



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104061595 B

(45)授权公告日 2018.02.27

(21)申请号 201410100616.6

(22)申请日 2014.03.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104061595 A

(43)申请公布日 2014.09.24

(30)优先权数据

13/845384 2013.03.18 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 P.B.梅尔顿 L.J.斯托亚

R.M.迪钦蒂奥

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51)Int.Cl.

F23R 3/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103443542 A, 2013.12.11,

US 2005241317 A1, 2005.11.03,

US 6047550 A, 2000.04.11,

US 2002184893 A1, 2002.12.12,

US 2008282667 A1, 2008.11.20,

US 2010071377 A1, 2010.03.25,

CN 102562309 A, 2012.07.11,

CN 102818286 A, 2012.12.12,

CN 102954469 A, 2013.03.06,

审查员 黄泽浩

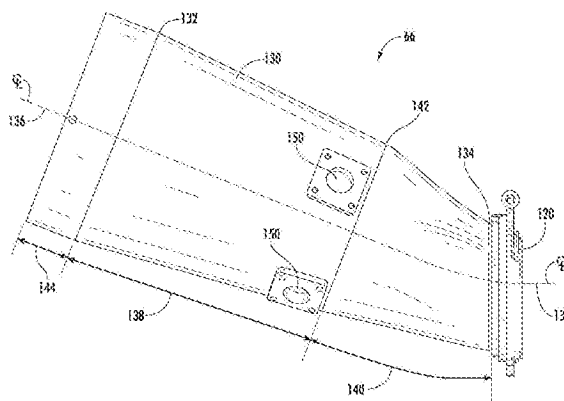
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

用于燃气涡轮机的燃烧器的连续燃烧衬套

(57)摘要

本发明公开一种用于燃气涡轮机的燃烧器的连续燃烧衬套,所述燃烧衬套包括环形主体,所述环形主体具有与后端轴向隔开的前端和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区。所述主体从所述前端连续地延伸至所述后端。多个燃料喷射器通道径向延伸穿过所述过渡交叉区上游的所述主体。所述主体包括在所述前端与所述过渡交叉区之间发散的具有圆形截面的锥形区段,以及从所述过渡交叉区延伸至所述主体的所述后端的具有非圆形截面的过渡区段。



1. 一种用于燃气轮机燃烧器的燃烧模块,所述燃烧模块包括:

环形燃料分配歧管,其设置在所述燃烧模块的上游端,所述燃料分配歧管包括环形支撑套筒;以及

燃料喷射组件,其具有从所述燃料分配歧管向下游延伸并终止于后框架的环形燃烧衬套、和圆周地环绕所述燃烧衬套的环形导流套筒,所述燃烧衬套包括:

环形主体,其具有与后端轴向隔开的前端和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区,所述主体从所述前端连续地延伸至所述后端;

多个燃料喷射器通道,其径向延伸穿过位于所述过渡交叉区上游的所述导流套筒和所述主体;

径向地延伸穿过所述燃料喷射器通道的多个燃料喷射器,所述燃料喷射器与所述燃料分配歧管处于流体连通;以及

其中所述主体包括在所述前端与所述过渡交叉区之间延伸的锥形区段、和从所述过渡交叉区延伸至所述主体的所述后端的具有非圆形截面的过渡区段。

2. 如权利要求1所述的燃烧模块,其进一步包括设置在所述燃烧衬套的所述主体的所述前端处的环形凸缘,其中所述凸缘限定内配合表面。

3. 如权利要求1所述的燃烧模块,其中所述过渡区段的至少一部分具有大体上矩形的截面。

4. 如权利要求1所述的燃烧模块,其中所述燃烧衬套的所述主体被铸造为单个部件。

5. 如权利要求1所述的燃烧模块,其中所述锥形区段和所述过渡区段在所述过渡交叉区处接合在一起。

6. 如权利要求1所述的燃烧模块,其中所述燃烧衬套的所述主体进一步包括从所述主体的外表面径向地向外延伸的多个冷却特征。

7. 一种燃气轮机,所述燃气轮机包括:

压缩机、设置在所述压缩机下游的压缩机排出壳体 and 设置在所述压缩机排出壳体下游的涡轮机;以及

燃烧器,其延伸穿过所述压缩机排出壳体,所述燃烧器具有轴向地延伸穿过环形帽组件的燃料喷嘴和延伸穿过所述压缩机排出壳体的燃烧模块,所述燃烧模块具有设置在所述燃烧模块上游端的环形燃料分配歧管以及燃料喷射组件,所述燃料喷射组件具有从所述帽组件向下游延伸并终止于后框架的燃烧衬套、和圆周地环绕所述燃烧衬套的环形导流套筒,所述燃烧衬套包括:

环形主体,其具有与后端轴向隔开的前端和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区,所述主体从所述前端连续地延伸至所述后端;

多个燃料喷射器通道,其径向延伸穿过位于所述过渡交叉区上游的所述主体;以及

径向地延伸穿过所述燃料喷射器通道的多个燃料喷射器,所述燃料喷射器与所述燃料分配歧管处于流体连通;

其中所述主体包括在所述前端与所述过渡交叉区之间延伸的具有圆形截面的锥形区段、和从所述过渡交叉区延伸至所述主体的所述后端的具有非圆形截面的过渡区段。

8. 如权利要求7所述的燃气轮机,其中所述燃烧衬套的所述主体进一步包括设置在所述主体的所述前端的环形凸缘,其中所述凸缘限定内配合表面。

9.如权利要求7所述的燃气涡轮机,其中所述过渡区段的至少一部分具有大体上矩形的截面。

10.如权利要求7所述的燃气涡轮机,其中所述燃烧衬套的所述主体被铸造为单个部件。

11.如权利要求7所述的燃气涡轮机,其中所述锥形区段和所述过渡区段在所述过渡交叉区处接合在一起。

12.如权利要求7所述的燃气涡轮机,其中所述燃烧衬套的所述主体进一步包括外表面和从所述外表面径向地向外延伸的多个冷却特征。

用于燃气涡轮机的燃烧器的连续燃烧衬套

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及一种燃气涡轮机的燃烧器。更确切地说，本发明涉及一种用于燃气涡轮机的热气通路管道或衬套。

