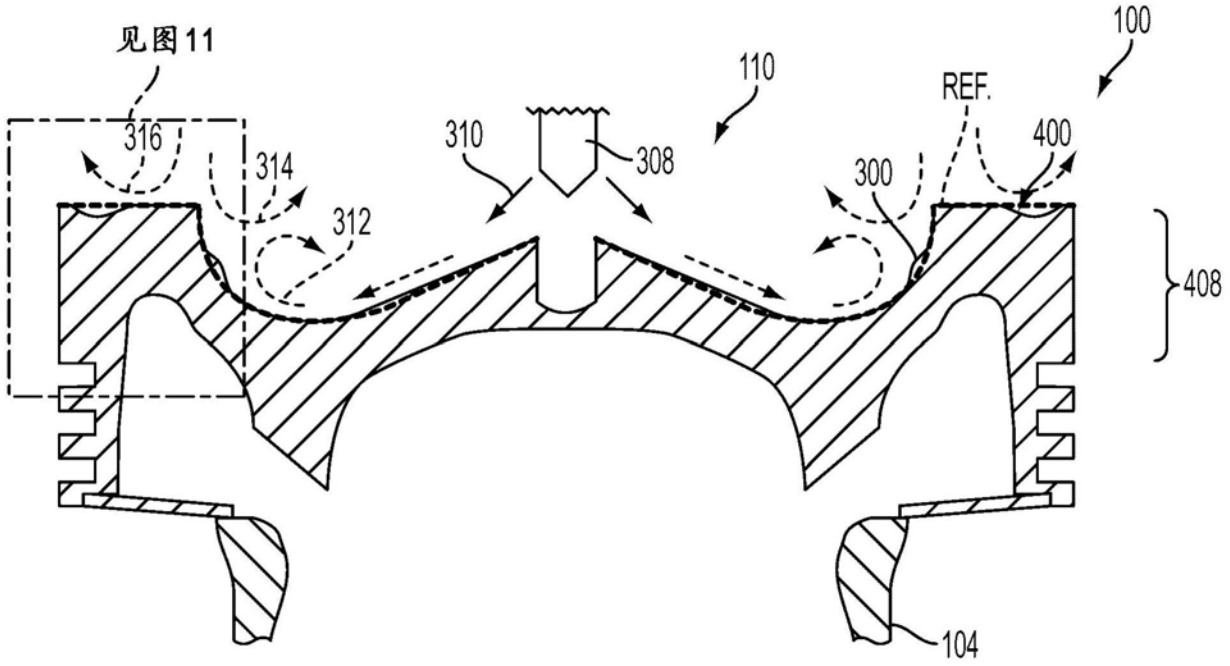

见图11
316
314
312
310
308
110
REF.
400
300
100
408
104

图10

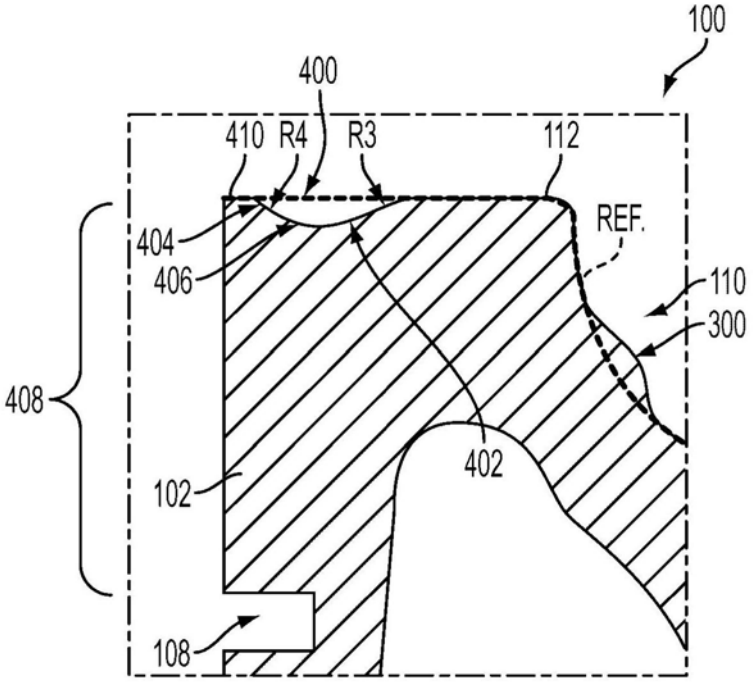

