



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115218213 B

(45) 授权公告日 2024.06.21

(21) 申请号 202210387351.7  
 (22) 申请日 2022.04.13  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 115218213 A  
 (43) 申请公布日 2022.10.21  
 (30) 优先权数据  
 17/232,638 2021.04.16 US  
 (73) 专利权人 通用电气公司  
 地址 美国纽约州  
 (72) 发明人 史蒂文·克莱顿·维塞  
 克莱顿·斯图亚特·库珀  
 艾伦·M·达尼斯  
 (74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300  
 专利代理师 陈海琴

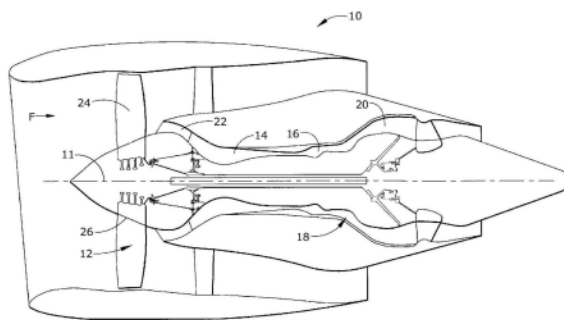
(51) Int.Cl.  
 F23R 3/16 (2006.01)  
 F23R 3/28 (2006.01)  
 F23R 3/38 (2006.01)  
 (56) 对比文件  
 US 5966937 A, 1999.10.19  
 US 6932093 B2, 2005.08.23  
 审查员 智广阔

权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称  
 燃烧器旋流轮叶设备

(57) 摘要

一种用于燃烧器的旋流器设备,包括:沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置的初级旋流器和次级旋流器;初级旋流器包括围绕旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶;并且次级旋流器包括围绕旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,相对侧被界定在相对的前向缘和后向缘以及相对的前缘和后缘之间;其中前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向;其中后向缘相对于径向方向以第二轮叶角定向;并且其中第二轮叶角不同于第一轮叶角。



1. 一种用于燃烧器的旋流器设备,其特征在于,包括:

初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;

所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶,每个初级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧在前向缘和后向缘之间以及前缘和后缘之间;并且

所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在前向缘和后向缘之间以及前缘和后缘之间,

其中每个次级旋流轮叶的所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向,并且每个次级旋流轮叶的所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向,并且所述第一轮叶角大于所述第二轮叶角;并且

其中每个初级旋流轮叶的所述前向缘相对于所述径向方向以第三轮叶角定向,每个初级旋流轮叶的所述后向缘相对于所述径向方向以第四轮叶角定向,并且所述第三轮叶角小于所述第四轮叶角。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的上游的套圈。

3. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,其中所述套圈包括与所述初级旋流器流体连通的多个吹扫槽。

4. 根据权利要求2所述的设备,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的下游的文丘里管本体。

5. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,进一步包括设置在所述次级旋流器的下游的扩口锥部。

6. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,其中所述第一轮叶角为45度到75度;并且所述第二轮叶角为45度到75度。

7. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,其中所述第一轮叶角为55度到65度;并且所述第二轮叶角为55度到65度。

8. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角小10度到30度。

9. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的上游的套圈,所述套圈没有吹扫槽。

10. 一种用于燃气涡轮发动机的燃烧器,其特征在于,包括:

环形内衬里;

与所述内衬里间隔开的环形外衬里;

圆顶端,所述圆顶端设置在所述环形内衬里和所述环形外衬里的上游端,所述圆顶端包括环形圆顶;

所述环形圆顶包括旋流器组件的环形阵列,每个旋流器组件具有初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;

所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶,每个初级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在前向缘和后向缘之间以及前缘和后缘之间;并且

所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流

轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在前向缘和后向缘之间以及前缘和后缘之间,

其中每个次级旋流轮叶的所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向,每个次级旋流轮叶的所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向,并且所述第一轮叶角大于所述第二轮叶角;并且

其中每个初级旋流轮叶的所述前向缘相对于所述径向方向以第三轮叶角定向,每个初级旋流轮叶的所述后向缘相对于所述径向方向以第四轮叶角定向,并且所述第三轮叶角小于所述第四轮叶角。

11. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的上游的套圈。

12. 根据权利要求11所述的燃烧器,其特征在于,其中所述套圈包括与所述初级旋流器流体连通的多个吹扫槽。

13. 根据权利要求11所述的燃烧器,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的下游的文丘里管本体。

14. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,进一步包括设置在所述次级旋流器的下游的扩口锥部。

15. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,其中所述第一轮叶角为45度到75度;并且

所述第二轮叶角为45度到75度。

16. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,其中所述第一轮叶角为55度到65度;并且

所述第二轮叶角为55度到65度。

17. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,进一步包括设置在所述初级旋流器的上游的套圈,所述套圈没有吹扫槽。

18. 根据权利要求10所述的燃烧器,其特征在于,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角小10度到30度。

## 燃烧器旋流轮叶设备

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及燃烧器,并且更具体地,涉及燃气涡轮发动机燃烧器旋流器。

### 背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机通常包括串行流动连通的低压压缩机或增压器、高压压缩机、燃烧器、高压涡轮和低压涡轮。燃烧器生成燃烧气体,燃烧气体依次被引导到高压涡轮,在高压涡轮处,燃烧气体膨胀以驱动高压涡轮,然后燃烧气体被引导到低压涡轮,在低压涡轮处,燃烧气体进一步膨胀以驱动低压涡轮。高压涡轮经由第一转子轴被驱动地连接到高压压缩机,并且低压涡轮经由第二转子轴被驱动地连接到增压器。

[0003] 一种类型的现有技术燃烧器包括使环形内衬里和环形外衬里的上游端互连的环形圆顶。例如,这些可以布置为具有一个圆顶的“单环形燃烧器”、具有两个圆顶的“双环形燃烧器”、或具有三个圆顶的“三环形”燃烧器。

[0004] 通常,每个圆顶设置有空气旋流器组件的阵列。一种类型的旋流器组件包括轴向相邻的初级和次级径向流入旋流器。初级旋流器和次级旋流器各自包括流动管道,流动管道具有定位在其中的轮叶的径向阵列。轮叶被定向成在穿过流动管道的空气中产生旋流。通常,这种轮叶具有恒定的轮叶角,即,它们产生恒定的旋流大小和方向。

### 发明内容

[0005] 根据本文所述技术的一个方面,一种用于燃烧器的旋流器设备,包括:初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶;并且所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在相对的前向缘和后向缘以及相对的前缘和后缘之间;其中所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向;其中所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向;并且其中所述第二轮叶角不同于所述第一轮叶角。

[0006] 根据本文所述技术的另一个方面,一种用于燃气涡轮发动机的燃烧器,包括:环形内衬里;与所述内衬里间隔开的环形外衬里;圆顶端,所述圆顶端设置在所述内衬里和所述外衬里的上游端,所述圆顶端包括环形圆顶;所述圆顶包括旋流器组件的环形阵列,每个旋流器组件具有初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶;所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在相对的前向缘和后向缘以及相对的前缘和后缘之间,其中所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向;并且其中所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向;并且其中所述第二轮叶角不同于所述第一轮叶角。

