



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107989657 B

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 201711020000.8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2017.10.26

F01D 5/18 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107989657 A

审查员 靳文强

(43) 申请公布日 2018.05.04

(30) 优先权数据  
15/334448 2016.10.26 US

(73) 专利权人 通用电气公司  
地址 美国纽约州

(72) 发明人 D.W. 韦伯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001  
专利代理师 朱铁宏 李强

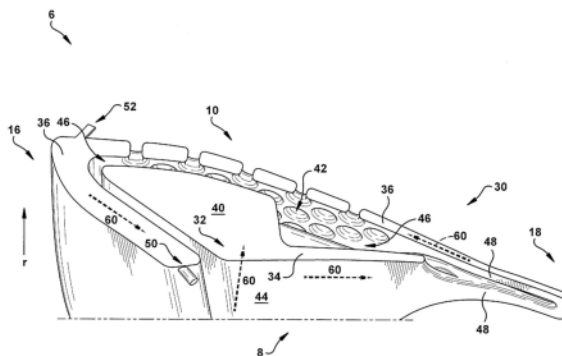
权利要求书2页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

具有后边缘冷却回路的涡轮机叶片

(57) 摘要

本发明公开了一种涡轮机叶片,其包括:主体,其具有:前边缘、后边缘、延伸至所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧、与所述吸力侧相对的压力侧、根部,以及与所述根部相对的尖端;以及包括于所述主体内的后边缘冷却回路,所述后边缘冷却回路包括:沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段;从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段;以及沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段,其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体。



1. 一种涡轮机叶片, 包括:

主体, 其具有前边缘; 与所述前边缘相对的后边缘; 延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧; 延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧; 根部; 以及与所述根部相对的尖端; 以及

后边缘冷却回路, 其包括于所述主体内, 所述后边缘冷却回路包括: 沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段; 从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段; 以及沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段, 其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段, 且从所述第二区段导引到所述第三区段, 而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体。

2. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括在所述第二区段内的用于导引所述热传递流体流的压力侧热传递元件。

3. 根据权利要求2所述的涡轮机叶片, 其中, 所述压力侧热传递元件仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间。

4. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括在所述第三区段内的吸力侧热传递元件。

5. 根据权利要求4所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括与接近所述吸力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

6. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 所述第一区段包括仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间的流体通道。

7. 根据权利要求6所述的涡轮机叶片, 其中, 所述流体通道具有在所述根部与所述尖端之间的逐渐变窄的容积, 其中, 所述逐渐变窄的容积包括接近所述根部的较大容积和接近所述尖端的较小容积。

8. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括与所述后边缘冷却回路连接的出口通道, 所述出口通道位于所述主体的所述后边缘处, 且仅部分地沿着所述主体径向延伸。

9. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 所述第一区段、所述第二区段和所述第三区段流体连接, 且其中, 所述第二区段和所述第三区段共同环绕所述后边缘内的内部区域。

10. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括延伸穿过所述后边缘, 以允许所述热传递流体流过的一组流体通道。

11. 根据权利要求1所述的涡轮机叶片, 其中, 还包括与接近所述压力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

12. 一种涡轮机, 包括:

燃气涡轮系统, 其包括压缩机部件、燃烧室部件和涡轮部件, 所述涡轮部件包括至少一个涡轮机叶片, 所述至少一个涡轮机叶片包括:

主体, 其具有前边缘; 与所述前边缘相对的后边缘; 延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧; 延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧; 根部; 以及与所述根部相对的尖端; 以及

后边缘冷却回路, 其包括于所述主体内, 所述后边缘冷却回路包括: 沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段; 从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段; 以及沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段, 其中所述后边缘冷却回路被配置

成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体。

13. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述至少一个涡轮机叶片进一步包括在所述第二区段内的用于导引所述热传递流体流的压力侧热传递元件。

14. 根据权利要求13所述的涡轮机,其中,所述压力侧热传递元件仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间。

15. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括在所述第三区段内的吸力侧热传递元件,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括与接近所述吸力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

16. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括与所述后边缘冷却回路连接的出口通道,所述出口通道位于所述主体的所述后边缘处,且仅部分地沿着所述主体径向延伸。

17. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述第一区段包括仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间的流体通道,其中,所述流体通道具有在所述根部与所述尖端之间的逐渐变窄的容积,其中,所述逐渐变窄的容积包括接近所述根部的较大容积和接近所述尖端的较小容积。

18. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括延伸穿过所述后边缘以准许所述热传递流体流过的一组流体通道。

19. 根据权利要求12所述的涡轮机,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括与接近所述压力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

20. 一种涡轮机叶片,包括:

主体,其具有前边缘;与所述前边缘相对的后边缘;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧;根部;以及与所述根部相对的尖端;以及

后边缘冷却回路,其包括于所述主体内,所述后边缘冷却回路包括:

沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段;

从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段;

沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段,

其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体;

所述第二区段内的压力侧热传递元件;

所述第三区段内的吸力侧热传递元件;以及

与接近所述吸力侧或所述压力侧中的至少一个的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

## 具有后边缘冷却回路的涡轮机叶片

### 技术领域

[0001] 本申请的主题涉及涡轮机械中的热传递。具体地说,本说明书中所公开的主题涉及涡轮机械部件中的冷却回路。

### 背景技术

[0002] 包括燃气涡轮系统(或简称,燃气涡轮)的燃气涡轮机是例如发电领域中广泛利用的涡轮机的一个实例。常规燃气涡轮系统包括压缩机区段、燃烧室区段和涡轮区段。在燃气涡轮系统的操作期间,系统中的各种部件(如涡轮叶片)会经受可能使部件发生故障的高温流。由于较高温度的流一般会使燃气涡轮系统的性能、效率和功率输出提高,因此使经受高温流的部件冷却以允许燃气涡轮系统在增加的温度下操作是有益的。

[0003] 涡轮叶片通常包括错综复杂的内部冷却通道迷宫。由(例如)燃气涡轮系统的压缩机提供的冷却空气可穿过内部冷却通道,以冷却涡轮叶片。在许多常规配置中,内部冷却通道引出到涡轮叶片的后边缘。然而,在后边缘处射出冷却流可能是效率低下的,这浪费了可用的热传递能力。

### 发明内容

[0004] 根据各种实施例的涡轮机叶片包括:主体,其具有前边缘、与前边缘相对的后边缘、延伸于前边缘与后边缘之间的吸力侧、延伸于前边缘与后边缘之间的与吸力侧相对的压力侧、根部,以及与根部相对的尖端;以及包括于主体内的后边缘冷却回路,后边缘冷却回路包括:沿着压力侧从根部朝向尖端延伸的第一区段;从第一区段朝向后边缘延伸的第二区段;以及沿着吸力侧从后边缘延伸的第三区段,其中后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从第一区段导引到第二区段,且从第二区段导引到第三区段,而不在后边缘处从主体释放热传递流体。

[0005] 本发明的第一方面提供一种涡轮机叶片,包括:主体,其具有前边缘;与所述前边缘相对的后边缘;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧;根部;以及与所述根部相对的尖端;以及后边缘冷却回路,其包括于所述主体内,所述后边缘冷却回路包括:沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段;从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段;以及沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段,其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体。

[0006] 进一步地,还包括在所述第二区段内的用于导引所述热传递流体流的压力侧热传递元件。

[0007] 进一步地,所述压力侧热传递元件仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间。

[0008] 进一步地,还包括在所述第三区段内的吸力侧热传递元件。

[0009] 进一步地,还包括与接近所述吸力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

[0010] 进一步地,所述第一区段包括仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间的流体通道。

[0011] 进一步地,所述流体通道具有在所述根部与所述尖端之间的逐渐变窄的容积,其中,所述逐渐变窄的容积包括接近所述根部的较大容积和接近所述尖端的较小容积。

[0012] 进一步地,还包括与所述后边缘冷却回路连接的出口通道,所述出口通道位于所述主体的所述后边缘处,且仅部分地沿着所述主体径向延伸。

[0013] 进一步地,所述第一区段、所述第二区段和所述第三区段流体连接,且其中,所述第二区段和所述第三区段共同环绕所述后边缘内的内部区域。

[0014] 进一步地,还包括延伸穿过所述后边缘,以允许所述热传递流体流过的一组流体通道。

[0015] 进一步地,还包括与接近所述压力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

[0016] 本发明的第二方面提供一种涡轮机,包括:燃气涡轮系统,其包括压缩机部件、燃烧室部件和涡轮部件,所述涡轮部件包括至少一个涡轮机叶片,所述至少一个涡轮机叶片包括:主体,其具有前边缘;与所述前边缘相对的后边缘;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧;根部;以及与所述根部相对的尖端;以及后边缘冷却回路,其包括于所述主体内,所述后边缘冷却回路包括:沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段;从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段;以及沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段,其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体流从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体。

