

1. 一种用于装配燃气涡轮发动机 (10) 的方法,所述方法包括:

将包括有圆顶组件 (113) 和从所述圆顶组件中向下游延伸的燃烧室衬套 (110,112) 的燃烧室 (16) 连接到设于所述燃烧室的径向外侧的燃烧室机匣 (114) 上;

将包括有燃料入口 (42) 和空气入口 (80) 的燃料喷射器 (30) 连接到所述燃烧室机匣上,使得所述燃料喷射器穿过所述圆顶组件轴向地延伸,这样,燃料可从主喷嘴 (122) 排放到所述燃烧室中;和

将所述空气入口和空气源相连,使得经由所述空气入口接受到的冷却空气可经由所述燃料喷射器而循环,以便促进所述燃料喷射器的冷却。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括将包括有第一径向法兰 (134)、第二径向法兰 (136) 以及在它们之间延伸的多个梁 (138) 的环形的环支撑 (132) 连接到所述燃烧室机匣上,使得所述燃料喷射器定位成处于所述环支撑的径向内部。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,将包括有燃料入口和空气入口的燃料喷射器连接到所述燃烧室机匣上还包括,将所述燃料喷射器与所述燃烧室机匣连接成使得燃料从所述燃料喷射器中沿着基本上平行于延伸穿过所述燃烧室的中心轴线的方向而排放到所述燃烧室中。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括将所述燃料喷射器的燃料源连接到空气源上,以便在预定的燃烧室操作期间促进将残余燃料从所述燃料喷射器中清洗到所述燃烧室中。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,将所述空气入口与空气源相连还包括,将所述空气入口与空气源连接成使得用过的冷却空气可从所述燃料喷射器中排放到所述燃烧室机匣之外。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,将包括有燃料入口和空气入口的燃料喷射器连接到所述燃烧室机匣上还包括,将所述燃料喷射器与所述燃烧室机匣连接成使得从所述燃料喷射器中延伸出来的环形台肩 (48) 可将所述燃料喷射器相对于所述燃烧室定位。

7. 一种用于燃气涡轮发动机的燃烧室的燃料喷射器,所述燃烧室包括中心轴线,所述燃料喷射器包括:

与冷却空气源相连的燃料入口;

用于将燃料沿大致平行于燃烧室中心轴线的方向排放到所述燃烧室中的喷射尖端;和

在所述燃料入口和所述喷射尖端之间延伸的主体,所述主体包括至少一个空气入口和至少一个空气出口,所述空气入口用于将冷却空气接受到所述主体内,所述空气出口用于将冷却空气排放到在所述燃烧室周围延伸的燃烧室机匣之外。

8. 根据权利要求 7 所述的燃料喷射器,其特征在于,所述燃料喷射器还包括在所述喷射尖端周围延伸的罩壳,所述喷射尖端供应经换热的空气,以便使燃料从所述燃料喷射器中雾状式排出。

9. 根据权利要求 7 所述的燃料喷射器,其特征在于,所述至少一个空气入口与空气源流体连通,用于接受未经换热的空气以冷却所述燃料喷射器。

10. 根据权利要求 7 所述的燃料喷射器,其特征在于,所述主体还包括从中径向向外延伸出来的环形台肩,所述台肩包括多个从中贯穿式延伸的开口,各所述开口的大小均制成

为可容纳从中穿过以将所述燃料喷射器固定在所述燃烧室上的紧固件。

11. 根据权利要求 7 所述的燃料喷射器,其特征在于,所述主体还包括从中径向向外延伸出来的环形台肩,所述台肩用于将所述燃料喷射器相对于所述燃烧室定位。

12. 根据权利要求 7 所述的燃料喷射器,其特征在于,所述燃料入口通过蓄压器与所述冷却空气源相连。

用于操作燃气涡轮发动机燃烧室的方法和装置

技术领域

[0001] 按照编号为 DAAE07-00-C-N086 的合同,美国政府享有本发明的一定权利。

[0002] 本发明大体上涉及燃气涡轮发动机,更具体地涉及燃气涡轮发动机所使用的燃烧室。

背景技术

[0003] 已知的涡轮发动机包括用于压缩空气的压缩机,空气与燃料适当地混合并被引到燃烧室中,在这里混合物被点燃以产生热燃气。气体被引到至少一个涡轮中,涡轮从燃气中抽取能量以便为压缩机提供动力,并且产生有用功,例如推动车辆前进。