100
400
410
R4
R3
112
REF.
404
406
110
300
408
402
102
108

图11

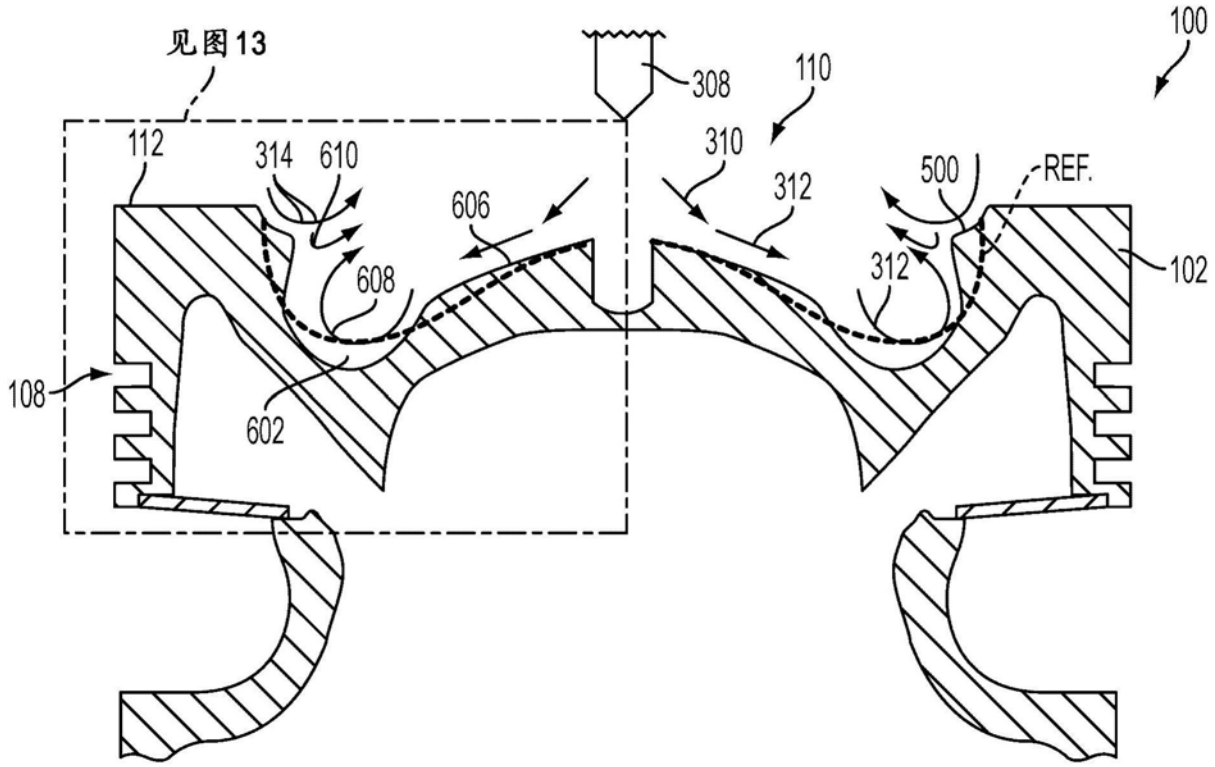

见图13
100
110
308
112
314
610
606