[0017] 进一步地,所述至少一个涡轮机叶片进一步包括在所述第二区段内的用于导引所述热传递流体流的压力侧热传递元件。

[0018] 进一步地,所述压力侧热传递元件仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间。

[0019] 进一步地,所述至少一个涡轮机叶片还包括在所述第三区段内的吸力侧热传递元件,其中,所述至少一个涡轮机叶片还包括与接近所述吸力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

[0020] 进一步地,所述至少一个涡轮机叶片还包括与所述后边缘冷却回路连接的出口通道,所述出口通道位于所述主体的所述后边缘处,且仅部分地沿着所述主体径向延伸。

[0021] 进一步地,所述第一区段包括仅部分地径向延伸于所述根部与所述尖端之间的流体通道,其中,所述流体通道具有在所述根部与所述尖端之间的逐渐变窄的容积,其中,所述逐渐变窄的容积包括接近所述根部的较大容积和接近所述尖端的较小容积。

[0022] 进一步地,所述至少一个涡轮机叶片还包括延伸穿过所述后边缘以准许所述热传递流体流过的一组流体通道。

[0023] 进一步地,所述至少一个涡轮机叶片还包括与接近所述压力侧的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

[0024] 本发明的第三方面提供一种涡轮机叶片,包括:主体,其具有前边缘;与所述前边

缘相对的后边缘;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的吸力侧;延伸于所述前边缘与所述后边缘之间的与所述吸力侧相对的压力侧;根部;以及与所述根部相对的尖端;以及后边缘冷却回路,其包括于所述主体内,所述后边缘冷却回路包括:沿着所述压力侧从所述根部朝向所述尖端延伸的第一区段;从所述第一区段朝向所述后边缘延伸的第二区段;沿着所述吸力侧从所述后边缘延伸的第三区段,其中所述后边缘冷却回路被配置成将热传递流体从所述第一区段导引到所述第二区段,且从所述第二区段导引到所述第三区段,而不在所述后边缘处从所述主体释放所述热传递流体;所述第二区段内的压力侧热传递元件;所述第三区段内的吸力侧热传递元件;以及与接近所述吸力侧或所述压力侧中的至少一个的所述第三区段流体连接的一组膜孔。

## 附图说明

[0025] 根据以下结合附图所进行的对本发明的各种方面的详细描述,将更容易理解本发明的这些和其它特征,附图描述了本发明的各种实施例。

[0026] 图1所示根据实施例的涡轮机叶片的透视图。

[0027] 图2为沿着图1中的线X"-X"截取的图1的涡轮机叶片内的冷却回路的横截面视图。

[0028] 图3为沿着图1中的线X'-X'截取的图1的涡轮机叶片内的冷却回路的横截面视图。

[0029] 图4为沿着图1中的线X-X截取的图1的涡轮机叶片内的冷却回路的横截面视图。

[0030] 图5为描述图1中的沿着其压力侧的涡轮机叶片的内部主体的视图。

[0031] 图6为描述图1中的沿着其吸力侧的涡轮机叶片的内部主体的视图。

[0032] 图7为描述沿着其压力侧的替代涡轮机叶片的内部主体的视图。

[0033] 图8为描述图7中的沿着其吸力侧的替代涡轮机叶片的内部主体的视图。

[0034] 图9为根据各种实施例的燃气涡轮系统的示意图。

[0035] 应注意,本发明的附图未必按比例绘制。附图仅意图描述本发明的典型方面,且因此不应被视为限制本发明的范围。在附图中,相同的数字在附图之间表示相同元件。

## 具体实施方式

[0036] 如上面所述,本发明大体上涉及涡轮系统,且更具体地说,涉及具有后边缘冷却回路的涡轮机叶片。

[0037] 相比于常规的配置,本发明的各方面涉及具有后边缘冷却回路的涡轮机叶片,其具有收集冷却流且朝向叶片的其它区域反向重导引所述流,(例如)以供额外冷却和/或重复使用的特征。