## 附图说明

- [0007] 可以通过参考以下结合附图的描述来最好地理解本发明,其中:
- [0008] 图1是燃气涡轮发动机的示意图;
- [0009] 图2是图1所示的燃气涡轮发动机的燃烧器的示意性半截面图;
- [0010] 图3是图2的燃烧器的一部分的放大图,显示了第一示例性旋流器组件;
- [0011] 图4是沿图3的线4-4截取的视图;
- [0012] 图5是图4的一部分的放大图;
- [0013] 图6是沿图3的线6-6截取的视图;
- [0014] 图7是适合与图2的燃烧器一起使用的第二示例性旋流器组件的截面图;
- [0015] 图8是沿图7的线8-8截取的视图;
- [0016] 图9是图8的一部分的放大图;和
- [0017] 图10是沿图7的线10-10截取的视图。

## 具体实施方式

[0018] 参考附图,其中同一参考数字遍及各种视图表示相同元件,图1是具有中心线或纵向轴线11并且包括风扇组件12、高压压缩机14和燃烧器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、低压涡轮20和增压器22。风扇组件12包括从转子盘26径向向外延伸的风扇叶片24的阵列。虽然所示的发动机10是涡轮风扇发动机,但是本文所述的原理适用于具有燃烧器的任何类型的发动机或机器。

[0019] 注意,如本文所用,术语“轴向”和“纵向”均指平行于中心线轴线11的方向,而“径向”是指垂直于轴向方向的方向,并且“切向”或“周向”是指与轴向方向和径向方向相互垂直的方向。如本文所用,术语“前向”或“前”是指在穿过部件或围绕部件的气流中相对上游的位置,而术语“后向”或“后”是指在穿过部件或围绕部件的气流中相对下游的位置。该流的方向由图1中的箭头“F”所示。这些方向性术语仅用于描述方便,并不要求由此描述的结构的具体方位。

[0020] 在操作中,空气流过增压器22并且压缩空气从增压器22被供应到高压压缩机14。高度压缩的空气被输送到燃烧器16,燃料在燃烧器16处被喷射并燃烧。来自燃烧器16的气流驱动涡轮18和20并通过喷嘴离开发动机10。高压涡轮18通过第一轴驱动高压压缩机14,以及低压涡轮20通过第二轴驱动风扇组件12和增压器22。

[0021] 图2是燃烧器16的截面图。相应地,燃烧器16包括环形外衬里40、环形内衬里42、和在外衬里40和内衬里42之间延伸的上游圆顶端或“圆顶”44。燃烧室46限定在外衬里40和内衬里42之间。外衬里40和内衬里42延伸到设置在燃烧器圆顶端44下游的涡轮喷嘴56。

[0022] 外衬里40和内衬里42分别包括外罩64和内罩66,外罩64和内罩66配合以限定开口68。

[0023] 在示例性实施例中,燃烧器圆顶端44包括以单环形构造布置的环形圆顶组件70。诸如双环形构造或三环形构造的其他构造是可能的。燃烧器圆顶组件70为燃烧器16的前向端72提供结构支撑,并且包括圆顶板或眼镜板74和偏转器-扩口锥部组件75的阵列。

[0024] 燃烧器16经由燃料喷射器80的阵列被供应燃料,燃料喷射器80的阵列连接到燃料源(未示出)并延伸通过燃烧器圆顶端44。更具体地,燃料喷射器80延伸通过圆顶组件70。

[0025] 旋流器组件90设置在每个燃料喷射器80和对应的偏转器-扩口锥部组件75之间。

[0026] 图3更详细地显示了代表性的旋流器组件90。旋流器组件90按从前向到后向的轴向顺序包括套圈92、支撑板94、文丘里管96和环形出口锥部98,它们都围绕旋流器中心线82对称设置。

[0027] 套圈92是大体管状的,具有与中心开口102连通的锥形入口扩口100。在一些实施例中,中心开口102可以由轴向延伸的吹扫槽104的阵列环绕。每一个燃料喷射器80(图2)可滑动地设置在对应的套圈92内,以适应轴向和径向热差移动。

[0028] 支撑板94是盘状结构,具有邻接套圈92的上游侧106和相对的下游侧108。中心开口110从其中穿过。

[0029] 文丘里管96包括大体上圆柱形的文丘里管本体112,在文丘里管本体112的前向端处具有一体形成的向外延伸的文丘里管凸缘114。

[0030] 文丘里管本体112包括内侧表面116和相对的大体上圆柱形的外侧表面120,内侧表面116的截面形状为凸形并且限定了最小流动面积的喉部118。

[0031] 文丘里管凸缘114包括上游表面122和相对的下游表面124。

[0032] 文丘里管凸缘114与支撑板94轴向间隔开,使得初级旋流器管道126被限定在支撑板94的下游侧108和文丘里管96的上游表面122之间。

[0033] 多个初级旋流轮叶128在初级旋流器管道126内围绕旋流器中心线82排列。每个初级旋流轮叶128包括相对侧。每个初级旋流轮叶128在支撑板94的下游侧108处的前向缘130和文丘里管凸缘96的上游表面122处的后向缘132之间轴向延伸。每个初级旋流轮叶128由在其外侧范围上的前缘134和在其内侧范围上的后缘136所界定。总体而言,初级旋流器管道126及其初级旋流轮叶128限定了“初级旋流器”138。初级旋流轮叶128的构造将在下文更详细地描述。

[0034] 出口锥部98包括大体上圆柱形的本体140,在本体140的前向端处具有一体形成的向外延伸的出口锥部凸缘142。本体140包括径向外表面144和径向面向内的流动表面146。本体140被定位在文丘里管本体112的外侧并且部分地包围文丘里管本体112。

[0035] 出口锥部流动表面146和文丘里管外侧表面120限定后向文丘里管管道148,用于将一部分空气引导通过其中并向下游引导。出口锥部98的本体140的下游端联接到对应的偏转器-扩口锥部组件75。

[0036] 出口锥部凸缘142包括上游表面150和相对的下游表面152。出口锥部凸缘142与文丘里管凸缘114轴向间隔开,使得次级旋流器管道154被限定在文丘里管凸缘114的下游表面124和出口锥部凸缘142的上游表面150之间。

[0037] 多个次级旋流轮叶156在次级旋流器管道154内围绕旋流器中心线82排列。每个次级旋流轮叶156包括相对侧。每个次级旋流轮叶156在文丘里管凸缘114的下游表面124处的前向缘158和出口锥部凸缘142的上游表面150处的后向缘160之间轴向延伸。每个次级旋流轮叶156由在其外侧范围上的前缘162和在其内侧范围上的后缘164所界定。总体而言,次级旋流器管道154及其次级旋流轮叶156限定了“次级旋流器”166。次级旋流轮叶156的构造将在下文更详细地描述。

[0038] 在操作期间,初级旋流轮叶128在第一方向上使空气旋流,并且次级旋流轮叶156在与第一方向相反的第二方向上使空气旋流。从燃料喷射器80排出的燃料被喷射到文丘里

管96中,并且与由初级旋流轮叶128所旋流的空气混合。燃料和空气的这种初始混合物从文丘里管96向后排出,并且与通过次级旋流轮叶156而被旋流的空气混合。燃料/空气混合物由于旋流轮叶128、156的离心效应而径向向外扩散,并且沿着扩口锥部-偏转器组件75以相对宽的排出喷射角流动。