背景技术

[0002] 罐状环形燃气涡轮机的燃烧区段大体上包括按环形阵列布置在压缩机排出壳体周围的多个燃烧器。加压空气从压缩机流动到压缩机排出壳体并输送到每个燃烧器。来自燃料喷嘴的燃料与每个燃烧器中的加压空气混合以便在所述燃烧器的一次燃烧区内形成可燃混合物。使所述可燃混合物燃烧以产生具有高压力和高速度的热燃烧气体。所述燃烧气体通过至少部分地由燃烧衬套和过渡管道限定的热气通路而朝向燃气涡轮机的涡轮机入口输送。燃烧衬套从环绕燃料喷嘴的帽组件向下游延伸。过渡管道的前端从燃烧衬套的后端向下游延伸。将来自燃烧气体的热能和动能传递至涡轮机以引起涡轮机旋转，从而产生机械功。例如，涡轮机可联接到驱动发电机发电的轴。

[0003] 高压燃烧气体可从热气通路中的在燃烧衬套后端与过渡管道前端之间形成的接合处泄漏出来，从而可能影响燃烧器的总体性能。一种防止在燃烧衬套与过渡管道之间出现泄漏的尝试需要从帽组件延伸至涡轮机入口的连续过渡管道。所述连续过渡管道在过渡管道前部分具有圆形截面，以便允许与帽组件的下游端配合。然而，连续过渡管道改变成大体位于一次燃烧区上游和/或靠近一次燃烧区的非圆形截面并且继续具有非圆形截面直到到达终止于涡轮机入口处的连续过渡管道的后端。因此，支持延迟贫燃料喷射同时减少和/或防止高压燃烧气体泄漏的连续延伸的燃烧衬套会是有用的。

发明内容

[0004] 本发明的方面和优点会在以下说明中进行阐述，或可从说明书中清楚，或可通过实践本发明来了解。

[0005] 本发明的一个实施例是一种用于燃气轮机燃烧器的燃烧衬套。燃烧衬套包括环形主体，其具有与后端轴向隔开的前端和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区。主体从前端连续地延伸至后端。多个燃料喷射器通道在过渡交叉区上游径向地延伸穿过主体。主体包括在前端与过渡交叉区之间发散的具有圆形截面的锥形区段、和从所述过渡交叉区延伸至所述主体后端的具有非圆形截面的过渡区段。

[0006] 本发明的另一个实施例是一种用于燃气涡轮机的燃烧器的燃烧模块。燃烧模块大体上包括设置在所述燃烧模块的上游端的环形燃料分配歧管。燃料分配歧管包括环形支撑套筒。燃烧模块进一步包括燃料喷射组件，其具有从燃料分配歧管向下游延伸并终止于后框架的环形燃烧衬套、和圆周地环绕所述燃烧衬套的环形导流套筒。燃烧衬套包括环形主体，其具有与后端轴向隔开的前端和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区。主体从前端连续地延伸至后端。多个燃料喷射器通道从过渡交叉区上游径向地延伸穿过导流套筒和主体。主体包括在前端与过渡交叉区之间发散的锥形区段、和从过渡交叉区延伸至

所述主体后端的具有非圆形截面的过渡区段。

[0007] 本发明还可以包括一种燃气涡轮机。所述燃气涡轮机大体上包括压缩机、设置在所述压缩机下游的压缩机排出壳体 and 设置在所述压缩机排出壳体下游的涡轮机、以及延伸穿过所述压缩机排出壳体的燃烧器。燃烧器包括轴向地延伸穿过环形帽组件的燃料喷嘴和延伸穿过压缩机排出壳体的燃烧模块。燃烧模块包括设置在所述燃烧模块的上游端的环形燃料分配歧管、和具有从帽组件向下游延伸并终止于后框架的燃烧衬套的燃料喷射组件。燃烧模块进一步包括周向地环绕燃烧衬套的环形导流套筒。燃烧衬套包括环形主体，其具有与后端轴向隔开的前端、和限定在所述前端与所述后端之间的过渡交叉区。主体从所述主体的前端连续地延伸至后端。多个燃料喷射器通道在过渡交叉区的上游径向地延伸穿过主体。主体包括在前端与过渡交叉区之间发散的具有圆形截面的锥形区段、和从过渡交叉区延伸至所述主体后端的具有非圆形截面的过渡区段。

[0008] 所属领域的一般技术人员将通过查看说明书来更好地了解此类实施例的特征和方面以及其他内容。

附图说明

[0009] 在说明书的剩余部分中向所属领域的技术人员更具体地阐述了本发明的完整和实践内容，包括本发明的最佳模式，其中参考附图进行阐述，在附图中：

[0010] 图1是本发明的范围内的示例性燃气涡轮机的功能框图；

[0011] 图2是包括涵盖本发明的多个实施例的示例性燃烧器的示例性燃气涡轮机的一部分的截面侧视图；

[0012] 图3是可以涵盖本发明的多个实施例的图2所示燃烧模块的透视图；

[0013] 图4是图3所示燃烧模块的分解透视图；

[0014] 图5是根据本发明的多个实施例的燃烧衬套的侧视图；

[0015] 图6是根据本发明的多个实施例的图5所示燃烧衬套的截面侧视图；以及

[0016] 图7是根据本发明的至少一个实施例的图5所示燃烧衬套的截面俯视图。

具体实施方式

[0017] 现在将详细参考本发明的各项实施例，附图中示出了本发明实施例的一个或多个实例。具体实施方式中使用数字和字母标识来指代附图中的特征。附图和说明中相同或类似的标识用于指代本发明的相同或类似的部分。本说明书中所用的术语“第一”、“第二”和“第三”可互换地用来区分各个部件，而并非意图表示单独部件的位置或重要性。术语“上游”和“下游”是指相对于流体通道中的流体流的相对方向。例如，“上游”是指流体流动的来向，而“下游”是指流体流动的去向。术语“径向”是指大致上垂直于具体部件的轴向中心线的相对方向，并且术语“轴向”是指大致上平行于具体部件的轴向中心线的相对方向。