310
312
500
REF.
102
608
312
108
602

图12

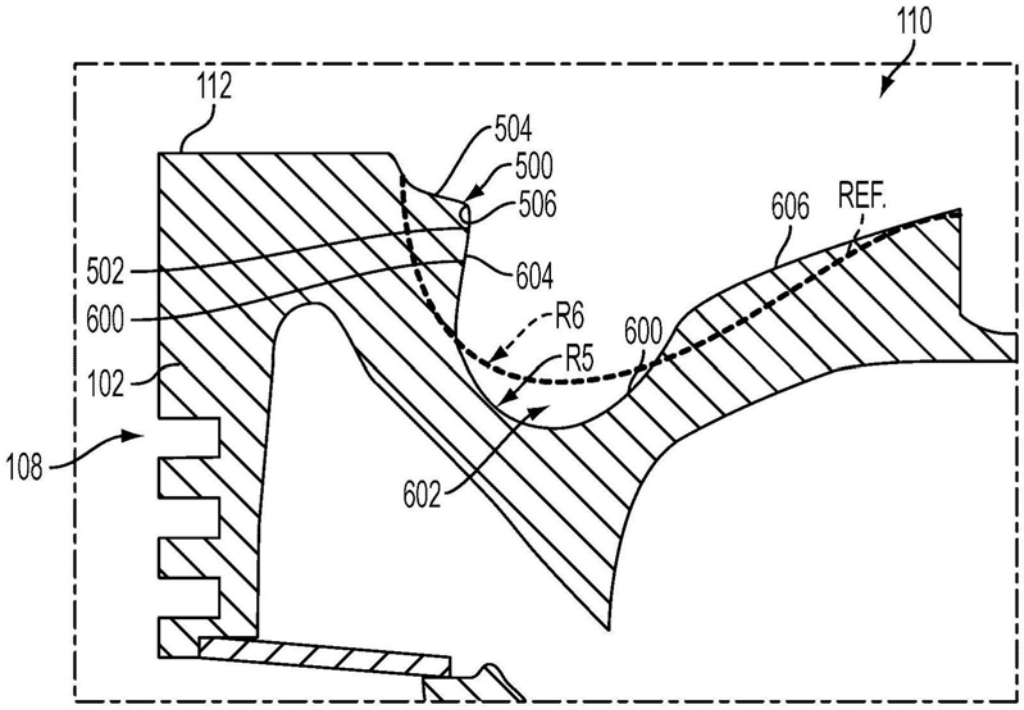

110
112
504
500
506
606
REF.
502
604
600
R6
600
R5
102