[0039] 图4和5示出了初级旋流器138的初级旋流轮叶128。尤其参考图5,每个初级旋流轮叶128以在自旋流器中心线82起的径向方向“R”和初级旋流轮叶128的弧线之间测量到的“轮叶角”设置。在这种情况下,零度(0°)的轮叶角表示纯径向方向,其理论上不会赋予旋流。九十度(90°)的轮叶角表示轮叶在纯切向方向上延伸,其理论上会赋予最大切向速度分量(“旋流”)。应当理解,轮叶角是测量的绝对值,并且轮叶可以与径向方向R的任一侧成角度。换句话说,旋流器可以相对于旋流器中心线82产生顺时针旋流或逆时针旋流。实际上,轮叶角通常大于0°且小于90°。

[0040] 本发明的一个目的是优化由旋流器在流动管道的整个流动区域上生成的旋流流动,提供射流稳定性、受控的流动分布和/或改进的部件耐久性。为此,初级旋流轮叶128可以结合3-D航空构造,更具体地,3-D低旋流初级旋流轮叶128可以提供从初级旋流轮叶128的前向后缘到后向后缘的可变旋流分量。换句话说,轮叶角可以从前向缘130到后向缘132变化。最佳如图5所见,前向缘130以前向轮叶角A1设置,以及后向缘132以后向轮叶角A2设置。在所示的示例中,初级旋流轮叶128不包含弧度,因此,对于任何给定的截面,初级旋流轮叶128被显示为具有从前缘134到后缘136的恒定轮叶角。应当理解,对于本发明的目的所感兴趣的轮叶角大体上是在初级旋流轮叶128的内侧部分处、邻近后缘136、空气从初级旋流轮叶128排出之处的角度。进一步应当理解,旋流轮叶128可以结合非零弧度,因此,可以具有从前缘134到后缘136变化的轮叶角。

[0041] 在一个示例中,使前向轮叶角A1小于后向轮叶角A2会产生期望效果。该构造向初级旋流器管道126的前向部分/中心部分提供了低旋流径向流入或非旋流径向流入。这将具有使轮叶流与套圈吹扫射流分离并且显著地降低或消除射流不稳定性和动力学(dynamics)的技术效果。这也将具有使旋流器流场的前端与旋进涡核分离并且降低或消除相关的轴向流动动力学的技术效果。

[0042] 这种构造将进一步具有向初级旋流器管道126的后向部分/外部分提供高度旋流的流入,以防止流与文丘里管的前向半径分离,从而降低自燃风险的技术效果。

[0043] 从低轮叶角到高轮叶角的转变使得角速度轮廓的成形能够在初级旋流器管道中提供更受控的流动分布、更好的流动转向和降低的局部压力梯度,这可以降低燃烧动力学。

[0044] 该旋流轮叶构造还增加了跨越初级旋流轮叶的压降,这已被显示为通过减少与上游圆顶区域的连通和联接来降低动力学。

[0045] 结合该概念的各种特定构造是可能的。

[0046] 在一个示例中,后向轮叶角A2可以比前向轮叶角A1大大约30°到大约50°。

[0047] 在本文中使用时,诸如“大约”或“近似”的近似术语旨在涵盖所述数值以及可能例如由于制造变化或测量不确定性而出现的大于或小于所述值的值。如果没有另外明确说明,术语“大约”或“近似”包括所述值加上或减去所述值的10%。

[0048] 在一个示例中,前向轮叶角A1可以是大约0°到大约10°,并且后向轮叶角A2可以是大约40°到大约50°。

- [0049] 在一个示例中,前向轮叶角A1可以是大约 $10^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A2可以是大约 $40^{\circ}$ 。
- [0050] 在另一个示例中,前向轮叶角A1可以是大约 $0^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A2可以是大约 $50^{\circ}$ 。
- [0051] 在另一个示例中,使前向轮叶角A1大于后向轮叶角A2产生期望效果。
- [0052] 在另一个示例中,使前向轮叶角A1基本上等于后向轮叶角A2产生期望效果,其中两个轮叶角都明显小于现有技术中用于类似轮叶的轮叶角。
- [0053] 在一个示例中,前向轮叶角A1可以小于 $40^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A2可以小于 $40^{\circ}$ 。
- [0054] 在另一个示例中,前向轮叶角A1可以是大约 $10^{\circ}$ 到大约 $20^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A2可以是大约 $10^{\circ}$ 到大约 $20^{\circ}$ 。
- [0055] 图6示出了次级旋流器166的次级旋流轮叶156。每个次级旋流轮叶156以在自旋流器中心线82起的径向方向“R”和次级旋流轮叶156的弧线之间测量到的轮叶角A3设置。如上所限定的。在该示例中,次级旋流轮叶156具有恒定的轮叶角A3。
- [0056] 图7示出了替代的旋流器组件290。旋流器组件290在整体结构上与上述旋流器组件90类似。未明确描述的旋流器组件的元件可以被认为是与旋流器组件90的对应部件相同。
- [0057] 旋流器组件290包括套圈292、支撑板294、文丘里管296和环形出口锥部298,所有这些都关于旋流器中心线82对称设置。在一些实施例中,套圈292可以包括轴向延伸的吹扫槽304的阵列。
- [0058] 支撑板294具有上游侧306和相对的下游侧308。
- [0059] 文丘里管296包括分别具有相对的内侧和外侧面316、320的文丘里管本体312,以及分别具有上游和下游表面322、324的文丘里管凸缘314。
- [0060] 初级旋流器管道326被限定在支撑板294的下游侧308和文丘里管296的上游表面322之间。
- [0061] 多个初级旋流轮叶328在初级旋流器管道326内围绕旋流器中心线82排列。每个初级旋流轮叶328包括相对侧。每个初级旋流轮叶328在前向缘330和后向缘332之间轴向延伸。每个初级旋流轮叶328由在其外侧范围上的前缘334和在其内侧范围上的后缘336所界定。总体而言,初级旋流器管道326及其初级旋流轮叶328限定了“初级旋流器”338。初级旋流轮叶328的构造将在下文更详细地描述。
- [0062] 出口锥部298包括具有外表面344和相对的流动表面346的本体340,以及分别具有相对的上游和下游表面350、352的出口锥部凸缘342。出口锥部流动表面346和文丘里管外侧表面316限定后向文丘里管管道348。
- [0063] 次级旋流器管道354限定在文丘里管凸缘314的下游表面324和出口锥部凸缘342的上游表面350之间。
- [0064] 多个次级旋流轮叶356在次级旋流器管道354内围绕旋流器中心线排列。每个次级旋流轮叶356包括相对侧。每个次级旋流轮叶356在前向缘358和后向缘360之间轴向延伸。每个次级旋流轮叶356由在其外侧范围上的前缘362和在其内侧范围上的后缘364所界定。总体而言,次级旋流器管道354及其次级旋流轮叶356限定了“次级旋流器”366。次级旋流轮叶356的构造将在下文更详细地描述。
- [0065] 图8和9示出了次级旋流器366的次级旋流轮叶356。尤其参考图9,每个次级旋流轮叶356以如上所述测量到的“轮叶角”设置。

