



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106968717 B

(45)授权公告日 2020.09.01

(21)申请号 201611095175.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.12.02

F01D 5/08(2006.01)

F01D 5/06(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106968717 A

审查员 曹昕慧

(43)申请公布日 2017.07.21

(30)优先权数据

P.415045 2015.12.03 PL

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 S.尼利 S.Q.埃尔里德 R.C.杨

M.普拉内基

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

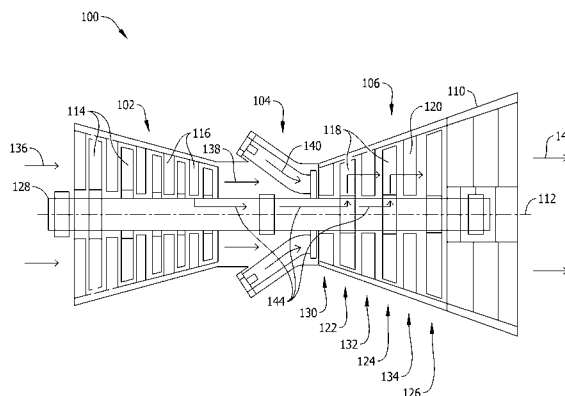
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

涡轮盘和其制造方法

(57)摘要

提供具有半径和周长的涡轮盘(202)。涡轮盘包括中心孔口(402)和多个冷却通路(316, 414),多个冷却通路(316,414)围绕中心孔口沿周向间隔开,使得冷却通路与中心孔口处于流连通。各个冷却通路具有径向内端(424)、径向外端(426)和纵长轴线(422),纵长轴线(422)在径向内端和径向外端之间弯曲。



1. 一种具有半径和周长的涡轮盘,所述涡轮盘包括:

中心孔口;

多个冷却通路,其围绕所述中心孔口沿周向间隔开,使得所述多个冷却通路与所述中心孔口处于流连通,其中所述多个冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲;以及

台肩,其围绕所述中心孔口沿周向延伸且通过所述多个冷却通路,所述台肩包括各自限定在所述多个冷却通路中的相邻的冷却通路之间的多个第一台肩节段和各自限定在所述多个冷却通路中的各个内的多个第二台肩节段,其中,所述多个第一台肩节段和所述多个第二台肩节段各自从所述涡轮盘延伸,且其中,所述多个第一台肩节段相对于所述多个第二台肩节段沿轴向移位。

2. 根据权利要求1所述的涡轮盘,其特征在于,所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

3. 根据权利要求1所述的涡轮盘,其特征在于,进一步包括气室节段,其围绕所述中心孔口沿周向延伸。

4. 根据权利要求1所述的涡轮盘,其特征在于,所述涡轮盘为间隔件盘。

5. 根据权利要求1所述的涡轮盘,其特征在于,所述多个冷却通路中的各个具有边缘,其包括延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

6. 根据权利要求1所述的涡轮盘,其特征在于,所述多个冷却通路中的各个沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

7. 一种制造具有半径和周长的涡轮盘的方法,所述方法包括:

在涡轮盘中形成中心孔口;

在所述涡轮盘中形成多个冷却通路,使得所述多个冷却通路围绕所述中心孔口沿周向间隔开,与所述中心孔口处于流连通,其中所述多个冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲;以及

形成台肩,所述台肩围绕所述中心孔口沿周向延伸且通过所述多个冷却通路,所述台肩包括各自限定在所述多个冷却通路中的相邻的冷却通路之间的多个第一台肩节段和各自限定在所述多个冷却通路中的各个内的多个第二台肩节段,其中,所述多个第一台肩节段和所述多个第二台肩节段各自从所述涡轮盘延伸,且其中,所述多个第一台肩节段相对于所述多个第二台肩节段沿轴向移位。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括形成所述多个冷却通路中的各个,使得所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

9. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括在所述涡轮盘中形成气室节段,使得所述气室节段围绕所述中心孔口沿周向延伸。

10. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括将所述涡轮盘形成为间隔件盘。

11. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括使所述多个冷却通路中的各个成为具有边缘,其具有延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

12. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,进一步包括使所述多个冷却通路中的各个成为沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

13. 一种燃气涡轮组件,包括:

转子盘;以及

间隔件盘,其联接到所述转子盘上,其中所述间隔件盘具有半径和周长,所述间隔件盘包括:

中心孔口;

多个冷却通路,其围绕所述中心孔口沿周向间隔开,使得所述多个冷却通路与所述中心孔口处于流连通,其中所述多个冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲;以及

台肩,其围绕所述中心孔口沿周向延伸且通过所述多个冷却通路,所述台肩包括各自限定在所述多个冷却通路中的相邻的冷却通路之间的多个第一台肩节段和各自限定在所述多个冷却通路中的各个内的多个第二台肩节段,其中,所述多个第一台肩节段和所述多个第二台肩节段各自从所述间隔件盘延伸,且其中,所述多个第一台肩节段相对于所述多个第二台肩节段沿轴向移位。

14. 根据权利要求13所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

15. 根据权利要求13所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述间隔件盘进一步包括气室节段,其围绕所述中心孔口沿周向延伸。

16. 根据权利要求13所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述多个冷却通路中的各个具有边缘,其包括延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

17. 根据权利要求13所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述多个冷却通路中的各个沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

## 涡轮盘和其制造方法

### 技术领域

[0001] 本公开的领域大体涉及燃气涡轮组件,并且更具体而言,涉及涡轮盘和其制造方法。

### 背景技术

[0002] 许多已知燃气涡轮组件包括压缩机、燃烧器和涡轮。气体(例如,空气)流入压缩机且被压缩。压缩气体流然后排出到燃烧器中,与燃料混合,且被点燃而产生燃烧气体。燃烧气体流被从燃烧器引导通过涡轮。

[0003] 至少一些已知涡轮包括多个转子叶片,它们被燃烧气体流驱动,使得转子叶片经历较高温运行状况。普遍的是通过引导冷却气体通过转子叶片且然后将冷却气体流喷射到燃烧气体流中来冷却转子叶片。但是,可为困难的是在冷却气体流不被充分加压的情况下将冷却气体流喷射到燃烧气体流中。

### 发明内容

[0004] 在一方面,提供具有半径和周长的涡轮盘。涡轮盘包括中心孔口和多个冷却通路,多个冷却通路围绕中心孔口沿周向间隔开,使得冷却通路与中心孔口处于流连通。各个冷却通路具有径向内端、径向外端和纵长轴线,纵长轴线在径向内端和径向外端之间弯曲。

[0005] 在另一方面,提供制造具有半径和周长的涡轮盘的方法。方法包括在涡轮盘中形成中心孔口,以及在涡轮盘中形成多个冷却通路,使得冷却通路围绕中心孔口沿周向间隔开,与中心孔口处于流连通。各个冷却通路具有径向内端、径向外端和纵长轴线,纵长轴线在径向内端和径向外端之间弯曲。

[0006] 在另一方面,提供燃气涡轮组件。燃气涡轮组件包括转子盘和联接到转子盘上的间隔件盘。间隔件盘具有半径和周长,并且间隔件盘包括中心孔口和多个冷却通路,多个冷却通路围绕中心孔口沿周向间隔开,使得冷却通路与中心孔口处于流连通。各个冷却通路具有径向内端、径向外端和纵长轴线,纵长轴线在径向内端和径向外端之间弯曲。