[0018] 每个实例均以解释本发明而非限制本发明的方式提供。事实上，所属领域的技术人员容易了解，在不脱离本发明的范围或精神的前提下，可以对本发明做出各种修改和变化。例如，可以将说明或描述为某个实施例的一部分的特征用到另一个实施例中，从而得到又一个实施例。因此，这意味着本发明应涵盖所附权利要求书及其等效物的范围内的此类修改和变化。尽管出于说明目的，本发明的示例性实施例将大体在并入燃气涡轮机的燃烧

器的背景下描述,但所属领域的技术人员将容易了解,除非在权利要求中特别指出,否则本发明的各实施例可以用于并入任何涡轮机器的任何燃烧器,且不限于燃气轮机燃烧器。

[0019] 现在参照附图,其中在整个附图中,相同数字指示相同元件,图1提供可以并入本发明的多个实施例的示例性燃气轮机10的功能框图。如图所示,燃气轮机10大体上包括入口区段12,所述入口区段12可包括一系列过滤器、冷却盘管、水分分离器和/或其他装置,用于净化和以其他方式调节进入燃气轮机10的工作流体(例如,空气)14。工作流体14流向压缩机区段,其中压缩机16渐进地将动能传递给工作流体14,以产生处于高度供能状态下的压缩工作流体18。

[0020] 压缩工作流体18与来自燃料供应装置22的燃料20混合,以便在一个或多个燃烧器24中形成可燃混合物。使所述可燃混合物燃烧以产生具有高温和高压的燃烧气体26。燃烧气体26流动穿过涡轮机区段的涡轮机28以便产生功。例如,涡轮机28可连接至轴30,以便使涡轮机28的旋转驱动压缩机16产生压缩工作流体18。替代地或另外地,轴30可将涡轮机28连接到发电机32以用于发电。来自涡轮机28的排出气体34流动穿过排气区段36,所述排气区段36将涡轮机28连接到位于涡轮机28下游的排气烟囱(exhaust stack)38。例如,排气区段36可包括热回收蒸汽发生器(未图示),以用于在释放到环境中之前清洁排出气体34并提取其中的额外热量。

[0021] 图2提供了包括可以涵盖本发明的多个实施例的示例性燃烧器50的示例性燃气轮机10的一部分的截面侧视图。如图所示,燃烧器50至少部分地由设置在压缩机下游的外壳体52(如压缩机排出壳体54)和/或外涡轮机壳体56环绕。外壳体52与压缩机16处于流体连通并且至少部分地限定高压腔室58,所述高压腔室58环绕燃烧器50的至少一部分。端盖60在燃烧器50的一端连接至外壳体52。

[0022] 燃烧器50大体上包括从端盖60向下游延伸的至少一个轴向延伸的燃料喷嘴62、在外壳体52内从端盖60向下游径向地和轴向地延伸的环形帽组件64、从帽组件64向下游延伸的环形热气通路管道或燃烧衬套66、以及至少部分地环绕燃烧衬套66的至少一部分的环形导流套筒68。燃烧衬套限定了用于将燃烧气体26输送穿过燃烧器50的热气通路69。端盖60和帽组件64至少部分地限定燃烧器50内的头端70。在具体实施例中,燃烧器50进一步包括延伸穿过在至少一个轴向延伸的燃料喷嘴62下游的燃烧衬套66和导流套筒68的一个或多个径向延伸的燃料喷射器72。在具体实施例中,燃烧衬套66、导流套筒68和一个或多个燃料喷射器72提供作为燃烧模块74的一部分,所述燃烧模块74延伸穿过外壳体52并环绕帽组件64的至少一部分。

[0023] 帽组件64大体上包括定位在端盖60下游的前端76、设置在所述前端76下游的后端78、以及至少部分地在所述前端76与所述后端78之间延伸的一个或多个环形护罩80。在具体实施例中,轴向延伸的燃料喷嘴62至少部分地延伸穿过帽组件64,以便将燃料20(图1)与压缩工作流体18的第一可燃混合物82提供到限定在帽组件64下游的一次燃烧区84内的燃烧衬套66。

[0024] 图3提供了图2所示燃烧模块74的透视图,并且图4提供了图3所示燃烧模块74的分解透视图。如图3所示,燃烧模块74大体上提供作为组装部件或单个部件。燃烧模块74包括前端或上游端86,所述前端或上游端86相对于燃烧模块74的轴向中心线90与后端或下游端88轴向隔开。

[0025] 在具体实施例中,如图4所示,燃烧模块74包括设置在燃烧模块74的上游端86的环形燃料分配歧管92、和从燃料分配歧管92向下游延伸并终止于燃烧模块74的下游端88的燃料喷射组件94。燃料分配歧管92包括围绕燃料分配歧管92的前端98周向地延伸的径向延伸的安装凸缘96。安装凸缘96至少部分地限定了燃料腔室100(图2)。如图4所示,燃料入口端102从安装凸缘96向外延伸。燃料入口端102提供了燃料供应装置(未示出)与燃料腔室100(图2)之间的流体连通。如图4所示,燃料分配歧管92进一步包括环形支撑套筒104,所述环形支撑套筒104的内侧部分106与外侧部分108径向隔开。

[0026] 在具体实施例中,如图4所示,燃料喷射组件94包括燃烧衬套66和导流套筒68。导流套筒68圆周地环绕燃烧衬套66的至少一部分。导流套筒68与燃烧衬套66径向隔开,以便至少部分地限定它们之间的环形冷却流通道110(图2)。冷却流通道110大体上延伸燃烧衬套66的长度。导流套筒68可进一步包括多个冷却孔或冲击孔112,所述冷却孔或冲击孔112在燃气轮机10操作期间提供穿过导流套筒68进入冷却流通道110中的流体连通。此外,燃料喷射组件94可进一步包括一个或多个燃料喷射器72和一个或多个空气屏蔽件114或外导流套筒。在具体实施例中,每个空气屏蔽件114都环绕对应的燃料喷射器72,以将压缩工作流体18(图2)的一部分导向一个或多个燃料喷射器72、并导入燃烧衬套66。如图3所示,每个燃料喷射器72均通过在燃料分配歧管92与燃料喷射器72之间延伸的流体导管116流体地联接至燃料分配歧管92。