[0066] 次级旋流轮叶356可以结合3-D航空构造,更具体地,3-D次级旋流轮叶356可以提供从次级旋流轮叶356的前向后缘到后向后缘的可变旋流分量。换句话说,轮叶角可以从前向缘358到后向缘360变化。结合这个概念的各种特定构造是可能的。

[0067] 最佳如图9所见,前向缘358以前向轮叶角A4设置,并且后向缘360以后向轮叶角A5设置。

[0068] 在一个示例中,前向轮叶角A4可以是大约 $45^{\circ}$ 到大约 $75^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A5可以是大约 $45^{\circ}$ 到大约 $75^{\circ}$ 。

[0069] 在一个示例中,使前向轮叶角A4大于后向轮叶角A5会产生期望效果。该构造将具有以下技术效果:在内次级通道壁附近提供高旋流并增加剪力(shear),提供增强的混合,因此提供了较低的排放(较低的 $\text{NO}_x$ 、较低的CO、较低的HC),以及在外次级通道壁附近的低旋流,以减少衬里擦洗并提高衬里耐久性。还允许定制的外次级旋流略微超过扩口锥部膨胀角,因此不会分离以提高扩口锥部耐久性。

[0070] 在一个示例中,前向轮叶角A4大于后向轮叶角A5,并且前向轮叶角A4和后向轮叶角A5之间的差可以是大约 $10^{\circ}$ 到大约 $30^{\circ}$ 。

[0071] 在一个示例中,前向轮叶角A4可以是大约 $75^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A5可以是大约 $45^{\circ}$ 。

[0072] 在一个示例中,前向轮叶角A4可以是大约 $65^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A5可以是大约 $55^{\circ}$ 。

[0073] 替代地,可以使前向轮叶角A4小于后向轮叶角A5来产生期望效果。

[0074] 在一个示例中,前向轮叶角A4小于后向轮叶角A5,并且前向轮叶角A4和后向轮叶角A5之间的差可以是大约 $10^{\circ}$ 到大约 $30^{\circ}$ 。

[0075] 在一个示例中,前向轮叶角A4可以是大约 $55^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A5可以是大约 $65^{\circ}$ 。

[0076] 在一个示例中,前向轮叶角A4可以是大约 $45^{\circ}$ ,并且后向轮叶角A5可以是大约 $75^{\circ}$ 。

[0077] 图10示出了初级旋流器338的初级旋流轮叶328。每个初级旋流轮叶328以在自旋流器中心线82起的径向方向“R”和初级旋流轮叶328的弧线之间测量到的轮叶角设置,如上所限定的。在该示例中,初级旋流轮叶328具有恒定的轮叶角A6。

[0078] 上面已经描述了旋流器组件的示例性实施例,其中初级旋流器或次级旋流器中任一个包括体现变化的轮叶角的3-D航空旋流轮叶。这些概念可以单独使用或组合使用。例如,旋流器组件(未示出)可以在与以上图7-9所示的实施例的次级旋流器366相同的旋流器组件中,使用以上图3-6中所示的实施例的初级旋流器338来构造。

[0079] 前面已经描述了用于燃烧器的旋流器组件。在本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的所有特征,和/或如此公开的任何方法或处理的所有步骤,除了其中至少一些这种特征和/或步骤是互斥的组合以外,可以以任何组合来组合。

[0080] 本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的每个特征都可以用满足相同、等效或类似目的的替代特征来代替,除非另有明确说明。因此,除非另有明确说明,否则所公开的每个特征仅是等效或类似特征的通用系列的一个示例。

[0081] 本发明不限于前述实施例的细节。本发明延伸到本说明书(包括任何所附权利要求、摘要和附图)中公开的任何一个新颖特征或特征的任何新颖组合,或延伸到如此公开的任何方法或过程的任何一个新颖步骤或步骤的任何新颖组合。

[0082] 本发明的进一步的方面由以下编号的条款的主题提供:

[0083] 1.一种用于燃烧器的旋流器设备,包括:初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流

器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶;并且所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在相对的前向缘和后向缘以及相对的前缘和后缘之间;其中所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向;其中所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向;并且其中所述第二轮叶角不同于所述第一轮叶角。

[0084] 2. 根据前述条款中任一项所述的设备,进一步包括设置在所述初级旋流器上游的套圈。

[0085] 3. 根据前述条款中任一项所述的设备,其中所述套圈包括与所述初级旋流器流体连通的多个吹扫槽。

[0086] 4. 根据前述条款中任一项所述的设备,进一步包括设置在所述初级旋流器下游的文丘里管本体。

[0087] 5. 根据前述条款中任一项所述的设备,进一步包括设置在所述次级旋流器下游的扩口锥部。

[0088] 6. 根据前述条款中任一项所述的设备,其中所述第一轮叶角为大约45度到大约75度;并且所述第二轮叶角为大约45度到大约75度。

[0089] 7. 根据前述条款中任一项所述的设备,其中所述第一轮叶角为大约55度到大约65度;并且所述第二轮叶角为大约55度到大约65度。

[0090] 8. 根据前述条款中任一项所述的设备,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角大大约10度到大约30度。

[0091] 9. 根据前述条款中任一项所述的设备,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角小大约10度到大约30度。

[0092] 10. 根据前述条款中任一项所述的设备,进一步包括设置在所述初级旋流器上游的套圈,所述套圈没有吹扫槽。

[0093] 11. 一种用于燃气涡轮发动机的燃烧器,包括:环形内衬里;

[0094] 与所述内衬里间隔开的环形外衬里;圆顶端,所述圆顶端设置在所述内衬里和所述外衬里的上游端,所述圆顶端包括环形圆顶;所述圆顶包括旋流器组件的环形阵列,每个旋流器组件具有初级旋流器和次级旋流器,所述初级旋流器和所述次级旋流器沿着旋流器中心线彼此轴向相邻设置;所述初级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个初级旋流轮叶;所述次级旋流器包括围绕所述旋流器中心线排列的多个次级旋流轮叶,每个次级旋流轮叶包括相对侧,所述相对侧被界定在相对的前向缘和后向缘以及相对的前缘和后缘之间,其中所述前向缘相对于径向方向以第一轮叶角定向;并且其中所述后向缘相对于所述径向方向以第二轮叶角定向;并且其中所述第二轮叶角不同于所述第一轮叶角。

[0095] 12. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,进一步包括设置在所述初级旋流器上游的套圈。

[0096] 13. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,其中所述套圈包括与所述初级旋流器流体连通的多个吹扫槽。

[0097] 14. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,进一步包括设置在所述初级旋流器下游的文丘里管本体。

[0098] 15. 根据前述条款中任一项所述的设备,进一步包括设置在所述次级旋流器下游的扩口锥部。

[0099] 16. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,其中所述第一轮叶角为大约45度到大约75度;并且所述第二轮叶角为大约45度到大约75度。

[0100] 17. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,其中所述第一轮叶角为大约55度到大约65度;并且所述第二轮叶角为大约55度到大约65度。

[0101] 18. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,进一步包括设置在所述初级旋流器上游的套圈,所述套圈没有吹扫槽。