[0007] 技术方案1. 一种具有半径和周长的涡轮盘,所述涡轮盘包括:

[0008] 中心孔口;以及

[0009] 多个冷却通路,其围绕所述中心孔口沿周向间隔开,使得所述冷却通路与所述中心孔口处于流连通,其中所述冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲。

[0010] 技术方案2. 根据技术方案1所述的涡轮盘,其特征在于,所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

[0011] 技术方案3. 根据技术方案1所述的涡轮盘,其特征在于,进一步包括气室节段,其围绕所述中心孔口沿周向延伸。

[0012] 技术方案4. 根据技术方案1所述的涡轮盘,其特征在于,所述涡轮盘为间隔件盘。

[0013] 技术方案5. 根据技术方案1所述的涡轮盘,其特征在于,进一步包括台肩,其围绕

所述中心孔口沿周向延伸通过所述冷却通路。

[0014] 技术方案6. 根据技术方案5所述的涡轮盘,其特征在于,所述冷却通路中的各个具有边缘,其包括延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

[0015] 技术方案7. 根据技术方案1所述的涡轮盘,其特征在于,所述冷却通路中的各个沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

[0016] 技术方案8. 一种制造具有半径和周长的涡轮盘的方法,所述方法包括:

[0017] 在涡轮盘中形成中心孔口;以及

[0018] 在所述涡轮盘中形成多个冷却通路,使得所述冷却通路围绕所述中心孔口沿周向间隔开,与所述中心孔口处于流连通,其中所述冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲。

[0019] 技术方案9. 根据技术方案8所述的方法,其特征在于,进一步包括形成所述冷却通路中的各个,使得所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

[0020] 技术方案10. 根据技术方案8所述的方法,其特征在于,进一步包括在所述涡轮盘中形成气室节段,使得所述气室节段围绕所述中心孔口沿周向延伸。

[0021] 技术方案11. 根据技术方案8所述的方法,其特征在于,进一步包括将所述涡轮盘形成为间隔件盘。

[0022] 技术方案12. 根据技术方案8所述的方法,其特征在于,进一步包括在所述涡轮盘中形成台肩,使得所述台肩围绕所述中心孔口沿周向延伸通过所述冷却通路。

[0023] 技术方案13. 根据技术方案12所述的方法,其特征在于,进一步包括使所述冷却通路中的各个形成为具有边缘,其具有延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

[0024] 技术方案14. 根据技术方案8所述的方法,其特征在于,进一步包括使所述冷却通路中的各个形成为沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

[0025] 技术方案15. 一种燃气涡轮组件,包括:

[0026] 转子盘;以及

[0027] 间隔件盘,其联接到所述转子盘上,其中所述间隔件盘具有半径和周长,所述间隔件盘包括:

[0028] 中心孔口;以及

[0029] 多个冷却通路,其围绕所述中心孔口沿周向间隔开,使得所述冷却通路与所述中心孔口处于流连通,其中所述冷却通路中的各个具有径向内端、径向外端和纵长轴线,所述纵长轴线在所述径向内端和所述径向外端之间弯曲。

[0030] 技术方案16. 根据技术方案15所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述纵长轴线定向成在所述径向内端处基本切向于所述中心孔口。

[0031] 技术方案17. 根据技术方案15所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述间隔件盘进一步包括气室节段,其围绕所述中心孔口沿周向延伸。

[0032] 技术方案18. 根据技术方案15所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述间隔件盘进一步包括台肩,其围绕所述中心孔口沿周向延伸通过所述冷却通路。

[0033] 技术方案19. 根据技术方案18所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述冷却通路中的各个具有边缘,其包括延伸跨越所述台肩的基本笔直节段。

[0034] 技术方案20. 根据技术方案15所述的燃气涡轮组件,其特征在于,所述冷却通路

中的各个沿着所述纵长轴线从所述径向内端到所述径向外端具有基本均匀宽度。

### 附图说明

- [0035] 图1为示例性燃气涡轮组件的示意图；
- [0036] 图2为用于图1中显示的燃气涡轮组件中的示例性转子轴的涡轮节段的示意图；
- [0037] 图3为用于图2中显示的涡轮节段转子轴中的示例性涡轮盘组件的局部横截面透视图；
- [0038] 图4为图3中显示的涡轮盘组件的局部横截面图；
- [0039] 图5为用于图3中显示的涡轮盘组件中的示例性间隔件盘的侧视图；
- [0040] 图6为图5中显示的间隔件盘的放大透视图；以及
- [0041] 图7为图5中显示的间隔件盘的侧视图的放大部分。
- [0042] 部件列表：
- [0043] 100燃气涡轮组件
- [0044] 102压缩机
- [0045] 104燃烧器
- [0046] 106涡轮
- [0047] 110壳
- [0048] 112中心线轴线
- [0049] 114压缩机转子叶片
- [0050] 116压缩机定子导叶
- [0051] 118涡轮转子叶片
- [0052] 120涡轮定子导叶
- [0053] 122压缩机的第一转子级
- [0054] 124压缩机的第二转子级
- [0055] 126压缩机的第三转子级
- [0056] 128转子轴
- [0057] 130涡轮的第一定子级
- [0058] 132涡轮的第二定子级
- [0059] 134涡轮的第三定子级
- [0060] 136工作气体流
- [0061] 138压缩气体流
- [0062] 140燃烧气体流
- [0063] 142排气流
- [0064] 144冷却气体流
- [0065] 200转子轴的涡轮节段
- [0066] 202涡轮盘
- [0067] 204螺栓
- [0068] 206第一间隔件盘
- [0069] 208第一转子盘

- [0070] 210第二间隔件盘
- [0071] 212第二转子盘
- [0072] 214第三间隔件盘
- [0073] 216第三转子盘
- [0074] 218中心管道
- [0075] 220冷却孔
- [0076] 300涡轮盘组件
- [0077] 302转子盘
- [0078] 304间隔件盘
- [0079] 306中心管道节段
- [0080] 308转子盘的螺栓孔
- [0081] 310间隔件盘的螺栓孔
- [0082] 312径向内气室
- [0083] 314径向外气室
- [0084] 316冷却通路
- [0085] 318凸缘
- [0086] 320台肩节段
- [0087] 322台肩
- [0088] 400间隔件盘
- [0089] 402中心孔口
- [0090] 404中心
- [0091] 406径向参数
- [0092] 408周向参数
- [0093] 410径向内气室节段
- [0094] 412径向外气室节段
- [0095] 414冷却通路
- [0096] 416台肩
- [0097] 418高台肩节段
- [0098] 420低台肩节段
- [0099] 422冷却通路的纵长轴线
- [0100] 424冷却通路的径向内端
- [0101] 426冷却通路的径向外端
- [0102] 428参照点
- [0103] 430冷却通路的宽度
- [0104] 432冷却通路的内边缘
- [0105] 434冷却通路的外边缘
- [0106] 436弯曲部节段
- [0107] 440第一弯曲部节段
- [0108] 442第一半径