[0004] 为了在严酷的发动机环境中支撑发动机机壳和部件,至少一些已知的机壳和部件由多个支撑环来支撑,这些支撑环连接在一起以形成一个中央梁式支架 (backbone frame)。中央梁式支架为设置在支架的径向内侧的部件提供了结构支撑,还提供了可将发动机机壳连接到发动机周围的手段。另外,由于中央梁式支架有助于控制形成于发动机机壳和设置在中央梁式支架的径向内侧的部件之间的发动机密闭空间,这种中央梁式支架通常设计成尽可能地具有刚性。用于换热式发动机的至少一些已知的中央梁式支架包括多个在前后法兰之间延伸的梁。

[0005] 由于暴露在燃烧室内所产生的高温下,用于这种发动机中的燃料喷射器需要被冷却。因此,至少一些已知的燃料喷射器通过流经燃料喷射器的燃料来冷却,并且还通过使用形成于燃料喷射器内部的不活泼的“闭塞空气”绝缘区域来冷却。而且,为了促进燃料喷射器的有效地操作,至少一些已知的燃料喷射器设计成可在预定的燃烧室操作期间迫使残余燃料排出到燃料喷射器之外并进入到外部排放通道中。另外,由于燃烧室的空间限制,燃料喷射器的整体尺寸受到限制。因此,设计用于这种发动机中的高效燃料喷射器是存在困难的。

发明内容

[0006] 在一个方面,提供了一种用于装配燃气涡轮发动机的方法。该方法包括:将包括有圆顶 (dome) 组件和从圆顶组件中向下游延伸的燃烧室衬套的燃烧室连接到设于燃烧室的径向外侧的燃烧室机匣上;将包括有燃料入口和空气入口的燃料喷射器连接到燃烧室机匣上,使得燃料喷射器穿过圆顶组件轴向地延伸,这样,燃料可从燃料喷射器排放到燃烧室中;以及将空气入口和空气源相连,使得经由空气入口所接受到的冷却空气可经由燃料喷射器而循环,以便促进燃料喷射器的冷却。

[0007] 在另一方面,提供了一种用于包括有中心轴线的燃气涡轮发动机燃烧室的燃料喷射器。燃料喷射器包括燃料入口、喷射尖端和主体。喷射尖端将燃料以基本上平行于燃气涡轮发动机的中心轴线的方向而排放到燃烧室中。主体在入口和喷射尖端之间延伸。主体包括至少一个空气入口和至少一个空气出口。入口用于接受冷却空气到主体内,而出口用于将冷却空气排放到燃烧室机匣之外。

[0008] 在另一方面,提供了一种用于燃气涡轮发动机的燃烧系统。燃烧系统包括燃烧室、燃烧室机匣和燃料喷射器。燃烧室包括圆顶组件和从圆顶组件中向下游延伸的燃烧室衬套。燃烧室衬套在其中形成了燃烧腔。燃烧室还包括中心轴线。燃烧室机匣在燃烧室的周围延伸。燃料喷射器延伸穿过燃烧室机匣和圆顶组件,并包括燃料入口、喷射尖端以及在燃料入口和喷射尖端之间延伸的主体。喷射尖端用于将燃料排放到燃烧室中。主体包括至少一个空气入口和至少一个空气出口。入口用于接受冷却空气到主体内。出口用于将冷却空气排放到燃烧室机匣之外。