[0102] 19. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角大大约10度到大约30度。

[0103] 20. 根据前述条款中任一项所述的燃烧器,其中所述第二轮叶角比所述第一轮叶角小大约10度到大约30度。

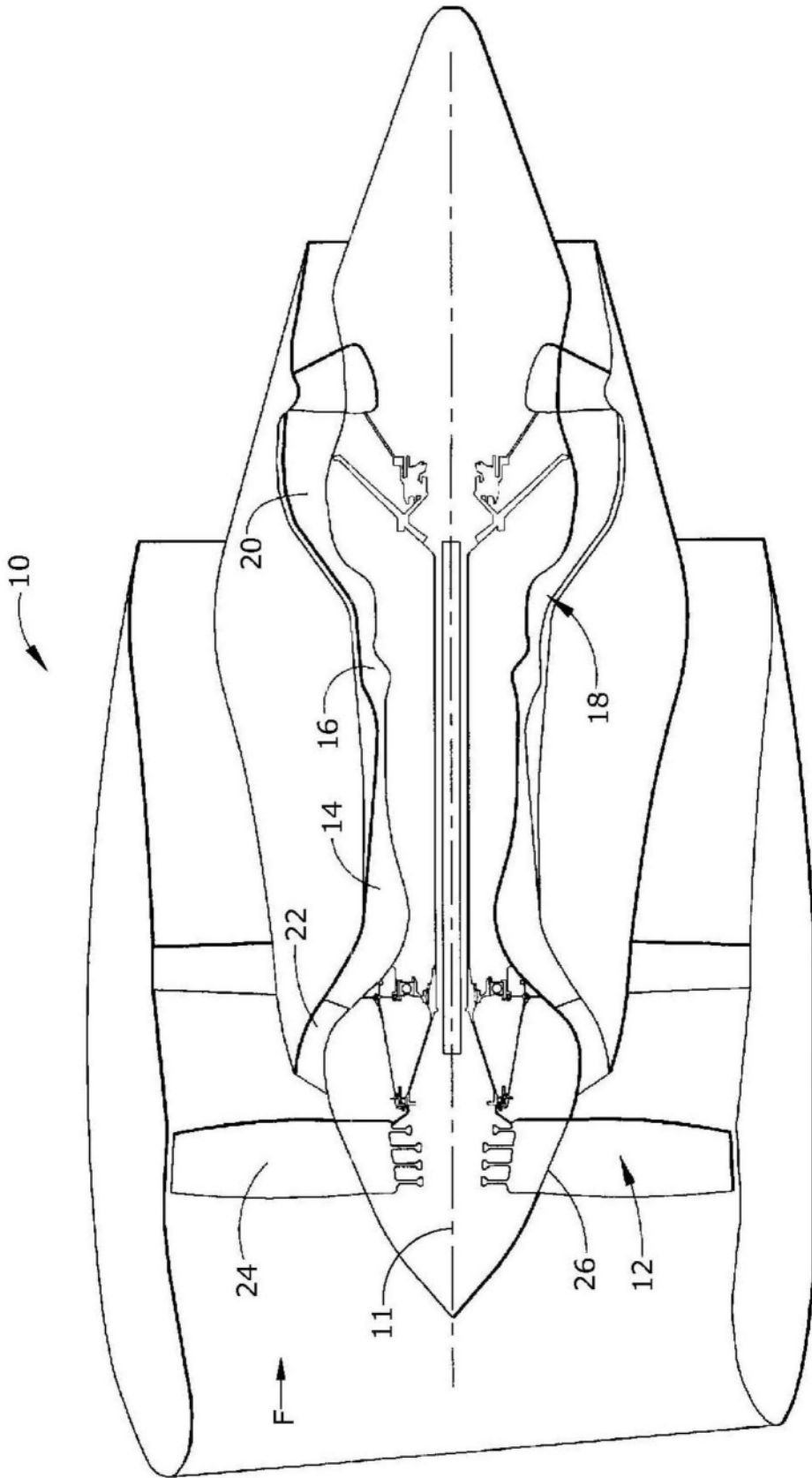


图1

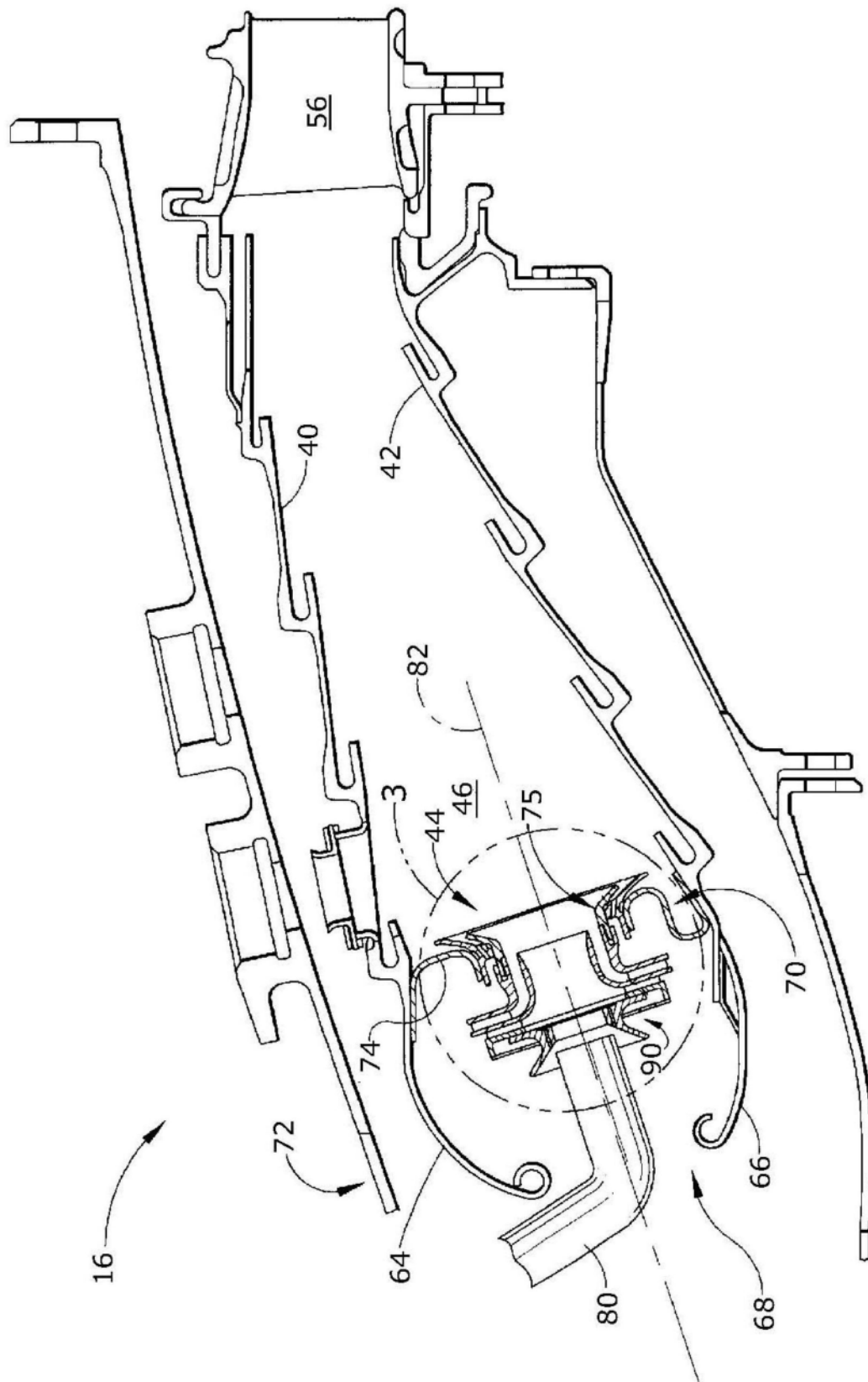


图2

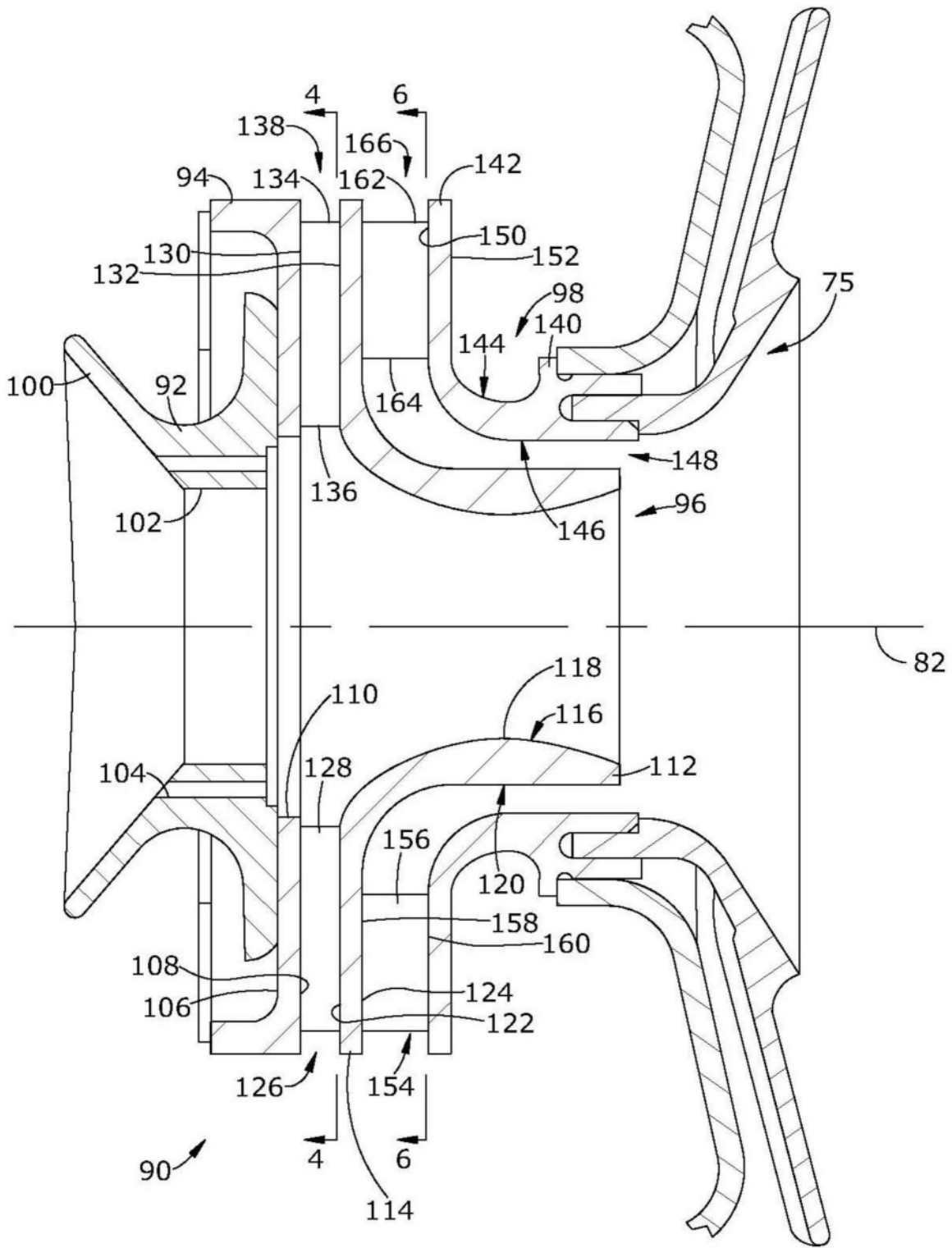


图3

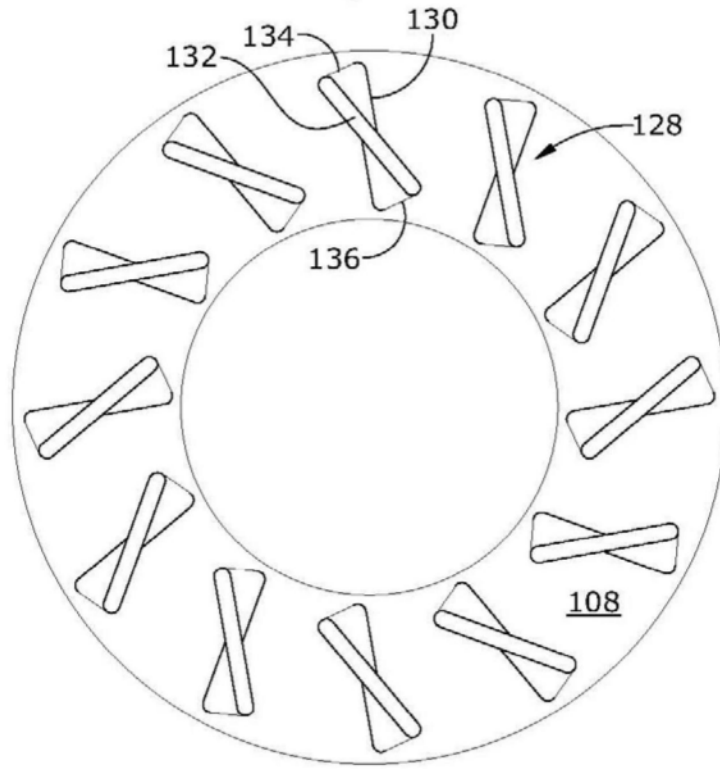