- [0109] 446第二弯曲部节段
- [0110] 448第二半径
- [0111] 460基本笔直节段
- [0112] 464对称轴线。

### 具体实施方式

[0113] 以下详细描述以示例而非限制的方式示出涡轮盘和其制造方法。描述应当使得本领域普通技术人员能够制造和使用涡轮盘,并且该描述描述了涡轮盘的若干实施例,包括当前所相信的制造和使用涡轮盘的最佳模式。示例性涡轮盘在本文描述为联接在燃气涡轮组件内。但是,设想到涡轮盘可一般地适用于燃气涡轮组件以外的多个领域中的广范系统。

[0114] 图1示出示例性燃气涡轮组件100。在示例性实施例中,燃气涡轮组件100具有压缩机102、燃烧器104和涡轮106,它们联接成在壳110内彼此处于流连通且沿着中心线轴线112间隔开。压缩机102包括多个转子叶片114和多个定子导叶116,并且涡轮106同样包括多个转子叶片118和多个定子导叶120。注意,涡轮转子叶片118(或轮叶)分组成多个环形的沿轴向间隔开的级(例如,第一转子级122、第二转子级124和第三转子级126),其可在沿轴向对齐的转子轴128上旋转,转子轴128可旋转地联接到压缩机102的转子叶片114上。类似地,定子导叶120(或喷嘴)分组成多个环形的沿轴向间隔开的级(例如,第一定子级130、第二定子级132和第三定子级134),其与转子级122,124和126沿轴向交替。因而,第一转子级122在第一和第二定子级130和132之间沿轴向间隔开,第二转子级124在第二和第三定子级132和134之间沿轴向间隔开,而第三转子级126在第三定子级134的下游间隔开。注意,在示例性实施例中,转子轴128由多个沿轴向联接的轴和盘构成,但是在其它实施例中,转子轴128可为单个整体部件。此外,虽然涡轮106在本文描述为具有3个转子级和3个定子级,但是设想到,涡轮106(和/或压缩机102)可具有有利于使得燃气涡轮组件100能够如本文描述的那样起作用的任何适当的数量的转子级和定子级。

[0115] 在运行中,工作气体流136(例如,周围空气)进入压缩机102且被压缩且被引导到燃烧器104。得到的压缩气体流138在燃烧器104中与燃料混合且被点燃,以产生燃烧气体流140,燃烧气体流140被引导到涡轮106中。以沿轴向顺序方式,燃烧气体流140被引导通过第一定子级130、第一转子级122、第二定子级132、第二转子级124、第三定子级134和第三转子级126。燃烧气体流140然后从涡轮106作为排气流142而排出。

[0116] 随着燃烧气体流140被引导通过涡轮106,燃烧气体流140与转子叶片118相互作用,以驱动转子轴128,转子轴128又驱动压缩机102的转子叶片114。因而,转子叶片118经历较高温运行状况,并且合乎需要的是在燃气涡轮组件100的运行期间冷却转子叶片118。为了有利于冷却转子叶片118,压缩气体流138的一部分(即,冷却气体流144)通过转子轴128被引导到转子叶片118中,且后续喷射到涡轮106中的燃烧气体流140中,从而使得冷却气体流144能够绕过燃烧器104。

[0117] 图2为用于转子轴128中的示例性涡轮节段200的示意图。在示例性实施例中,涡轮节段200包括沿着轴线112通过多个螺栓204联接在一起的多个涡轮盘202,即沿轴向连续顺序面对面地布置的第一间隔件盘206、第一转子盘208、第二间隔件盘210、第二转子盘212、第三间隔件盘214和第三转子盘216。如本文使用,用语“涡轮盘”表示与涡轮区段(例如,涡轮

轮106)而非压缩机区段(例如,非压缩机102)沿轴向对齐的转子轴节段的盘。

[0118] 在示例性实施例中,第一间隔件盘206与第一定子级130的定子导叶120沿轴向对齐且沿径向间隔开,使得第一间隔件盘206相对于第一定子级130的定子导叶120旋转。第一转子盘208与第一转子级122的转子叶片118沿轴向对齐且沿径向联接到第一转子级122的转子叶片118上,使得第一转子盘208与第一转子级122的转子叶片118一起旋转。第二间隔件盘210与第二定子级132的定子导叶120沿轴向对齐且沿径向间隔开,使得第二间隔件盘210相对于第二定子级132的定子导叶120旋转。第二转子盘212与第二转子级124的转子叶片118沿轴向对齐且沿径向联接到第二转子级124的转子叶片118上,使得第二转子盘212与第二转子级124的转子叶片118一起旋转。第三间隔件盘214与第三定子级134的定子导叶120沿轴向对齐且沿径向间隔开,使得第三间隔件盘214相对于第三定子级134的定子导叶120旋转。第三转子盘216与第三转子级126的转子叶片118沿轴向对齐且沿径向联接到第三转子级126的转子叶片118上,使得第三转子盘216与第三转子级126的转子叶片118一起旋转。在其它实施例中,转子轴128的涡轮节段200可具有以有利于使得涡轮转子叶片118能够以本文描述的方式冷却的任何适当的方式布置的任何适当的数量的间隔件盘和/或转子盘。

[0119] 如上面所阐述,冷却气体流144通过转子轴128被引导到转子叶片118中且后续喷射到涡轮106中的燃烧气体流140中。更具体而言,在示例性实施例中,冷却气体流144沿轴向沿着转子轴128的中心管道218被引导,然后在涡轮节段200的相邻的盘202之间被沿径向向外引导,且引导到转子叶片118中,以通过形成在转子叶片118中的冷却孔220喷射到燃烧气体流140中。由于在燃气涡轮组件100的一些运行循环中通过涡轮106的燃烧气体流140增加压力的需要,合乎需要的是确保冷却气体流144的压力至少与涡轮106中的燃烧气体流140的压力相同,以有利于确保冷却气体流144可喷射到燃烧气体流140中。因而,由于冷却气体流144在从压缩机102沿着转子轴128(例如,沿着中心管道218)过渡到转子叶片118时往往经历压降,所以合乎需要的是提高冷却气体流144的压力,以便有利于引导冷却气体流144进入转子叶片118。

[0120] 图3为用于涡轮节段200中的示例性涡轮盘组件300的局部横截面透视图,而图4为涡轮盘组件300的局部横截面图。在示例性实施例中,涡轮盘组件300包括转子盘302和相邻间隔件盘304,其沿轴向联接在一起,面对面地接触,以限定中心管道218的节段306。更具体而言,转子盘302具有多个螺栓孔308,其与间隔件盘304的多个对应的螺栓孔310对齐以接收螺栓204,从而将转子盘302和间隔件盘304联接在一起,以在燃气涡轮组件100运行期间围绕轴线112共同旋转。在其它实施例中,涡轮盘组件300可具有以有利于使得涡轮盘组件300能够如本文描述的那样起作用的任何适当的方式对接的任何适当的数量的盘。