108
602

图13

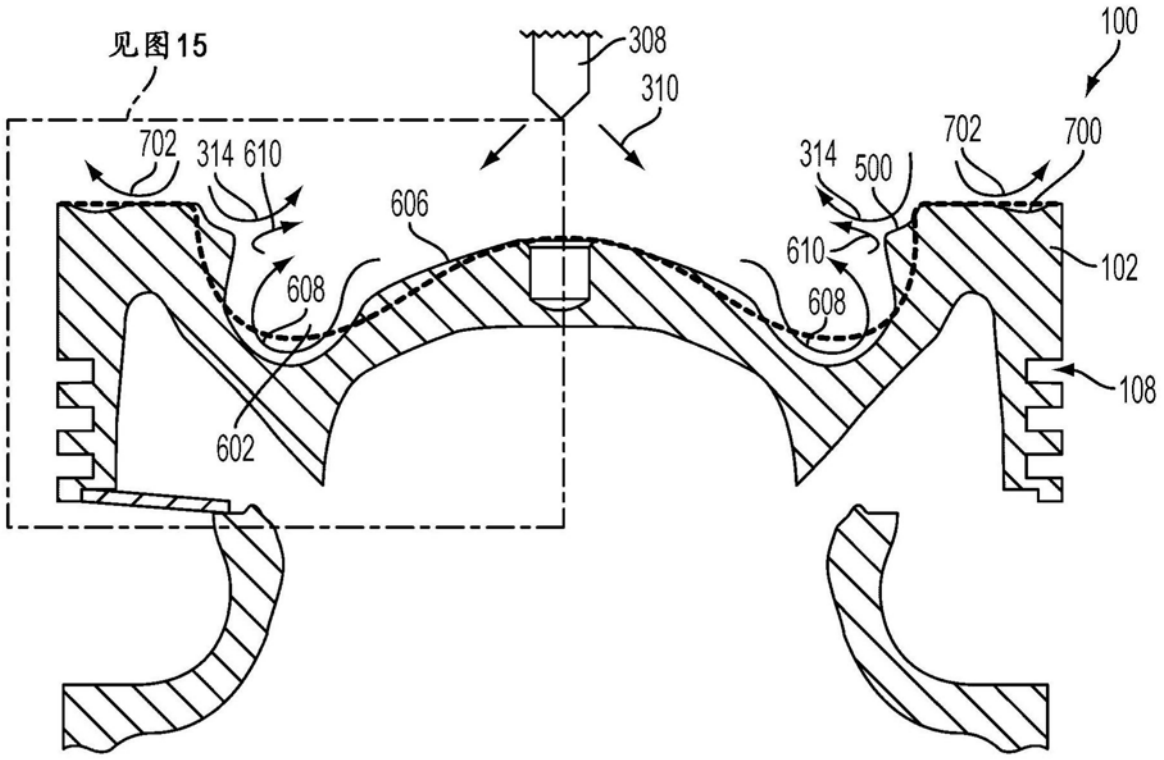

见图15
308
310
100
702
314 610
606
608
602
314
500
702
700
610
608
102
108

图14