附图说明

[0009] 图 1 是燃气涡轮发动机的示意图。

[0010] 图 2 是图 1 所示燃气涡轮发动机的一部分的截面图示。

[0011] 图 3 是从燃料喷射器的上游侧看去的在图 2 所示燃气涡轮发动机中使用的燃料喷射器的放大透视图;和

[0012] 图 4 是从燃料喷射器的下游侧看去的图 3 所示燃料喷射器的平面图。

[0013] 在附图中各标号的含义如下:10 燃气涡轮发动机;14 高压压缩机;16 燃烧室;18 高压涡轮;20 低压涡轮;24 第一轴;26 输出轴;28 换热器;29 流体路径;30 燃料喷射器;31 流体路径;32 上游侧;34 下游侧;35 外部环境;42 燃料入口;44 喷射尖端;46 主体;48 环形台肩;50 开口;52 紧固件;54 外周;60 内侧部分;62 燃烧腔;64 外侧部分;L 长度;78 中心轴线;80 空气入口;82 排气孔;83 通道;86 发动机舱;90 罩壳; L_2 长度; D_1 直径;100 冷却开口; D_3 直径; D_4 直径;102 旋流器;109 外支撑;110 外衬套;111 内支撑;112 内衬套;113 圆顶端部;114 燃烧室机匣;118 外通道;120 内通道;122 涡轮喷嘴;130 中央梁式支架;132 环支撑;134 径向法兰;136 径向法兰;138 梁;140 开口; D_5 内径;W 宽度;150 密封件; R_1 距离;152 内表面;160 中心轴线。

具体实施方式

[0014] 图 1 是包括有高压压缩机 14 和燃烧室 16 的燃气涡轮发动机 10 的示意图。发动机 10 还包括高压涡轮 18 和低压涡轮 20。压缩机 14 和涡轮 18 通过第一轴 24 相连,涡轮 20 驱动第二输出轴 26。轴 26 提供了旋转动力以驱动从动机械装置,其例如但不限于齿轮箱、传动装置、发电机、风扇或泵。发动机 10 还包括换热器 28,其具有串联在压缩机 14 和燃烧室 16 之间的第一流体路径 29 以及串联在涡轮 20 和外部环境 35 之间的第二流体路径 31。在一个实施例中,燃气涡轮发动机为可从美国俄亥俄州辛辛那提市的通用电气公司得到的 LV100 型发动机。

[0015] 在操作中,空气流经高压压缩机 14。被高度压缩的空气传送到换热器 28 中,在这里来自涡轮 20 的热废气将热量传递给压缩空气。被加热的压缩空气传递给燃烧室 16。来自燃烧室 16 的气流驱动涡轮 18 和 20 并流经换热器 28,之后离开燃气涡轮发动机 10。

[0016] 图 2 是包括了燃料喷射器 30 的燃气涡轮发动机 10 的一部分的截面图示。图 3 是从燃料喷射器 30 的上游侧 32 看去的燃料喷射器 30 的放大透视图。图 4 是从燃料喷射器 30 的下游侧 34 看去的图 3 所示燃料喷射器的平面图。在该代表性实施例中,燃料喷射器

30 包括燃料入口 42、喷射尖端 44 和在它们之间延伸的主体 46。燃料入口 42 连接在燃料供应源上以用于将燃料引入到燃料喷射器 30 中,其将在下文中详细地介绍。另外,入口 42 还与空气源流体相通,以便引导空气流经燃料喷射器 30,从而在流向燃料喷射器 30 的燃料停止时在预定的燃烧室操作期间促进从燃料喷射器 30 中清洗掉残余燃料。在一个实施例中,入口 42 通过蓄压器(未示出)与空气源相连。

[0017] 在该代表性实施例中,喷射器主体 46 包括环形台肩 48,其从主体 46 上径向向外地延伸。当燃料喷射器 30 与发动机 10 相连时,台肩 48 可促进使燃料喷射器 30 相对于燃烧室 16 正确地定向且对齐,这一点如下所详述。更具体地说,环形台肩 48 包括多个从中延伸穿过的开口 50。开口 50 的大小均制成为可容纳紧固件 52(未示出),紧固件 52 从开口 50 中穿过,用于将燃料喷射器 30 与燃烧室 16 相连。在该代表性实施例中,喷射器 30 包括三个大小相等的开口 50,它们均定位在燃料喷射器台肩 48 的外周 54 的附近。

[0018] 台肩 48 为大致平面的,并将燃料喷射器主体 46 分隔成内侧部分 60 和外侧部分 64,内侧部分 60 延伸到燃烧室 16 中,因而暴露在形成于燃烧室 16 内的燃烧室主燃区或燃烧腔 62 中,外侧部分 64 从燃烧室 16 中向外延伸。更具体地说,当燃料喷射器 30 与燃烧室 16 相连时,台肩 48 可防止燃料喷射器的外侧部分 64 进入到燃烧室 16 中。因此,内侧部分 60 的长度 L 可变化地选择成有助于限制喷射器 30 的插入深度,并因而限制喷射器 30 暴露在产生于燃烧室主燃区 62 内的辐射热中的量。更具体地说,内侧部分的长度 L 以及台肩 48 相对于喷射器主体 46 的位置的结合促进了燃料喷射尖端 44 在燃烧室 16 中的定位。