[0121] 在示例性实施例中,转子盘302和间隔件盘304共同限定径向内气室312和径向外气室314,两者围绕中心管道节段306沿周向延伸。多个冷却通路316形成在间隔件盘304中,且冷却通路316从径向内气室312延伸到径向外气室314,使得径向内气室312和径向外气室314穿过冷却通路316彼此处于流连通。在其它实施例中,转子盘302和间隔件盘304可限定任何适当的数量的气室(例如,转子盘302和间隔件盘304可限定径向外气室314而非径向内气室312,并且反之亦然;或者,转子盘302和间隔件盘304可不限定任何气室)。

[0122] 在示例性实施例中,转子盘302具有周向凸缘318,其承座在间隔件盘304的周向台

肩322的间隔开的节段320上,以有利于在燃气涡轮组件100运行期间使转子盘302和间隔件盘304围绕轴线112保持基本同心,如下面更详细阐述的那样。备选地,转子盘302和间隔件盘304可以有利于使得涡轮盘组件300能够如本文描述的那样起作用的任何适当的方式沿径向彼此接合。

[0123] 图5-7为用于涡轮盘组件300中的示例性间隔件盘400的多个视图。在示例性实施例中,间隔件盘400具有中心孔口402,燃气涡轮组件100的轴线112延伸通过中心孔口402的中心404,使得中心孔口402限定中心管道节段306的一部分且因此限定中心管道218。示例性间隔件盘400具有从中心404测量的径向参数406和围绕中心404测量的周向参数408。如本文使用,用语“半径”(或其任何变型)表示任何适当的形状的横向参数而不限于圆形的横向参数。类似地,如本文使用,用语“周长”(或其任何变型)表示任何适当的形状的外围参数而不限于圆形形状的外围参数。

[0124] 在示例性实施例中,间隔件盘400具有径向内气室节段410、径向外气室节段412和多个冷却通路414,多个冷却通路414跨越周向台肩416从径向内气室节段410延伸到径向外气室节段412。因而,台肩416延伸通过冷却通路414,使得台肩416具有高台肩节段418(各自限定在相邻的冷却通路414之间)和低台肩节段420(各自限定在冷却通路414内)。在其它实施例中,台肩416可不延伸通过冷却通路414(即,台肩416可不具有低台肩节段420,而是相反,可仅包括间隔开的高台肩节段418)。

[0125] 在示例性实施例中,间隔件盘400具有14个冷却通路414,其沿周向且基本等距地彼此间隔开。在其它实施例中,间隔件盘400可具有任何适当的数量冷却通路414。在示例性实施例中,各个冷却通路414具有纵长轴线422,其在冷却通路414的径向内端424和冷却通路414的径向外端426之间围绕参照点428弯曲,使得轴线422定向成在径向内端424处基本切向于中心孔口402(即,使得轴线422不定向成在径向内端424处沿径向朝向中心404)。各个冷却通路414沿着轴线422从径向内端424到径向外端426具有基本均匀宽度430(从冷却通路414的内边缘432到冷却通路414的外边缘434进行测量)。因而,轴线422从径向内端424到径向外端426基本居中地定位在内边缘432和外边缘434之间(即,轴线422为冷却通路414的中心线轴线)。在其它实施例中,各个冷却通路414的宽度430可沿着轴线422改变。

[0126] 在示例性实施例中,内边缘432、外边缘434和轴线422中的至少一个具有多个相当不同的弯曲部节段436,多个弯曲部节段436中的各个沿着其长度具有相当不同的半径变化(从参照点428测量)(例如,内边缘432的第一弯曲部节段440可从参照点428具有第一半径442,其沿着第一弯曲部节段440的长度改变,并且内边缘432的第二弯曲部节段446可从参照点428具有第二半径448,其沿着第二弯曲部节段446的长度以与第一半径442沿着第一弯曲部节段440的长度变化不同的方式变化)。另外,在示例性实施例中,内边缘432、外边缘434和轴线422中的至少一个还具有基本笔直节段460,其延伸跨越台肩416。在一些实施例中,内边缘432、外边缘434和轴线422中的至少一个可围绕参照点428从径向内端424到径向外端426为基本抛物线形(例如,参照点428可为焦点,使得在一些实施例中,冷却通路414具有对称轴线464)。备选地,各个冷却通路414可从径向内端424到径向外端426具有有利于使得冷却通路414能够如本文描述的那样起作用的任何适当的弯曲部(例如,内边缘432、外边缘434和轴线422中的至少一个可具有3个这种弯曲部节段,或4个这种弯曲部节段,沿着它们的相应的长度具有从参照点128测量的相当不同的半径变化)。

[0127] 在燃气涡轮组件100运行期间,冷却气体流144被从压缩机102引导通过转子轴128且通过径向内气室312、冷却通路316和径向外气室314进入涡轮106的转子叶片118,然后喷射到涡轮106中的燃烧气体流140中。由于以上面阐述的方式弯曲,冷却通路316有利于提高冷却气体流144的压力,以喷射到燃烧气体流140中。更具体而言,冷却通路316的曲率和轴线422相对于中心孔口402的基本切向定向有利于捕获从中心孔口402进入冷却通路316的成角度的冷却气体流144' (显示在图7中)的角动量,同时还最小化冷却通路316内的漩涡。部分地通过最小化可归因于冷却通路316内的紊流的压力损失,冷却通路316从而有利于提高冷却气体流144的压力。此外,轴线422相对于径向外气室314在冷却通路316的径向外端426处的基本切向定向有利于减小冷却气体流144在其进入转子叶片118时的相对切向运动,从而有利于进一步减少压力损失。另外,虽然冷却气体流144的压力跨越冷却通路316为动态的,但是这个动态压力大部分在径向外气室314内转化成静态压力,以有利于提供较平滑和较受控制的冷却气体流144进入转子叶片118。

[0128] 大体上,在构件中形成冷却通路可减小构件的局部厚度,且因此减小构件的结构完整性。因此合乎需要的是仅在经历较少应力(特别是与构件的离心负载相关联的应力)的构件中形成冷却通路。因此,在示例性实施例中,冷却通路316形成在间隔件盘304中(而非在转子盘302中),因为转子盘302是转子轴128的显著离心负载承载构件(例如,转子盘302承载与转子叶片118的旋转和其本身的质量相关联的离心负载),而间隔件盘304承载较低离心负载(例如,间隔件盘304仅承载与它们本身的质量相关联的离心负载)。

[0129] 由于在燃烧器104下游,所以转子盘302和间隔件盘304经历显著的热梯度,这使转子盘302相对于间隔件盘304周期性地膨胀和收缩且反之亦然。在示例性实施例中,在各个转子盘302的凸缘318和各个相邻的间隔件盘304的台肩322之间的沿轴向重叠的接口有利于在盘302和304之间在这种相对膨胀和收缩期间保持基本同心性。但是,因为凸缘318仅接触间隔件盘304的高台肩节段418,所以高台肩节段418往往承载与相对热膨胀和收缩相关联的基本整个径向负载。因此,各个冷却通路316的示例性内边缘432和/或外边缘434具有基本笔直节段460,其有利于提高间隔件盘304在高台肩节段418处的结构完整性,从而减小间隔件盘304在集中在高台肩节段418处的径向负载下失效的可能性。