[0027] 如图2所示,燃烧衬套66从燃料分配歧管向下游延伸,并且燃烧衬套66的后端或下游端118终止于后框架120或圆周地环绕后端118的支撑结构。如图2和图4所示,安装支架122可联接至后框架120。在一个实施例中,如图2所示,安装支架122联接至外涡轮机壳体56,并且燃料分配歧管92的安装凸缘96连接至压缩机排出壳体54,以便将燃烧模块74限制在前端86与后端88之间。

[0028] 图5提供了根据本发明的至少一个实施例的燃烧衬套66的侧视图,图6提供了图5所示燃烧衬套66的截面侧视图,并且图7提供了图5所示燃烧衬套66的截面俯视图。在具体实施例中,如图5、图6和图7所示,燃烧衬套66包括环形主体130。

[0029] 如图5、图6和图7所示,主体130的前端132相对于燃烧衬套66的轴向中心线136与后端134轴向隔开。主体130从前端132连续地延伸至后端134。在具体实施例中,主体130包括锥形区段138和过渡区段140。过渡交叉区142限定在主体130的前端132与后端134之间,位于锥形区段138与过渡区段140的相交处。例如,在所述过渡交叉区142处,主体开始从大体圆形截面变为非圆形截面。锥形区段138在前端132与过渡交叉区140之间延伸。在具体实施例中,环形凸缘144设置在主体130的前端132处。如图6和图7所示,凸缘144至少部分地限定了内配合表面146。如图2所示,凸缘144的内配合表面146至少部分地环绕帽组件58的后端70。

[0030] 在一个实施例中,如图6所示,锥形区段138具有大体圆形截面148。圆形截面148在主体130的前端132与过渡交叉区142之间保持圆形。在一个实施例中,锥形区段138在前端132与过渡交叉区134之间发散。换言之,锥形区段138的圆形截面148的直径在主体130的前端132与过渡交叉区142之间减小。在其他实施例中,锥形区段138可在前端132与过渡交叉区134之间会聚和/或发散。

[0031] 如图5、图6和图7所示,主体130至少部分地限定了多个燃料喷射器通道150,所述

燃料喷射器通道150径向地延伸穿过主体130的位于过渡交叉区142上游的锥形区段138。如图2所示,燃料喷射器72将第二可燃混合物152提供到燃烧衬套66中,以用于在二次燃烧区154(图2)中燃烧,所述二次燃烧区154限定在主体130内,在燃料喷射器通道150处和/或下游。

[0032] 在具体实施例中,如图3所示,多个冷却特征156从主体130的外表面158径向地向外延伸。冷却特征156可设置在锥形区段138和/或过渡区段140上。冷却特征156可包括凸起肋状物或紊流器,其至少部分地环绕主体130的至少一部分,以便增加流动穿过冷却流通道110的压缩工作流体18与主体130的外表面158之间的热传递率。

[0033] 如图6所示,过渡区段140具有从过渡交叉区142延伸到主体130的后端134的大体非圆形截面160。在具体实施例中,如图6和图7所示,过渡区段140的非圆形截面160是沿着过渡区段140的至少一部分大体为矩形或椭圆形的。

[0034] 主体130可铸造为单个部件以便形成连续主体130。例如,凸缘144、锥形区段138和过渡区段140可铸造为单个部件。冷却特征156和/或燃料喷射器通道150可机械加工和/或铸造成主体130。在替代实施例中,凸缘144、锥形区段138或过渡区段140中的每一个或一些可单独形成。例如,凸缘144、锥形区段138或过渡区段140可由金属片通过卷起和/或弯曲来形成,且随后通过焊接或其他机械手段来接合,以形成连续主体130。形成之后,锥形区段138可转动,以便在其焊接到过渡区段140上前形成冷却特征156(如紊流器或肋状特征)。在替代实施例中,锥形区段138可具有在形成锥形形状之前机械加工成金属片并随后焊接到后部分上的冷却特征156。

[0035] 在操作中,如图2所示,压缩工作流体18从压缩机16输送到高压腔室58中。压缩工作流体18的第一部分输送穿过多个冷却孔或冲击孔112,并且进入冷却流通道110中。压缩工作流体18在它穿过冷却流通道110通向燃烧器50的头端70时对燃烧衬套66的主体130的外表面158进行对流冷却、传导冷却或冲击冷却中的至少一种。压缩工作流体18流的第一部分在头端70处反转方向,并流动穿过燃料喷嘴62和/或在燃料喷嘴62的周围流动。燃料从燃料喷嘴62喷射到压缩工作流体18的第一部分中,以提供输送到一次燃烧区84用于燃烧的第一可燃混合物82。

[0036] 燃烧气体26在燃烧衬套66的主体130的锥形区段138内从一次燃烧区84向下游流动。压缩工作流体18的第二部分输送穿过燃料喷射器72,在燃料喷射器72处,所述压缩工作流体18的第二部分可与从燃料分配歧管92流出的燃料混合以产生第二可燃混合物152。第二可燃混合物152输送到二次燃烧区154中,其中,所述第二可燃混合物152与来自一次燃烧区84的燃烧气体26混合并燃烧。随着燃烧气体26从锥形区段138流动到过渡区段140,所述燃烧气体朝着限定涡轮机28的入口164的固定喷嘴162的第一级集中或定向。第二可燃混合物152大体上是贫燃料-空气混合物。这导致燃烧器50的热力学效率增加。燃料喷射器72在不断上升的燃烧气体温度下是有效的,而不会对应地提高不希望的排放物如氮氧化物(NO_x)的产生。一个或多个燃料喷射器72特别有益于在燃气涡轮机的基本负载和/或调降(turndown)操作期间减少 NO_x 。

[0037] 本说明书所呈现的和如图2至图7所示的多个实施例提供了超越现有技术的多种技术益处。例如,燃烧衬套66的锥形区段138减少了由典型地形成于其他连续延伸的过渡管道中的不希望的再循环区所引起的热点,从而提高了燃烧衬套66的耐用性和总体性能。此