[0019] 燃料入口 42 从燃料喷射器的外侧部分 64 中向外延伸出来。更具体地说,入口 42 相对于穿过喷射尖端 44 和主体 46 的中心轴线 78 呈倾斜地定位。在该代表性实施例中,燃料入口 42 形成有螺纹,以便于将入口 42 连接到燃料源上。另外,燃料喷射器的外侧部分 64 还包括有空气入口 80 和至少一个排气孔 82。而且,燃料喷射器的外侧部分 64 包括至少一个形成于其中的冷却腔(未示出)。进入到燃料入口 42 中的燃料经由从燃料入口 42 中延伸出来的通道 83 并经冷却腔而被引导到燃料喷射器的内侧部分 60 中。

[0020] 空气入口 80 和各排气孔 82 与空气源流体相通式地相连,以便接受冷却空气。更具体地说,在该代表性实施例中,入口 80 和排气孔 82 接受未经换热的空气。在一个实施例中,入口 80 和排气孔 82 接受未经换热的压缩机内的空气,其处于比经换热的空气的工作温度低得多的工作温度下。进入到空气入口 80 中的冷却空气相对于中心轴线 78 呈倾斜,并经由各个冷却腔而在燃料通道的周围被引导,之后从燃料喷射器 30 中经由排气孔 82 排出。如下面所详细介绍的那样,从排气孔 82 中排出的用过的冷却空气被排放到发动机舱 86 中,而不是被排放到燃烧室 16 中。另外,进入空气入口 80 中的冷却空气还可有助于防止燃料喷射器 30 的过热以及燃料在燃料喷射器 30 中的焦化。

[0021] 罩壳 90 围绕着燃料喷射器的内侧部分 60 的一部分以促进防护喷射尖端 44,并防止内侧部分 60 的一部分受到燃烧室主燃区 62 中所产生的热量。在该代表性实施例中,罩壳 90 是基本上圆形的。具体地说,罩壳 90 具有比燃料喷射器的内侧部分的长度 L 更短的长度 L_2 ,以及比燃料喷射器的内侧部分 60 的直径(未示出)更大的直径 D_1 。

[0022] 尖端 44 包括多个冷却开口 100,其延伸穿过尖端 44 并与喷射尖端 44 和供应到燃烧室 16 中的空气流体相通,以促进从燃料喷射器 30 中排出的燃料的雾化和喷射控制。在该代表性实施例中,供应到燃烧室 16 中以促进雾化和喷射控制的空气被换热,已经通过换

热循环的高压空气将废气热量增加到压缩机排气中。更具体地说,在该代表性实施例中,尖端 44 是大致圆形的,而开口 100 在尖端 44 的周围周向地间隔开。

[0023] 罩壳 90 从台肩 48 延伸到燃料喷射尖端 44。尖端 44 与台肩 48 基本上同心地对齐,并具有小于罩壳直径 D_1 的直径 D_3 ,其可变化地选择成大小近似等于燃烧室主旋流器 102 的内径 D_4 。更具体地说,由于在喷射器 30 与燃烧室 16 相连时尖端的直径 D_3 可变化地选择成大小近似等于旋流器的内径 D_4 ,因此尖端 44 就与主旋流器 102 在周向上接触,从而便于降低换热空气泄漏到燃烧腔 62 中和泄漏到喷射器 30 与旋流器 92 之间。

[0024] 燃烧室 16 包括外支撑 109、环形外衬套 110、内支撑 111、环形内衬套 112 以及在外衬套 110 和内衬套 112 之间延伸的圆顶端部 113。外衬套 110 和内衬套 112 与燃烧室机匣 114 径向向内地间隔开,并形成了燃烧腔 62。燃烧室机匣 114 是大致环形的,并分别在燃烧室 16 以及内、外支撑 109,111 的周围延伸。燃烧腔 62 的形状为大致环形,并与衬套 110 和 112 径向向内地隔开。外支撑 111 和燃烧室机匣 114 形成了外通道 118,内支撑 109 和燃烧室机匣 114 形成了内通道 120。外衬套 110 和内衬套 112 延伸到涡轮喷嘴 122 中。