[0130] 另外,因为台肩322存在于冷却通路316中(即,在低台肩节段420处),所以间隔件盘304的热质量与台肩322不存在于冷却通路316中的情况相比而增加。通过增加间隔件盘304的质量,间隔件盘304的热响应更好地与转子盘302匹配,转子盘302由于它们的负载承载功能性而具有较高的质量。通过更好地匹配转子盘302和间隔件盘304之间的相对热响应(即,热膨胀和收缩的相对速率),有利于减轻在高台肩节段418处的至少一些径向负载集中。

[0131] 本文描述的方法和系统有利于冷却燃气涡轮组件的涡轮转子叶片。更具体而言,方法和系统有利于最小化被从压缩机引导到燃气涡轮组件的涡轮转子叶片中的冷却气体流的压力损失。例如,方法和系统有利于最小化在冷却气体流进入涡轮盘转子轴之间的冷却通路时的压力损失(例如,流分离),这又有利于增大离开冷却通路进入涡轮转子叶片中的冷却气体流的压力。方法和系统因此有利于以至少与燃烧气体流相同的压力将冷却气体流从涡轮转子叶片喷射到燃烧气体流中。因此,方法和系统有利于确保涡轮转子叶片在燃气涡轮组件运行期间得到恰当地冷却,从而改进涡轮转子叶片的使用寿命。

[0132] 在上面详细描述涡轮盘和其制造方法的示例性实施例。本文描述的方法和系统不限于本文描述的特定实施例,而是相反,方法和系统的构件可与本文描述的其他构件独立和分开地使用。例如,本文描述的方法和系统可具有不限于利用本文描述的燃气涡轮组件来实践的其他应用。相反,本文描述的方法和系统可与多个其他行业结合起来实施和使用。