图4

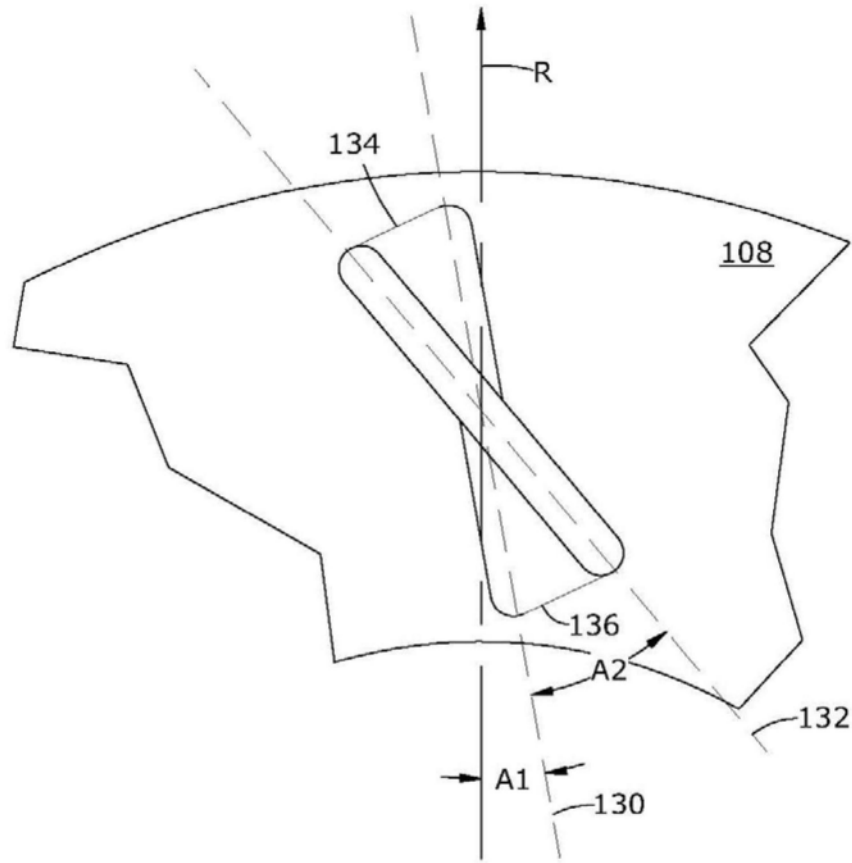


图5

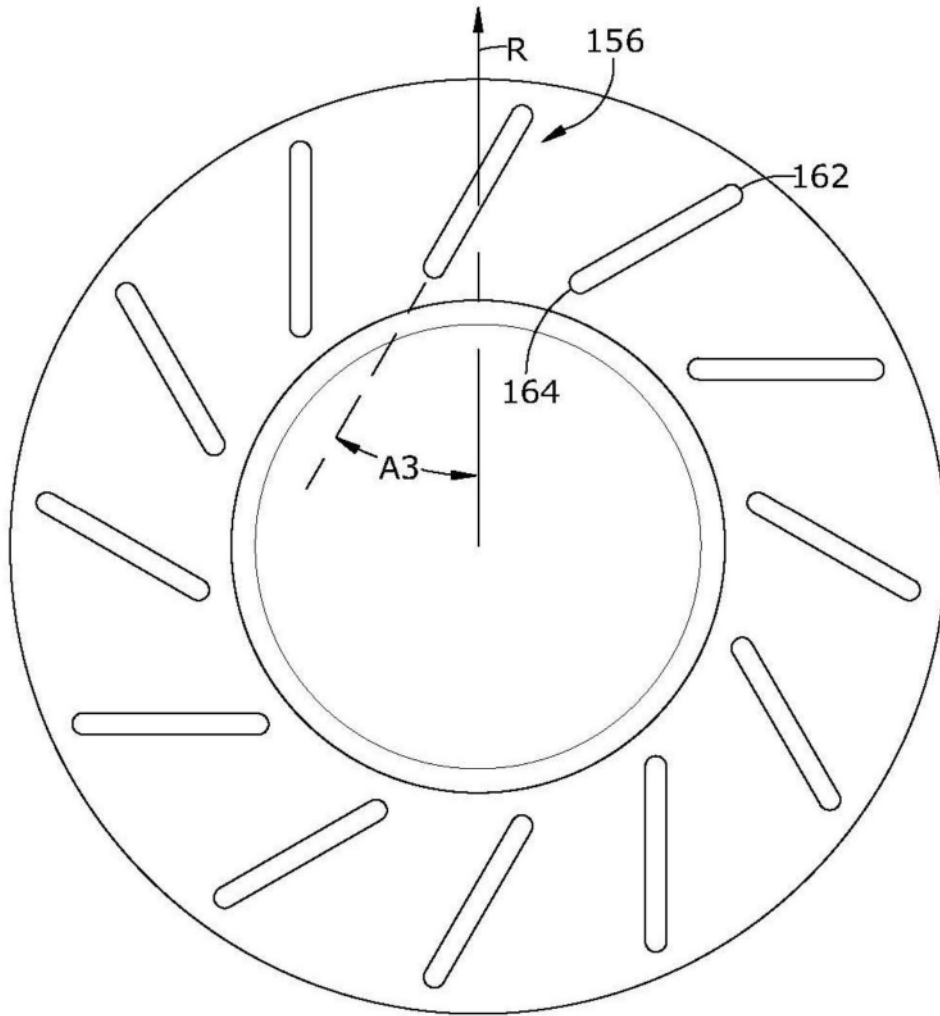


图6

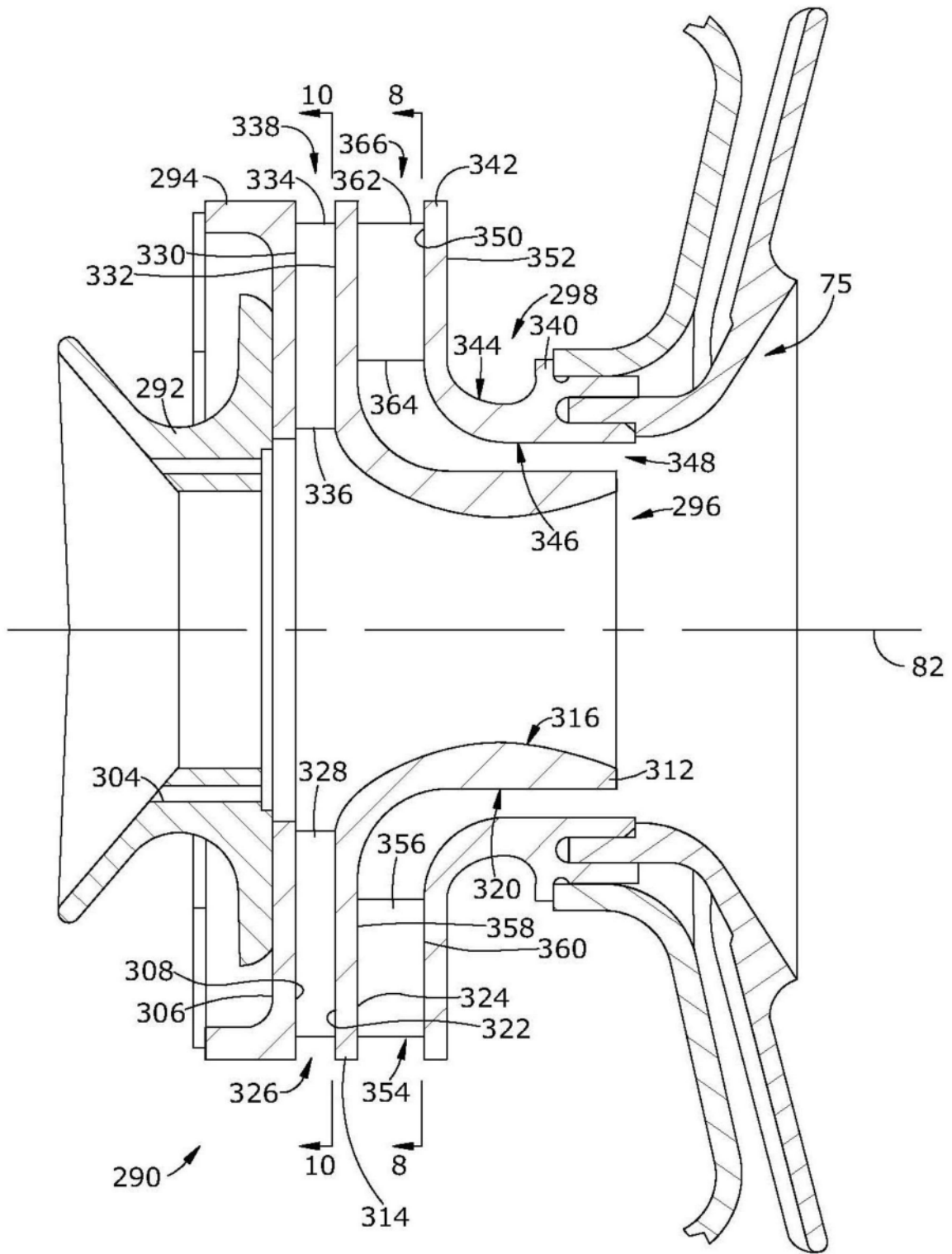