[0038] 在图中,“A”轴表示轴向定向。如本说明书中所使用,术语“轴向”和/或“轴向地”是指物体沿着轴A的相对位置/方向,轴A大体上与涡轮机,具体地说,转子区段的旋转轴平行。如本说明书中所进一步使用,术语“径向”和/或“径向地”是指物体沿着轴“r”的相对位置/方向,轴“r”大体上垂直于轴A且仅在一个部位处与轴A相交。另外,术语“周向”和/或“周向地”是指物体沿着圆周(c)的相对位置/方向,圆周(c)环绕轴A但在任何部位处与轴A相交。

[0039] 转向图1,所示涡轮机叶片2的透视图。涡轮机叶片2可包括柄部4,和连接到柄部4且从其朝外径向延伸的主体6。主体6可包括压力侧8、相对的吸力侧10、根部(接近柄部4)12

和与根部12相对的尖端14(柄部4的径向外侧)。主体6进一步包括压力侧8与吸力侧10之间的前边缘16,以及压力侧8与吸力侧10之间在与前边缘16相对的一侧上的后边缘18。主体6可从柄部4上的平台20径向延伸。

[0040] 柄部4和主体6可各自由一种或多种金属(如镍、镍合金等)形成,且可根据常规方式(如浇铸、锻造、增材制造或以其它方式加工)而形成。柄部4和主体6可一体地形成(如浇铸、锻造、三维打印等),或可形成为随后(如经由焊接、钎焊、搭接或其它连接机构)接合的单独部件。

[0041] 图2所示为图1中的主体6贯穿横截面X"-X"的第一横截面视图。图3所示为图1中的主体6贯穿横截面X'-X'的第二横截面视图。图4所示为图1中的主体6贯穿横截面X-X的第三横截面视图。如从图1到图4可见,横截面X"-X"接近根部12而定位,而横截面X-X接近尖端14而定位。图2到图4说明包括于涡轮机叶片2的主体6内,即大体上包括在内,也就是说,除了入口和出口孔径或通路的后边缘冷却回路30的各种特征。图5和图6说明以径向方向(从周向角度观察),即垂直于横截面X-X、X'-X'和X"-X"的方向贯穿主体6截取的截面视图。图5说明沿着压力侧8的主体6的内部的视图,而图6说明沿着吸力侧10的主体6的内部的视图。应理解,图2到图6所示主体6内的冷却回路的各种特征,使得如本说明书中所述的热传递流体在冷却回路内流动,且从此透视图不可见所述流体。然而,在有益于理解本发明的各种方面的特定图中,以虚线说明热传递流体的流动。本说明书中可互换地参考图1到图6。

[0042] 如(例如)图2到图4中所示,后边缘冷却回路30可包括沿着压力侧8从根部12朝向尖端14延伸的第一区段32。后边缘冷却回路(或简称,TE冷却回路)30还可包括从第一区段32朝向后边缘18延伸的第二区段34,和沿着吸力侧10从后边缘18延伸的第三区段36。在各种实施例中,TE冷却回路30被配置成导引热传递流体(例如水、空气或气体等冷却流体)60从第一区段32穿过第二区段34到第三区段36的流动,而不在后边缘18处从主体6释放热传递流体60。如本说明书中所描述,每个区段可具有额外的流动修改特征,且在热传递流体流过第一区段32、第二区段34和/或第三区段36,或在第一区段32、第二区段34和/或第三区段36之间流动时,其部分可被重导引或以其它方式采用。

[0043] 压力侧热传递元件38在第二区段34内,且被配置成修改(如干扰)热传递流体接近位于压力侧8与吸力侧10之间的流体通道40的流动。在各种实施例中,压力侧热传递元件38可包括一个或多个销组、扰流器(如脱扣型条型扰流板(trip-strip))、凸面或凸块,作为一实施例,销组在图5到图6中予以说明。如图5到图6中所展示,在各种实施例中,压力侧热传递元件38仅部分地径向延伸于根部12与尖端14之间,且可在到达根部12和尖端14之前径向地终止。