[0133] 虽然在多个特定实施例方面描述本发明,但是本领域技术人员将认识到,本发明可利用在权利要求的精神和范围的修改来实践。

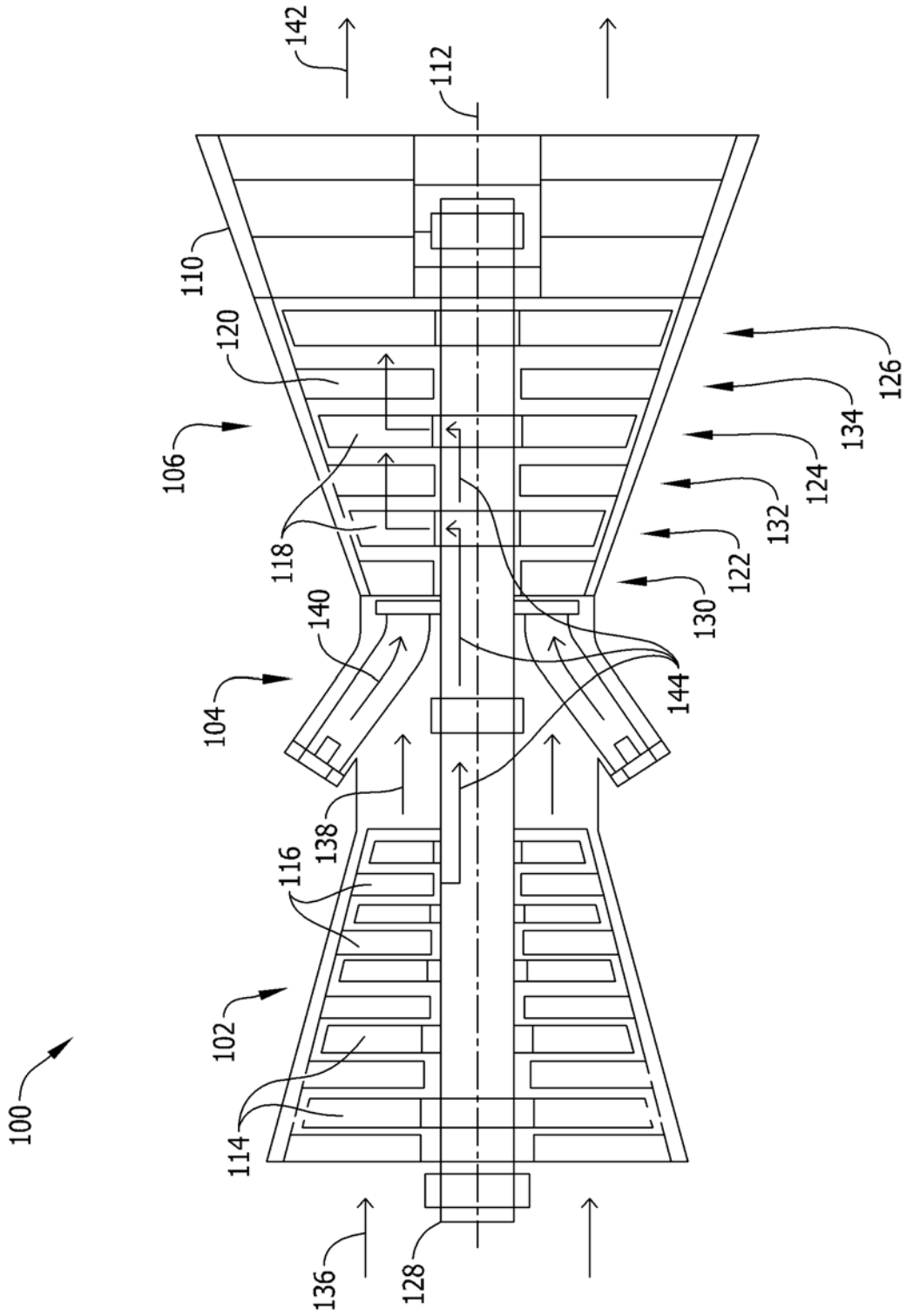


图 1