[0025] 燃烧室机匣 114 的一部分形成了燃烧室的中央梁式支架 130,其在燃烧室 16 的周围周向地延伸,从而为发动机 10 内的燃烧室 16 提供了结构支撑。环形的环支撑 132 与燃烧室的中央梁式支架 130 相连。环支撑 132 包括环形的上游径向法兰 134、环形的下游径向法兰 136,以及在它们之间延伸的多个周向隔开的梁 138。在该代表性实施例中,上游法兰 134 和下游法兰 136 是基本上圆形且基本上平行的。具体地说,环支撑 132 在压缩机 14(在图 1 中示出)和涡轮 18(在图 1 中示出)之间轴向地延伸,并在压缩机 14 和涡轮 18 之间提供了结构支撑。

[0026] 燃烧室机匣 114 的一部分还形成了开口 140,其为燃料喷射器 30 提供了连接座。具体地说,开口 140 具有内径 D_5 ,其小于燃料喷射器台肩 48 的宽度 W 但稍大于罩壳的直径 D_1 。更具体地说,罩壳的直径 D_1 可变化地选择成允许有足够的空间以装配密封件 150,同时有助于缩短罩壳 90 和形成了机匣开口 140 的内表面 152 之间的径向距离 R_1 。缩短径向距离 R_1 有助于提高密封件 150 的有效性,防止换热后的空气从燃烧室机匣 114 中经过燃料喷射器 30 而逸出。

[0027] 因此,当经由燃烧室机匣开口 140 插入燃料喷射器 30 时,燃料喷射器的台肩 48 与机匣 114 接触,并且限制了燃料喷射器的内侧部分 60 相对于燃烧室 16 的插入深度。更具体地说,在燃料喷射器 30 与燃烧室 16 相连时,台肩 48 有助于燃料喷射尖端 44 相对于燃烧室 16 的正确定向和对齐。

[0028] 在发动机 10 的装配期间,在将燃烧室 16 相对于燃烧室机匣 114 固定就位之后,经由密封件 150 插入燃料喷射器的内侧部分 60,使得密封件 150 产生变形以与台肩 48 密封式接触。然后经由机匣开口 140 插入燃料喷射器 30,采用紧固件 52 将其与燃烧室 16 连接就位,使得密封件 150 产生变形以在台肩 48 和机匣 114 之间形成密封式接触。在该代表性实施例中,为了便于装配和拆卸,紧固件初始被涂覆有润滑剂,例如可从美国加利福尼亚州 Huntington Beach 的 TIODIZE® 得到的 Tiolube 614-19B。

[0029] 然后将环支撑 132 连接到燃烧室机匣 114 上,使得燃料喷射器 30 可在形成于环支撑 132 和机匣 114 之间的空间约束内连接就位。

[0030] 具体地说,当燃料喷射器 30 与燃烧室机匣 114 相连时,喷嘴 30 向外延伸到环支撑

132 上,燃料喷射器的罩壳 90 和喷射尖端 44 穿过圆顶端部 113 而基本上轴向地延伸。因此,到燃烧腔 62 的唯一通路是经过燃烧室的圆顶端部 113,这样,如果有保证的话,不用拆下燃烧室 16 即可更换主喷嘴 30。

[0031] 在操作期间,燃料和空气供应到燃料喷射器 30 中。更具体地说,燃料供应到燃料入口 42 中,未经换热的冷却空气供应到空气入口 80 中。冷却空气经由喷射器主体 46 循环,之后被排放到发动机舱 86 中。燃料和流经燃料喷射器 30 的冷却空气的结合有助于降低燃料喷射器 30 的工作温度。

[0032] 从燃料喷射器 30 中排出的燃料以相对于圆顶端部 113 呈大约 90 度的喷射雾锥并且沿着从圆顶端部 113 延伸穿过燃烧室 16 的中心轴线 160 而排出。更具体地说,当燃料排放时,燃料与供应到燃烧室 16 中的换热后的空气混合,以促进从喷射器 30 中排出的燃料的雾化和喷射控制。而且,燃料喷射的方向有助于缩短燃烧腔 62 内的燃料点火的时间。因此,从燃料喷射器 30 中排出的燃料可以沿着基本上平行于中心轴线 160 的方向排放到燃烧腔 62 中。