[0044] TE冷却回路30可进一步包括第三区段36内的吸力侧热传递元件42。吸力侧热传递元件42可修改(如干扰)热传递流体穿过第三区段36的流动,其中所述流体可流动到与接近吸力侧10的第三区段36流体连接的一组膜孔52。在各种实施例中,吸力侧热传递元件42可包括一个或多个销组、扰流器(如脱扣型条型扰流板)、凸面或凸块,作为实例,销组在图5到图6中予以说明。在一些情况下,如图5到图6中所展示,在各种实施例中,吸力侧热传递元件42仅部分地径向延伸于根部12与尖端14之间,且可在到达根部12和尖端14之前径向地终止。如本说明书中所指出,在各种实施例中,压力侧热传递元件38或吸力侧热传递元件42中的至少一个可包括一个或多个凸块、凹坑、扰流器或其某一组合,以用于修改(如干扰)热传

递流体穿过TE冷却回路30的流动。

[0045] 在各种实施例中,流体通道40可仅部分地径向延伸于根部10与尖端12之间,使得其在接触根部10或尖端12中的至少一个之前径向地终止。如图2到图4中所示的流体通道40可具有逐渐变窄的容积,所述逐渐变窄的容积在接近根部10处比在接近尖端12处大。在各种实施例中,接近尖端12的流体通道40的容积为接近根部10的流体通道的容积的约50%或以下,如从主体6内的环壁所测量。

[0046] 如图2到图3中所示,根据各种实施例,第三区段36经由第二区段34与第一区段32流体连接,使得第二区段34和第三区段36共同环绕后边缘18内的内部区域46。在各种实施例中,TE冷却回路30还包括延伸穿过后边缘18(主体6内)用于准许热传递流体的流动的一组流体通道48。这些流体通道48可允许热传递流体流过所述通道,且还允许热传递流体远离后边缘18朝向前边缘16(且在一些情况下,朝向通道40)反向重导引。

[0047] 在各种实施例中,如图5中所展示,叶片2可进一步包括与接近主体6的压力侧8的第三区段36流体连接的一组膜孔50。膜孔50可允许释放热传递流体,以(例如)用于在主体6的邻近表面处实现膜冷却。

[0048] 同时参看图1到图6,将(例如)由燃气涡轮系统102的压缩机104产生的热传递流体(如冷却空气)60的供应通过柄部4(图1)馈送到后边缘冷却回路30(如经由至少一个冷却空气馈送)。沿着主体6的压力侧8将热传递流体60朝外径向馈送到第一区段32。当热传递流体60沿着第一区段32径向移动时,其朝后、部分径向地、周向地且轴向地流动到第二区段34,且沿着压力侧热传递元件38朝向后边缘18流动,并朝向后边缘流体通道48流动。由于叶片2不包括后边缘出口孔径,因此流过流体通道48的热传递流体60到达后边缘18,且沿着主体6的吸力侧10扭转航向返回到第三区段36中。热传递流体60在流过第三区段36时可被回收以用于其它热传递目的,或在一些情况下,所述流体可被射出以(例如)用于在压力侧膜孔50或吸力侧膜孔52中的一个或多个处实现接近前边缘16的膜冷却。应理解,当热传递流体60在径向方向上(如远离柄部4)环绕主体6的内部(如内部空间46)时,其一般可以此方式流动。

[0049] 在一些替代实施例中,如图7和图8图中示意性所示,主体6可进一步包括在后边缘18处的仅沿着主体6部分径向延伸的出口通道80。出口通道80可包括与流体通道40的仅一部分流体连接的出口孔径85,以用于将热传递流体60的一部分释放到后边缘18。在一些情况下,流体通道40可与接近根部12或尖端14的出口通路85连接。