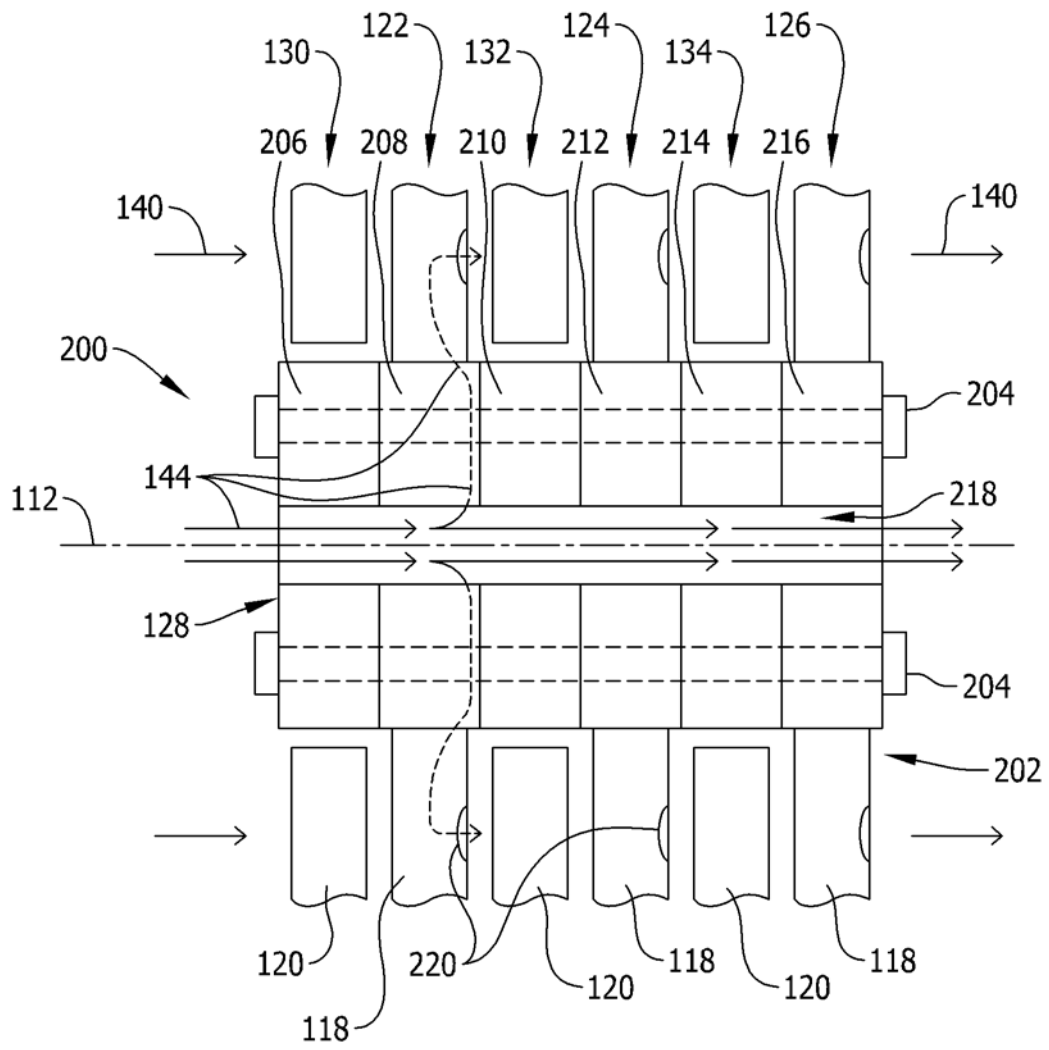


图 2

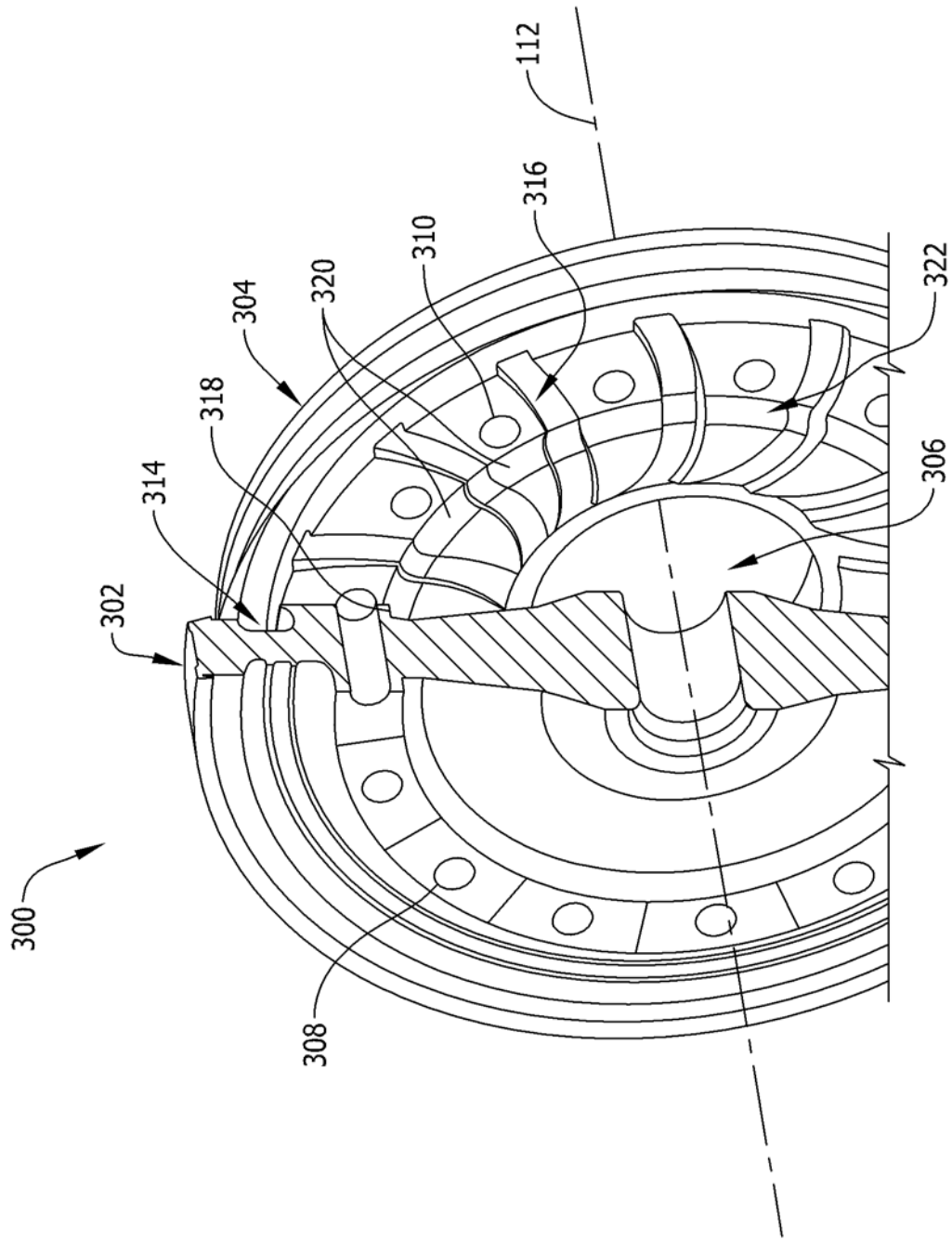


图 3

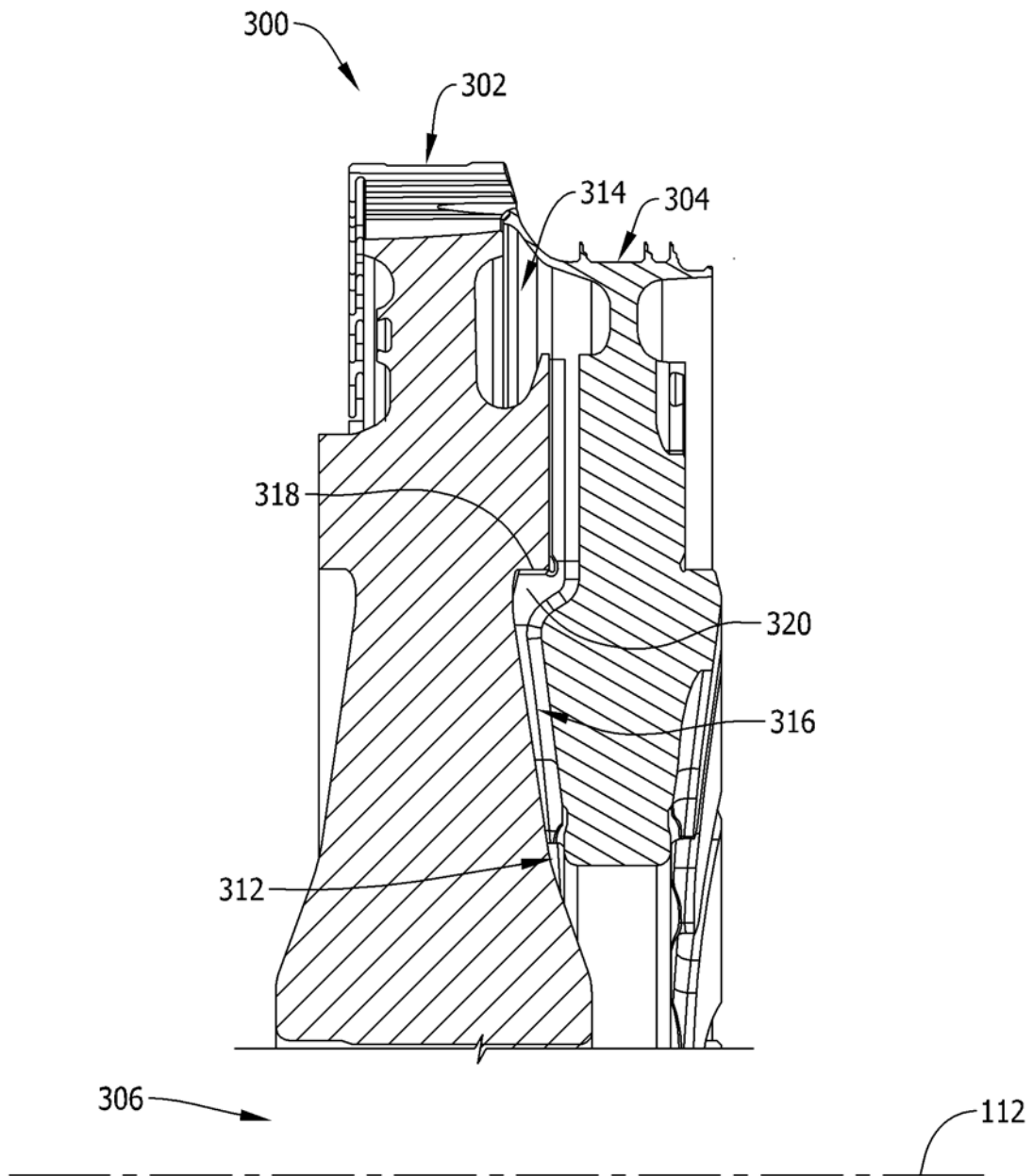


图 4