外,过渡交叉区142上游的锥形区段138的连续圆形截面148允许一个或多个燃料喷射器72在燃烧衬套66周围具有均匀的径向间隔,从而改进延迟贫燃料喷射的益处,如改进燃烧器50在燃气轮机10的多种操作模式期间的性能。本发明的另一个益处在于通过形成燃烧衬套66作为连续延伸的部件,燃烧器50内的单独部件的数目减少,从而降低成本和/或组装所需要的时间。另外,燃烧衬套66防止高压燃烧气体26从热气通路69中泄漏,这改进了燃烧器50的总体耐用性和性能。

[0038] 本说明书使用了各种实例来公开本发明,包括最佳模式,同时也让所属领域的任何技术人员能够实践本发明,包括制造并使用任何装置或系统,以及实施并入的任何方法。本发明的保护范围由权利要求书限定,并可包括所属领域的技术人员想出的其他实例。如果其他此类实例的结构要素与权利要求书的字面意义相同,或如果此类实例包括的等效结构要素与权利要求书的字面意义无实质差别,则此类实例也应在权利要求书的范围内。

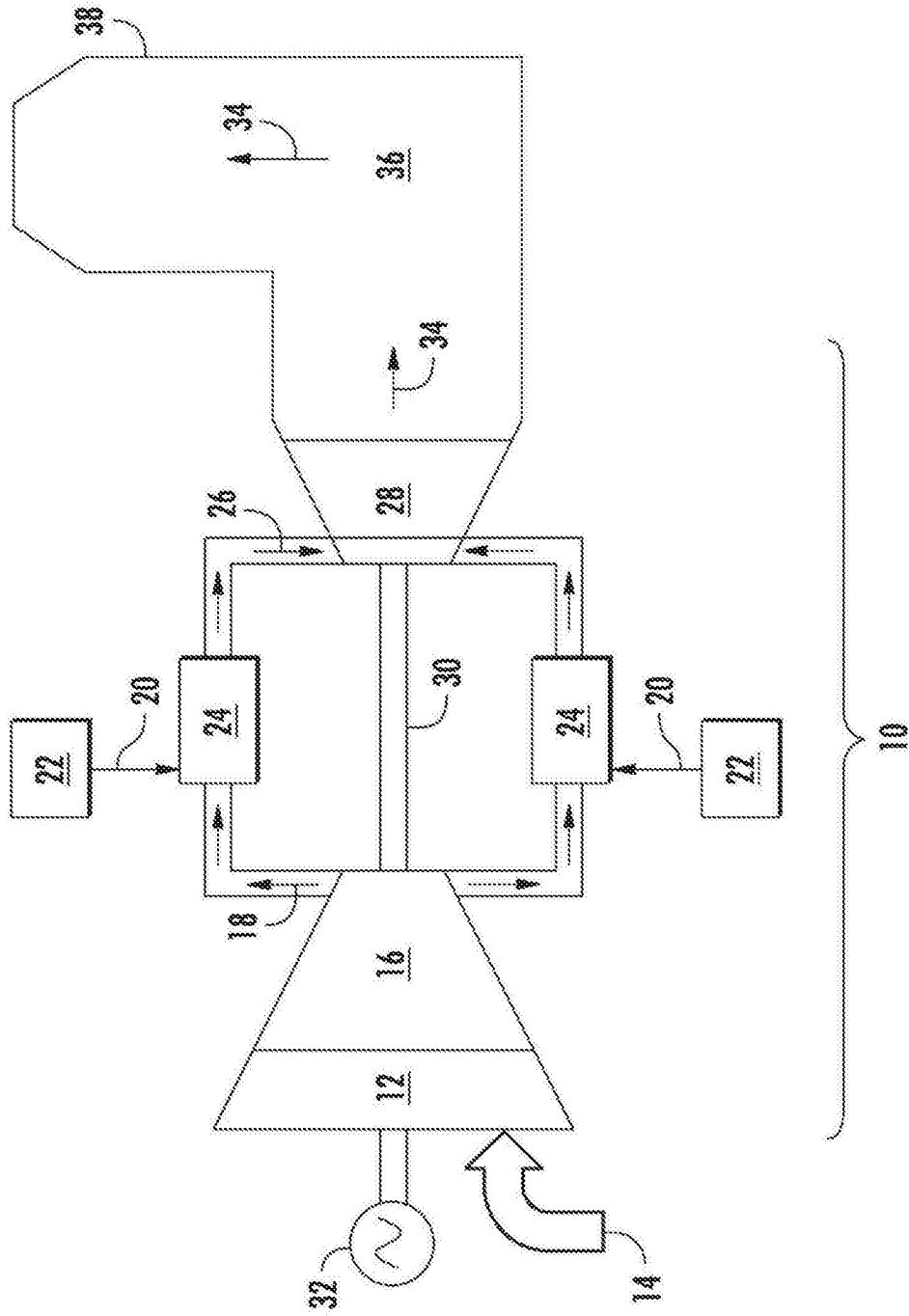


图1现有技术

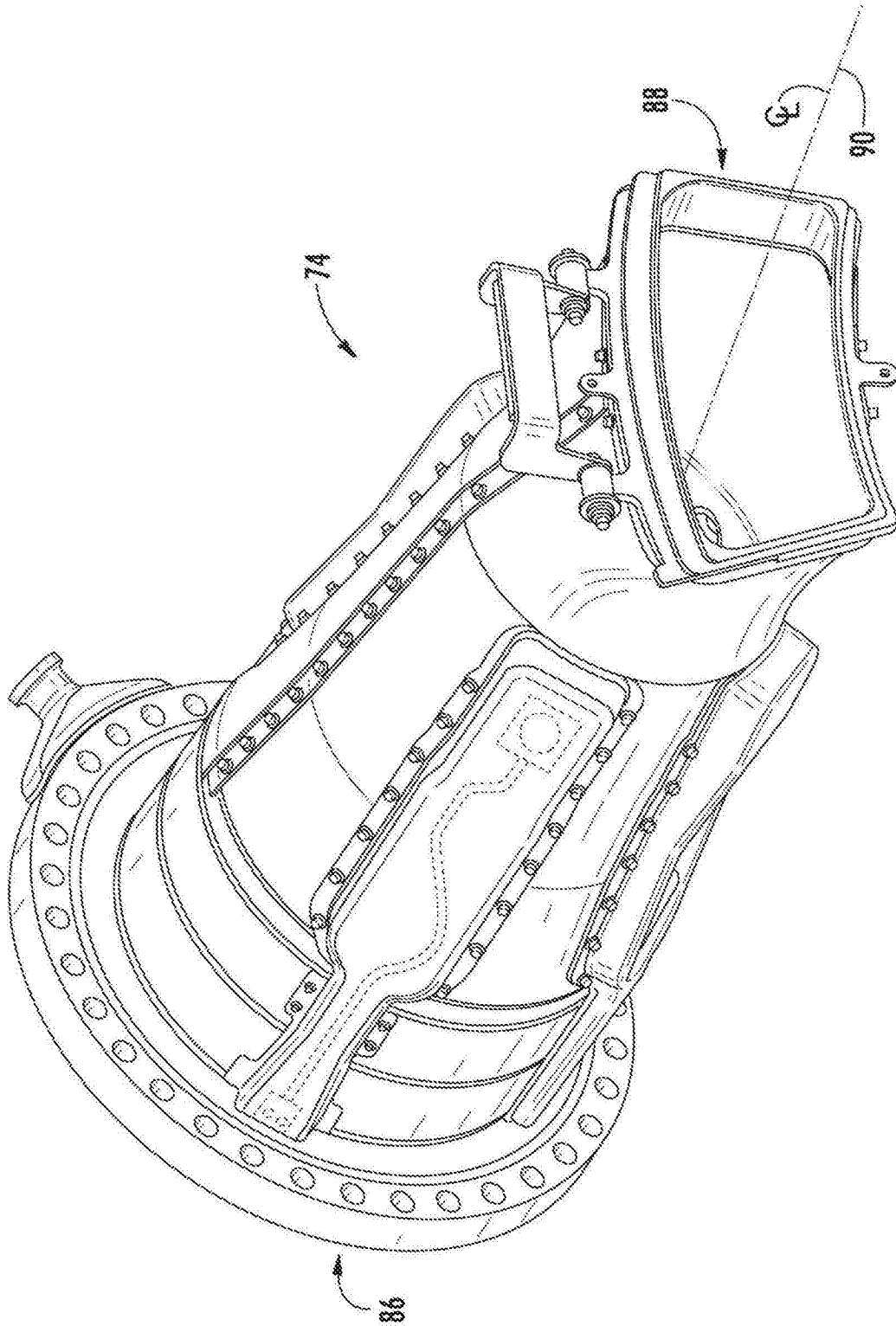


图3