[0033] 在燃烧室 16 的预定操作期间,流向燃料喷射器 30 的燃料停止,这使得燃料喷射器 30 易于焦化。为了有助于防止在燃料喷射器 30 中产生焦化,可以用在高压下提供的未经换热的空气来清洗喷射器 30,使得残余燃料被驱逐到燃烧室 16 中。具体地说,清洗空气的工作温度低于供应到燃烧室 16 中供燃料雾化用的换热后的空气的工作温度。在燃料喷射器 30 不使用时的发动机运转期间,清洗空气还可促进降低燃料喷射器 30 和喷射尖端 44 的工作温度。

[0034] 上述燃烧支撑提供了一种用于将燃料提供到带有燃料喷射器的燃烧室中的成本效率合算且可靠的方式。燃料喷射器包括可使燃料沿着基本上平行于燃烧室中心轴线的方向排放到燃烧腔中的燃料入口,以及可使未经换热的空气流经燃料喷射器以促进燃料喷射器的冷却的空气入口。用过的内部冷却空气然后被排放到发动机舱中。燃料喷射器还包括罩壳,其有助于防护燃料喷射器免受在燃烧室内所产生的高温。因此,提供了一种能够将燃料以成本效率合算且可靠的方式提供到燃烧室中的燃料喷射器。

[0035] 在上文中详细地介绍了燃烧系统的一个代表性实施例。所示的燃烧系统部件并不限制这里介绍的特定实施例,相反,可以与这里介绍的各燃烧系统的一些部件相独立地且单独地使用另一些部件。例如,各燃料喷射器也可与其它发动机的燃烧系统相结合地使用。