图7

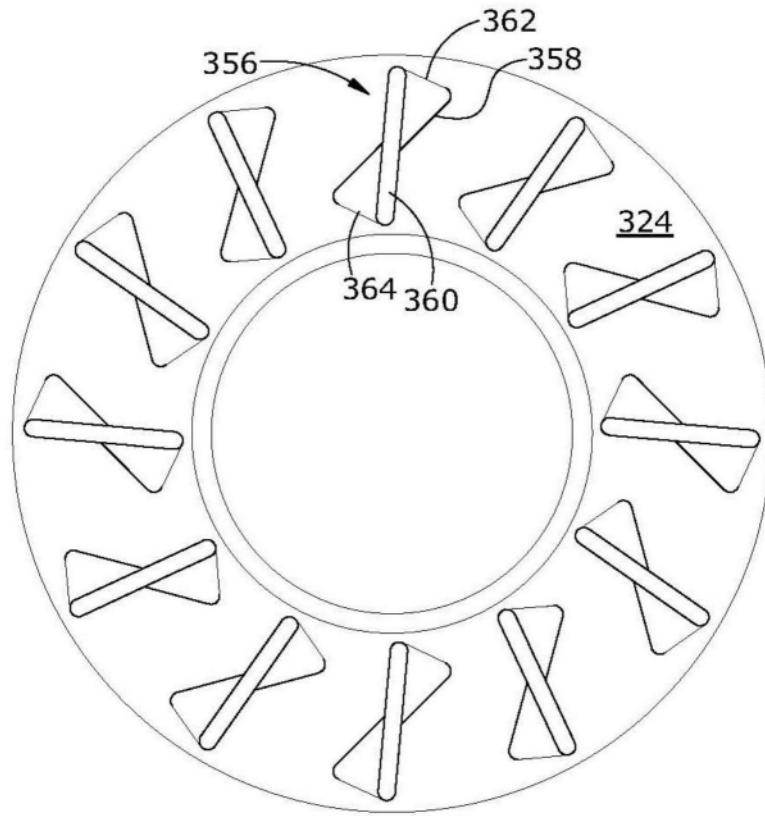


图8

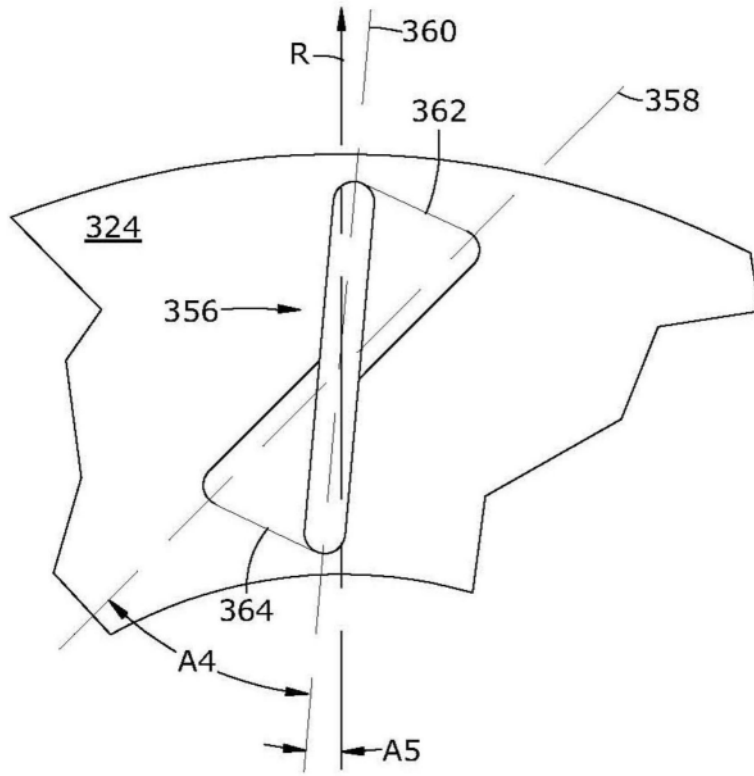


图9

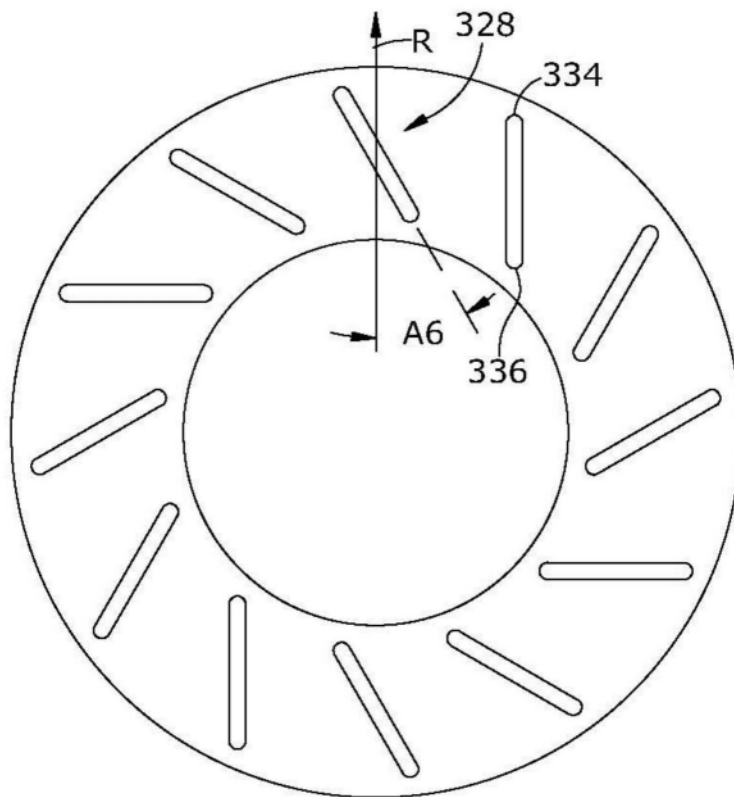


图10