[0050] 图9所示如本说明书中可使用的燃气轮机102的示意图。燃气轮机102可包括压缩机104。压缩机104压缩进入的空气流106。压缩机104将压缩的空气流108递送到燃烧室110。燃烧室110将压缩的空气流108与加压的燃料流112混合并点燃混合物,以形成燃烧气体流114。尽管仅示出单个燃烧室110,但燃气轮机102可包括任何数量的燃烧室110。燃烧气体流114进而被递送到涡轮116,所述涡轮116通常包括多个涡轮机叶片2(图1)。燃烧气体流114驱动涡轮116,以产生机械功。在涡轮116中产生的机械功经由轴118驱动压缩机104,且可用来驱动例如发电机等的外部负载120。

[0051] 在各种实施例中,描述为彼此“连接”的部件可沿着一个或多个接口接合。在一些实施例中,这些接口可包括不同部件之间的接合点,且在其它情况下,这些接口可包括牢固地和/或一体地形成的互连件。也就是说,在一些情况下,彼此“连接”的部件可同时形成以

限定单个连续构件。然而,在其它实施例中,这些连接的部件可形成为单独构件且随后通过已知工艺(如紧固、超声焊接、搭接)接合。

[0052] 本书面描述用实例来公开包括最佳模式的本发明,且还使所属领域的技术人员能实施本发明,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何包括在内的方法。本发明的可获专利的范围由权利要求书限定,且可以包括所属领域的技术人员所想到的其它实例。如果这种其它实例具有与所附权利要求书的字面语言相同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求书的字面语言无实质差别的等效结构元件,那么这种其它实例既定在权利要求书的范围内。