[0036] 虽然已经用多个特定的实施例来介绍了本发明,然而本领域的技术人员可以认识到,在权利要求的精神和范围内,可以对本发明进行修改。

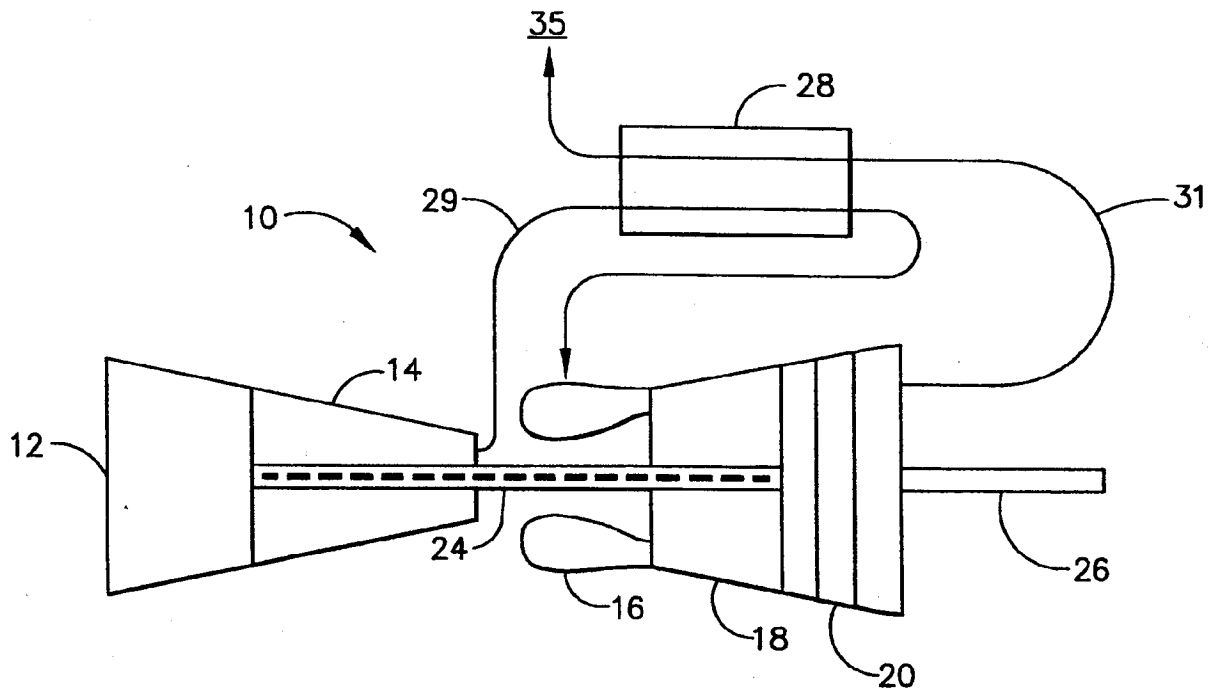


图 1