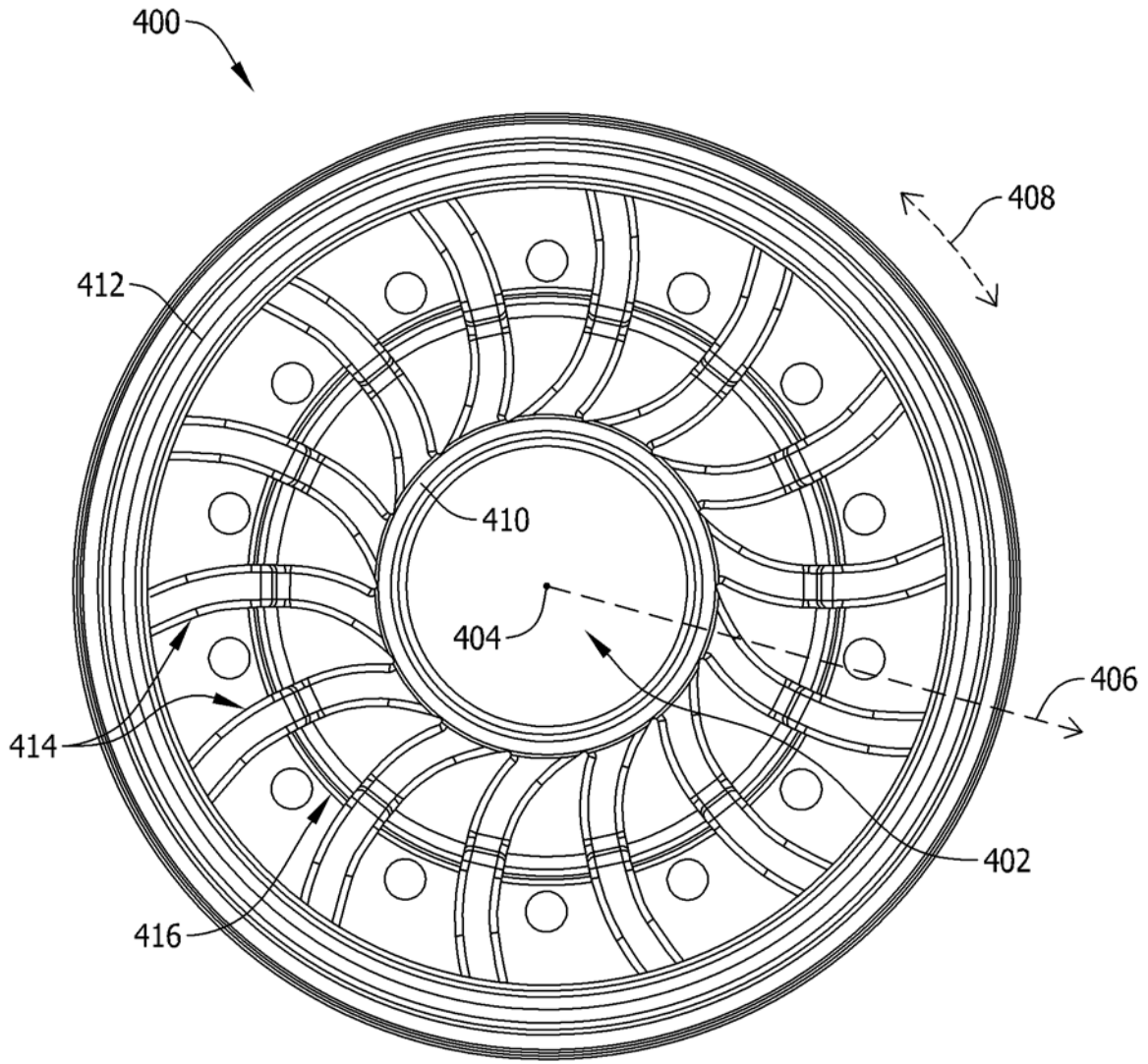


图 5

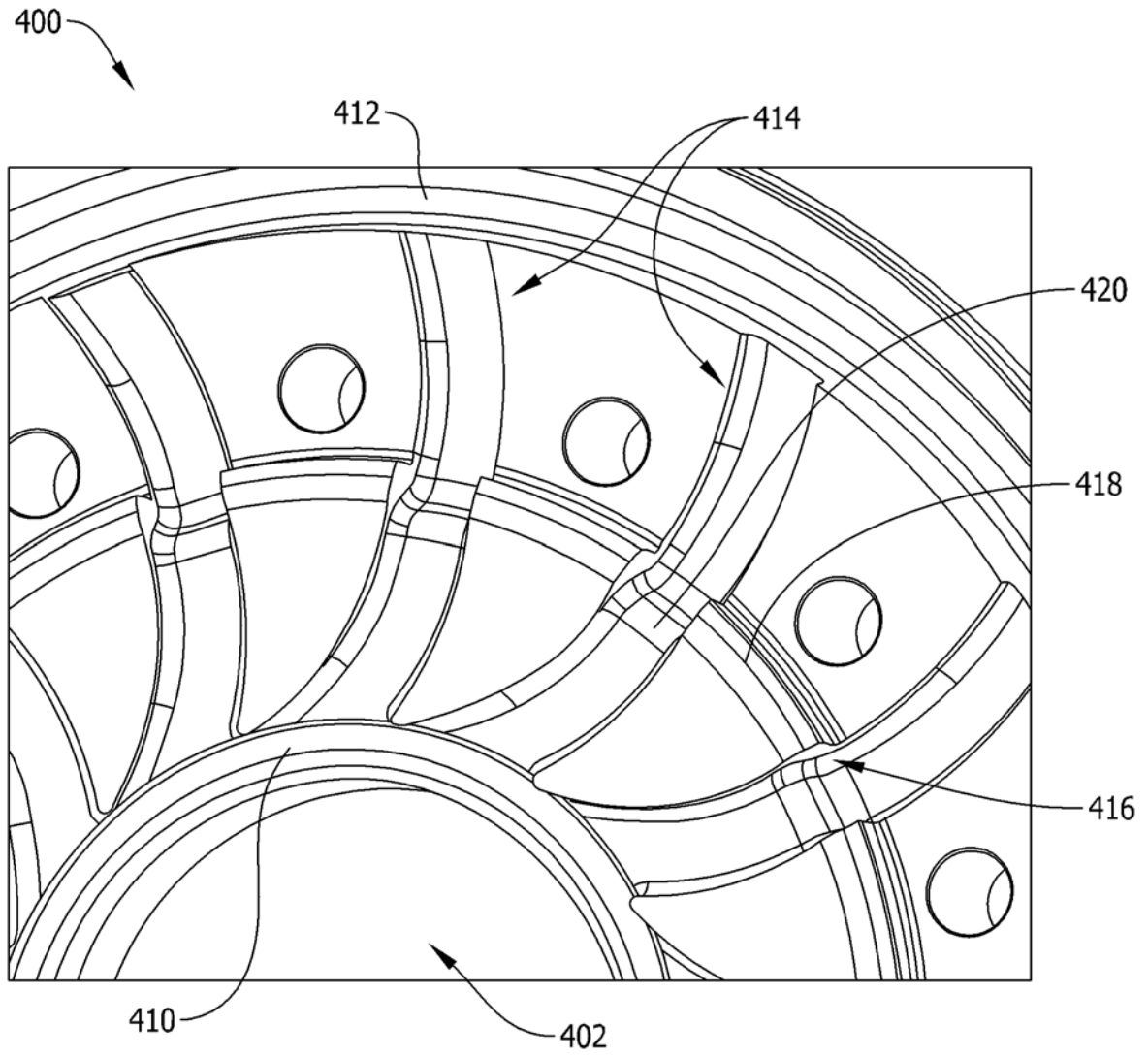


图 6

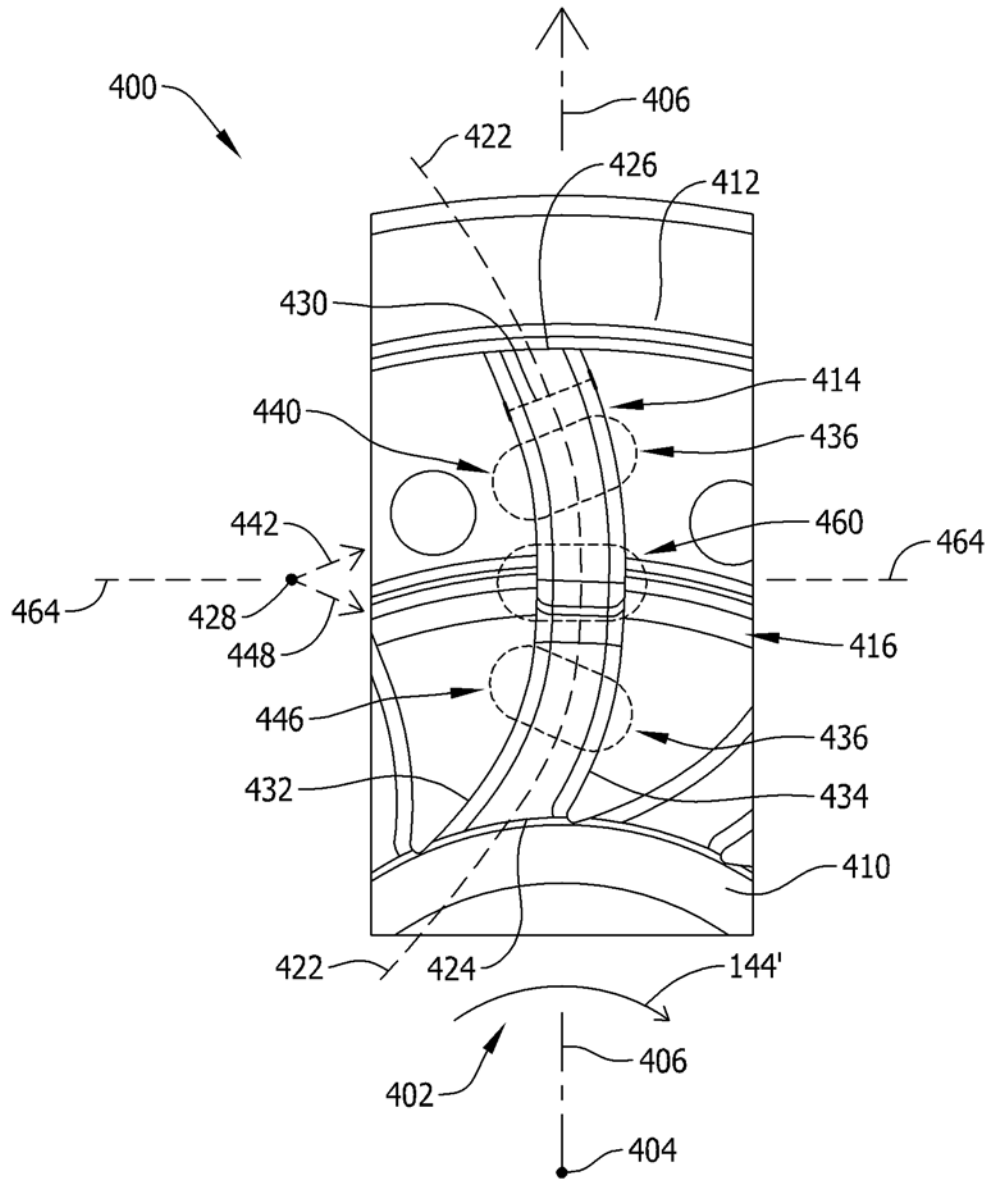


图 7