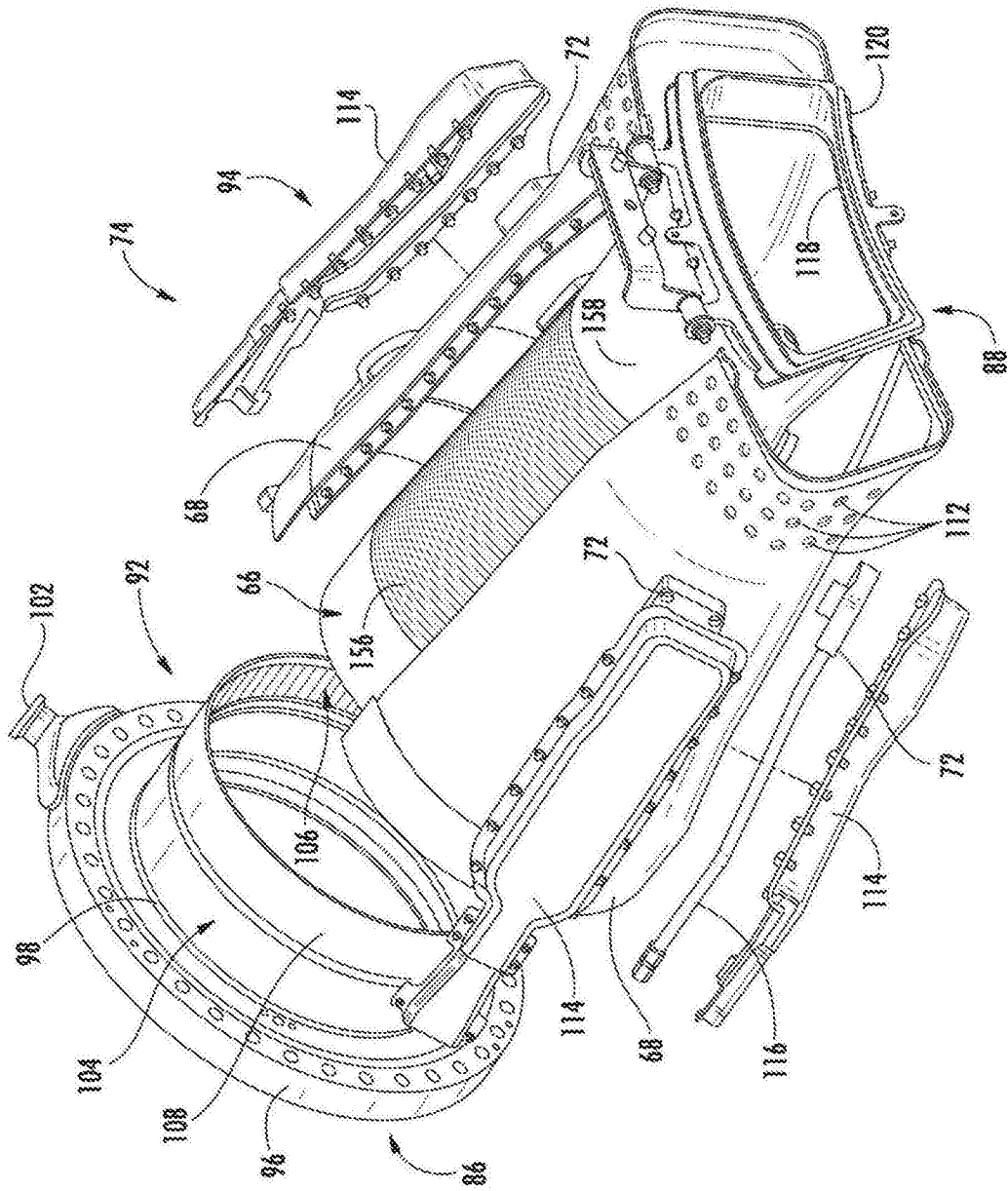


图4

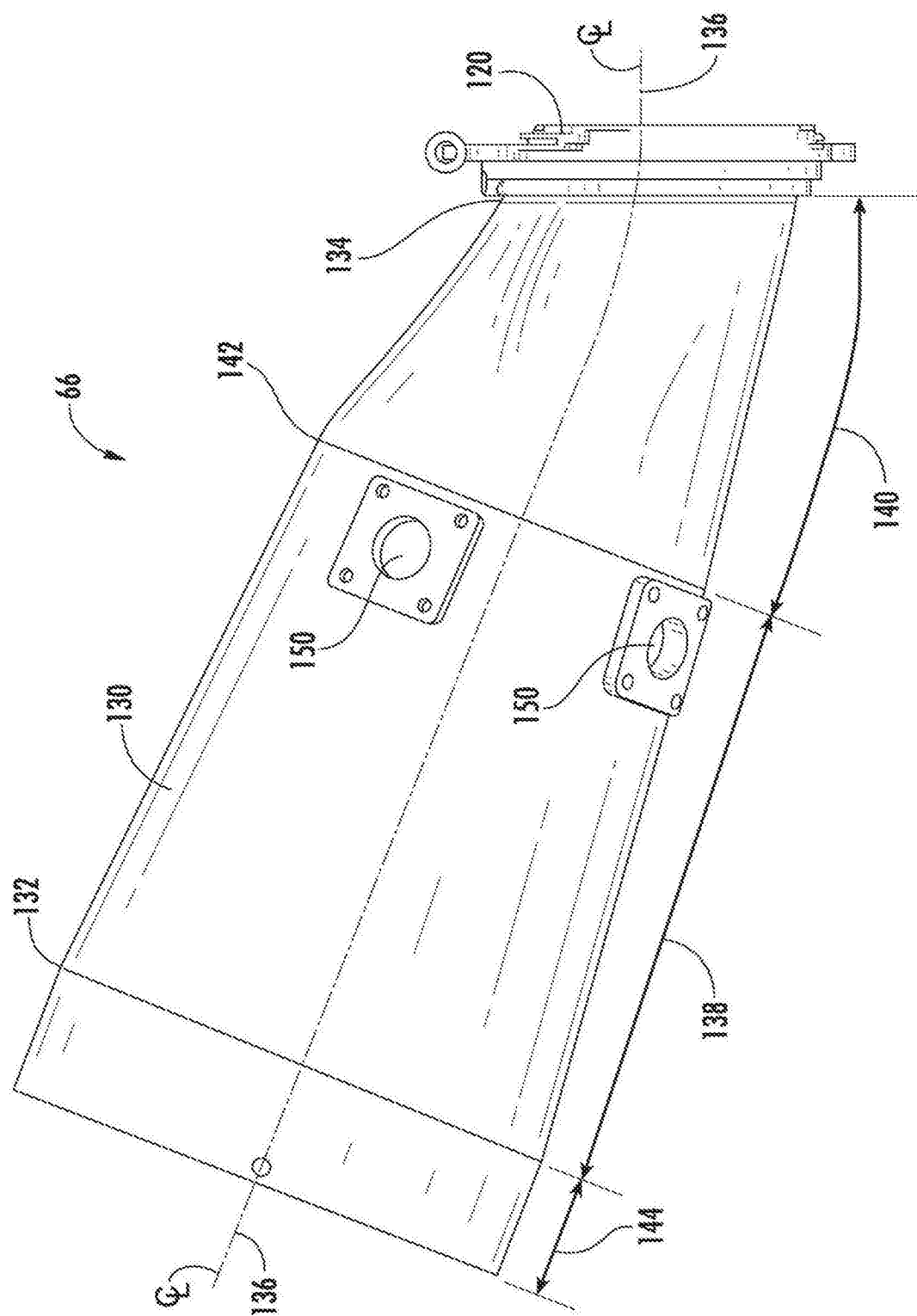


图5

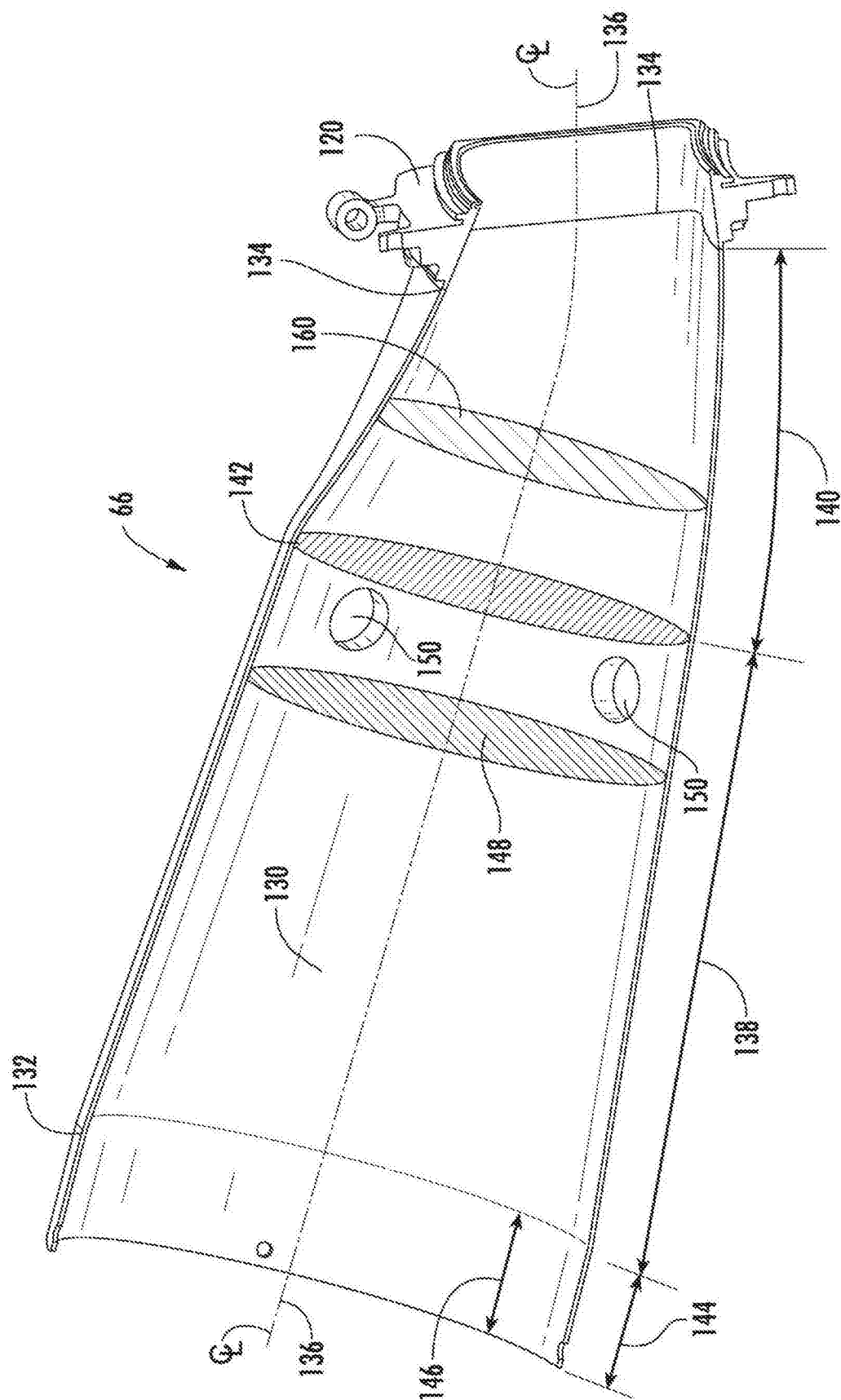


图6

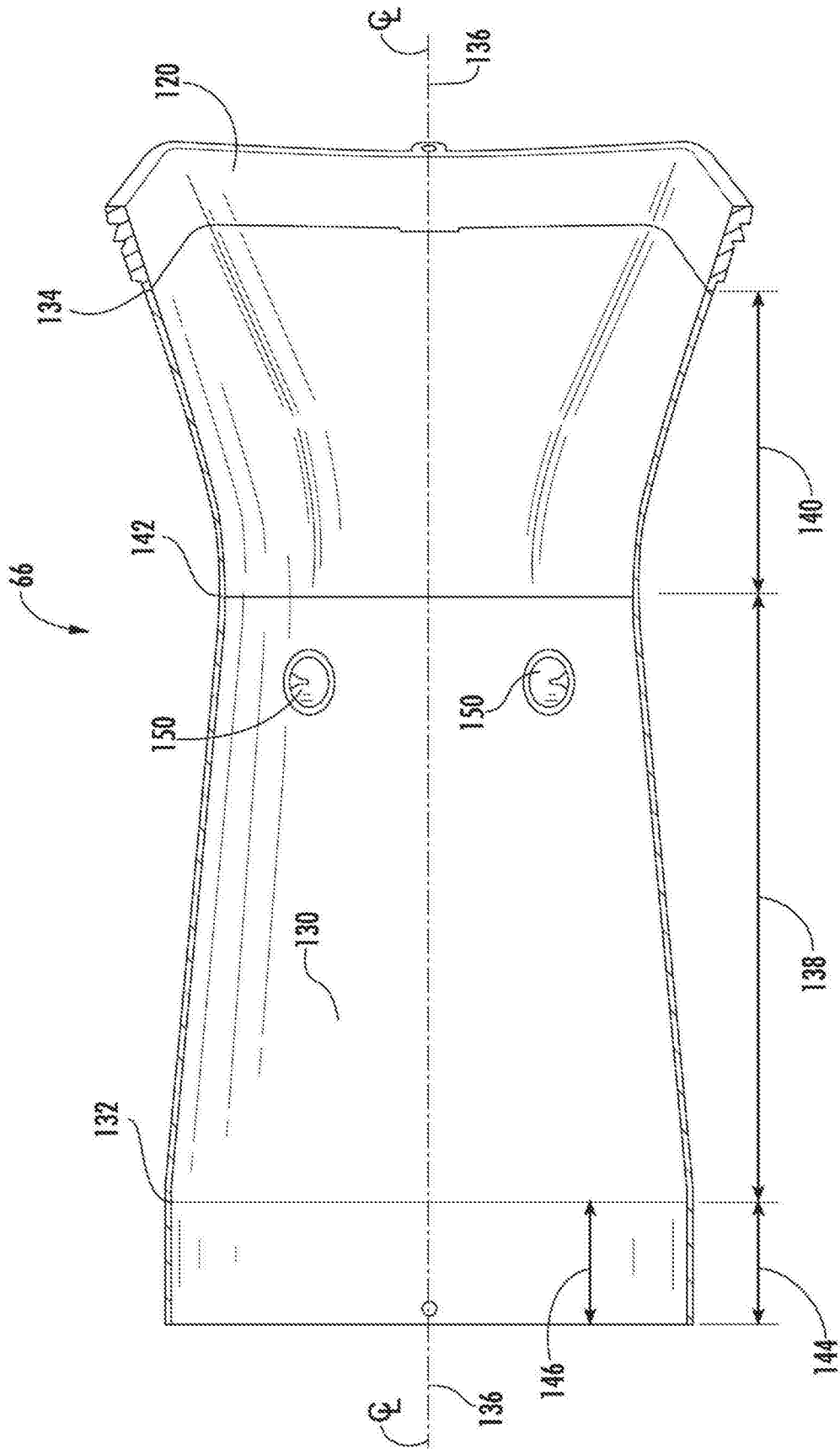


图7