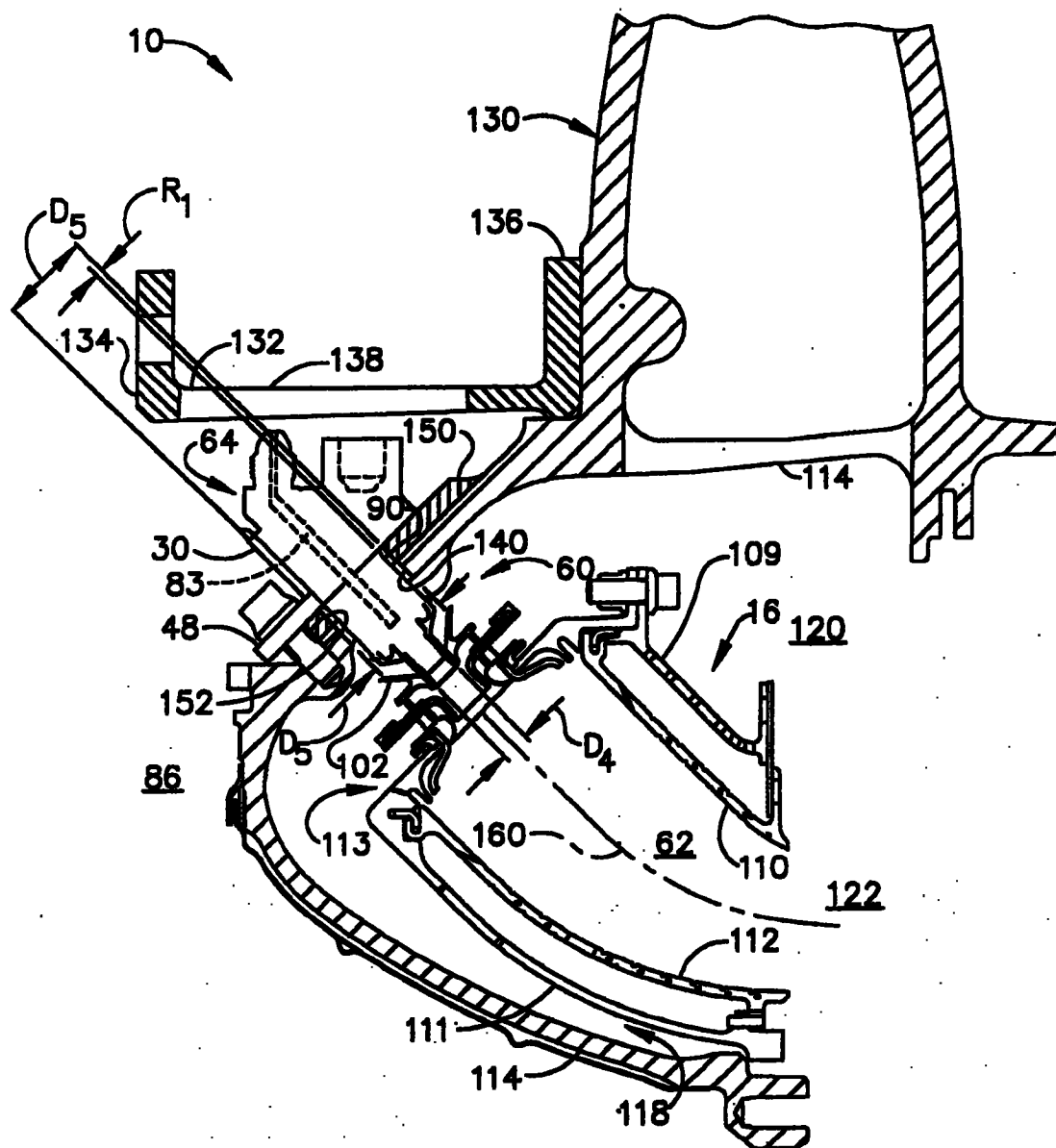


图 2

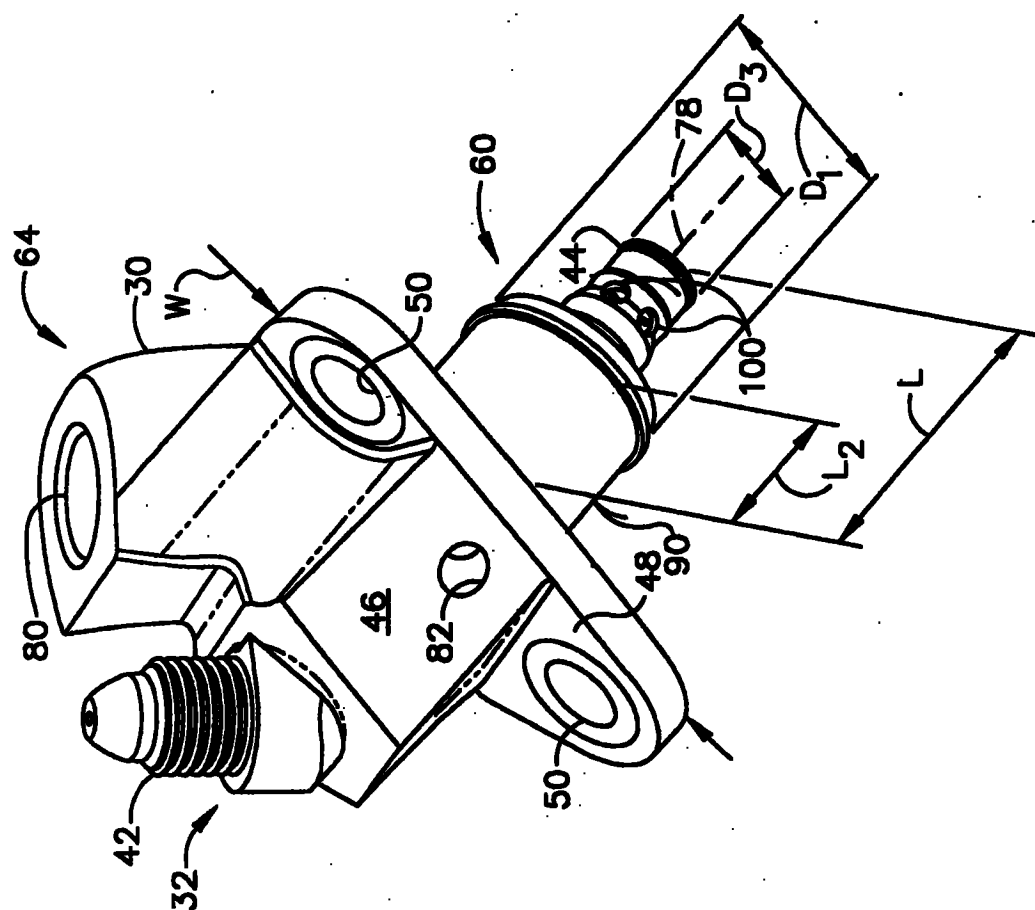


图 3

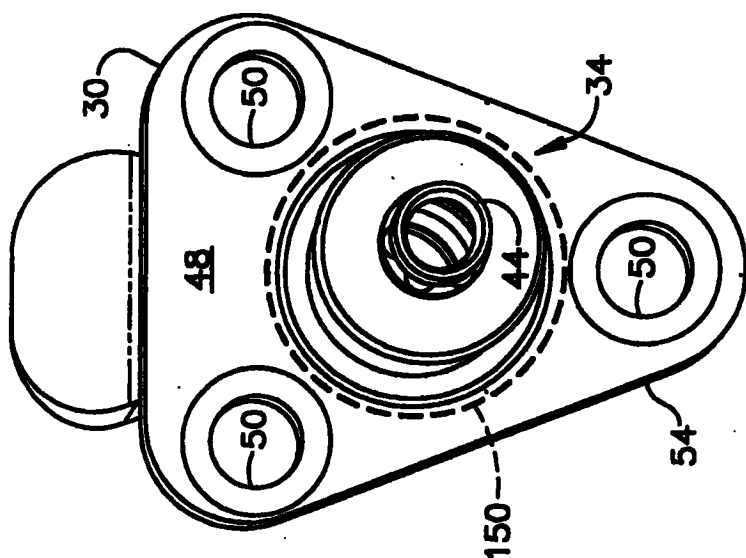


图 4