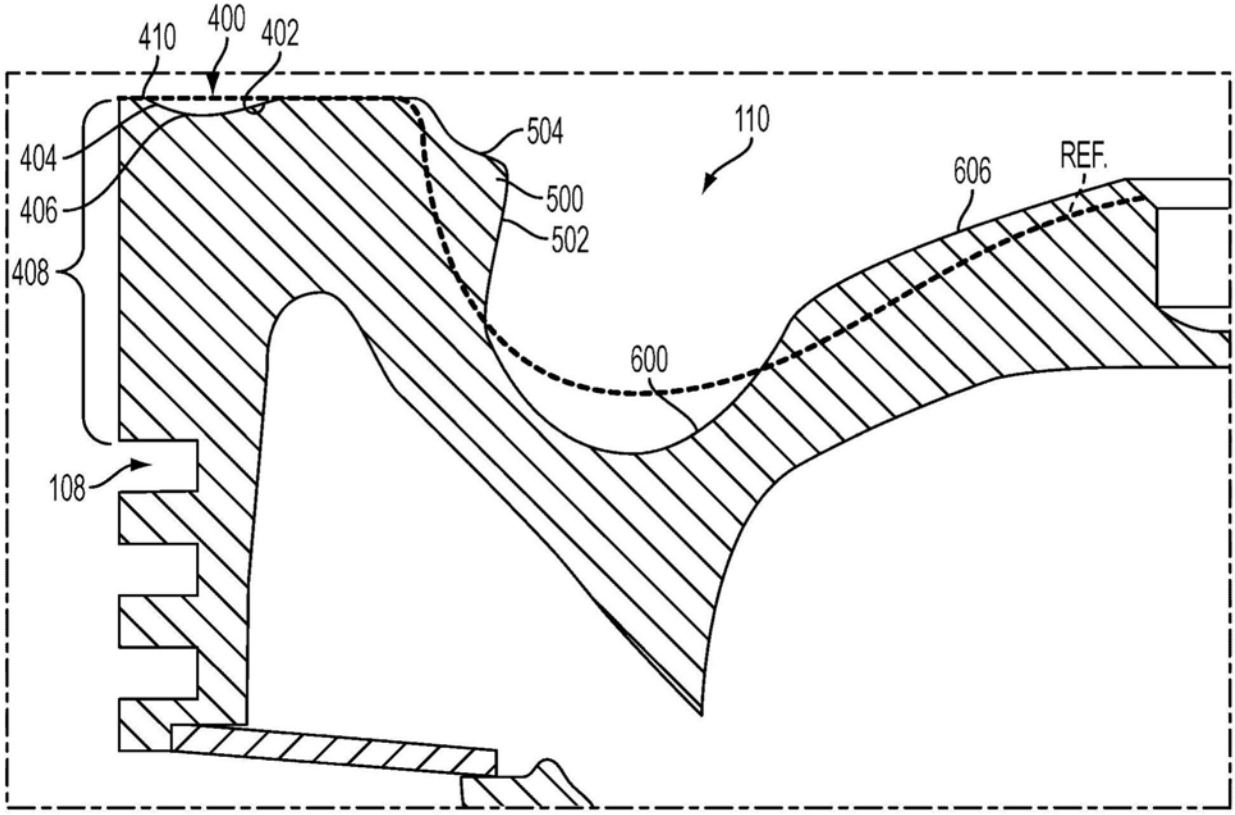

410
400
402
404
406
408
504
110
500
502
606
REF.
600
108

图15

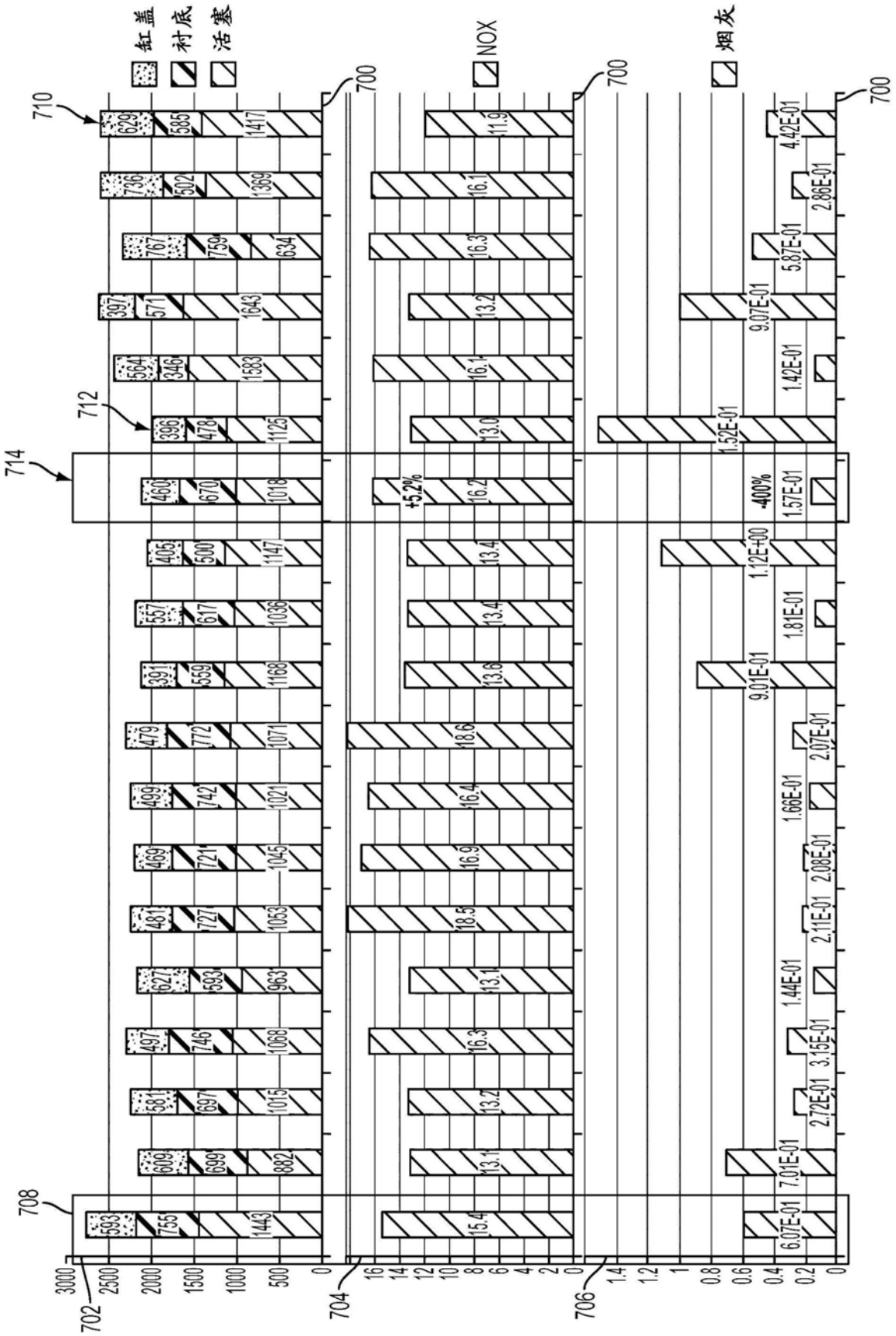


图16