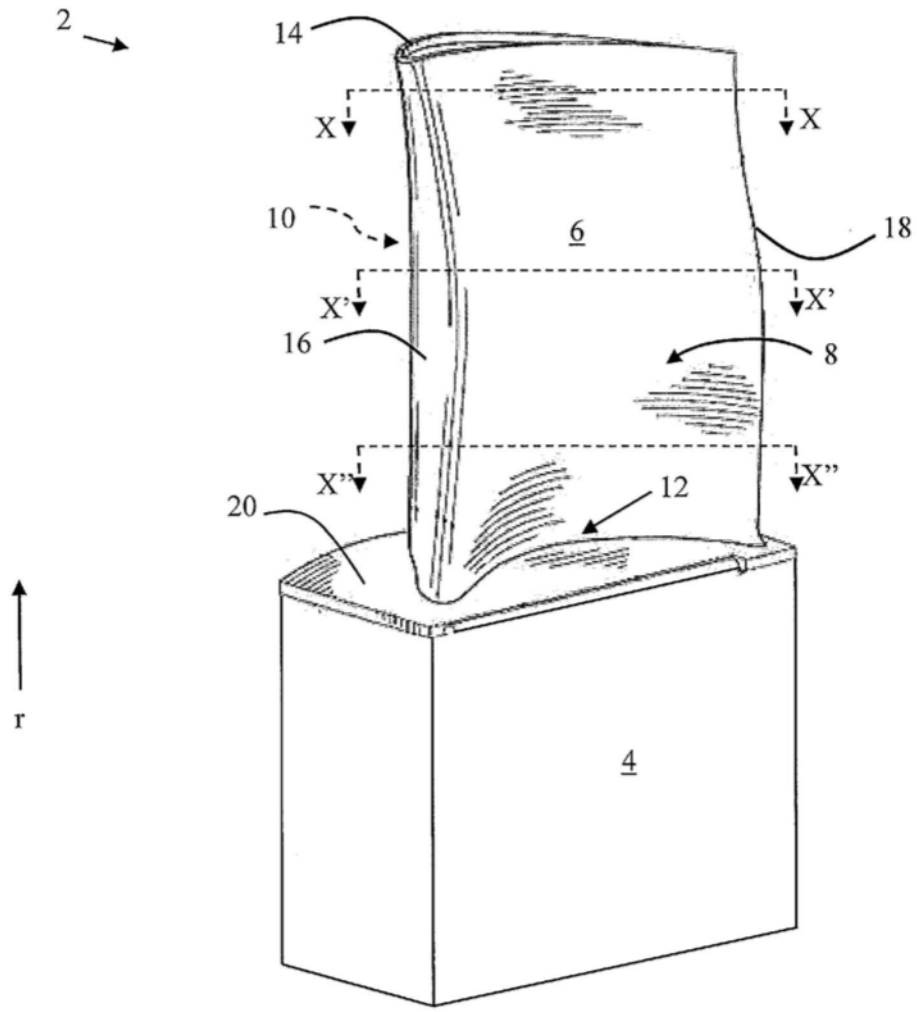


图1

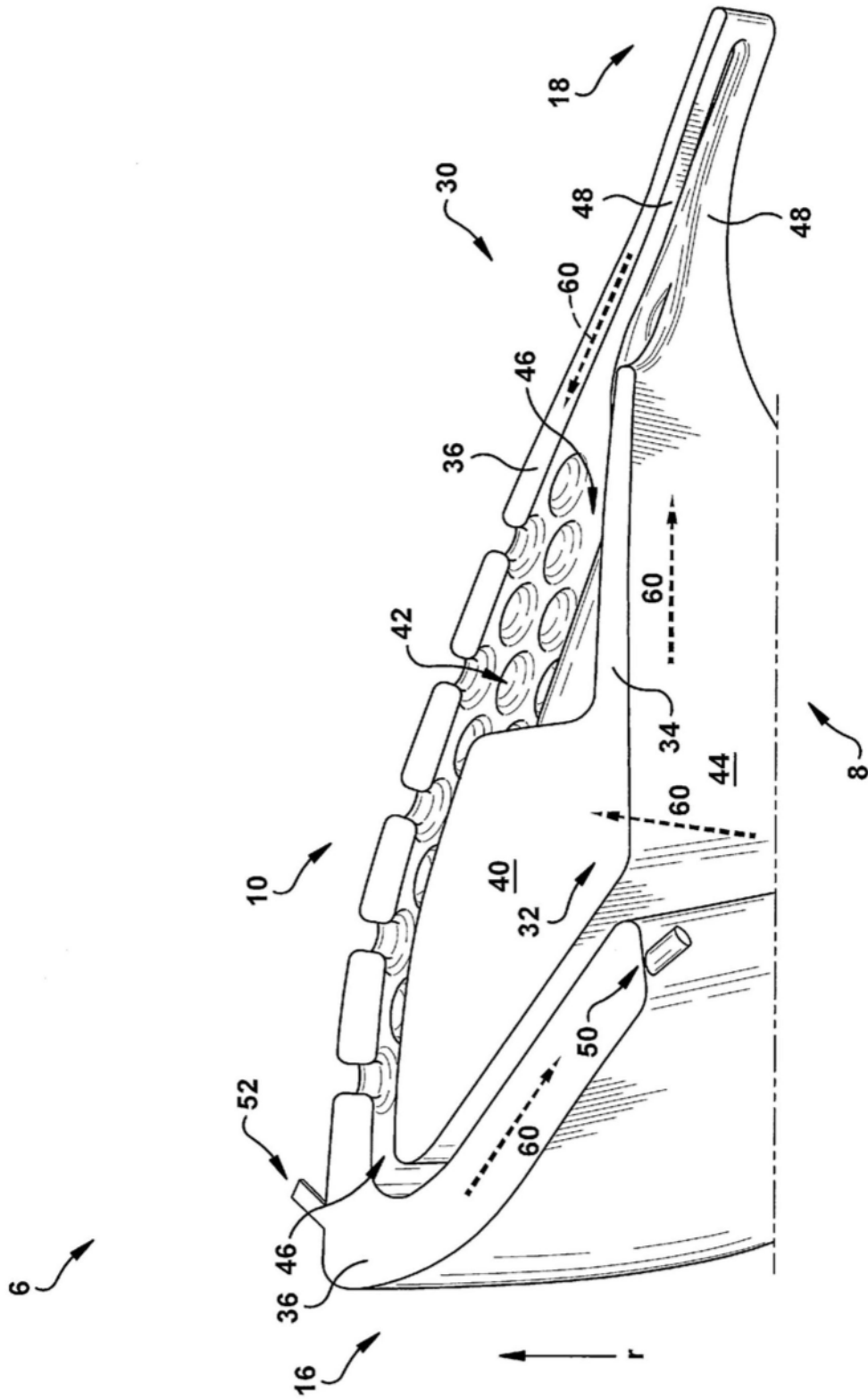


图2

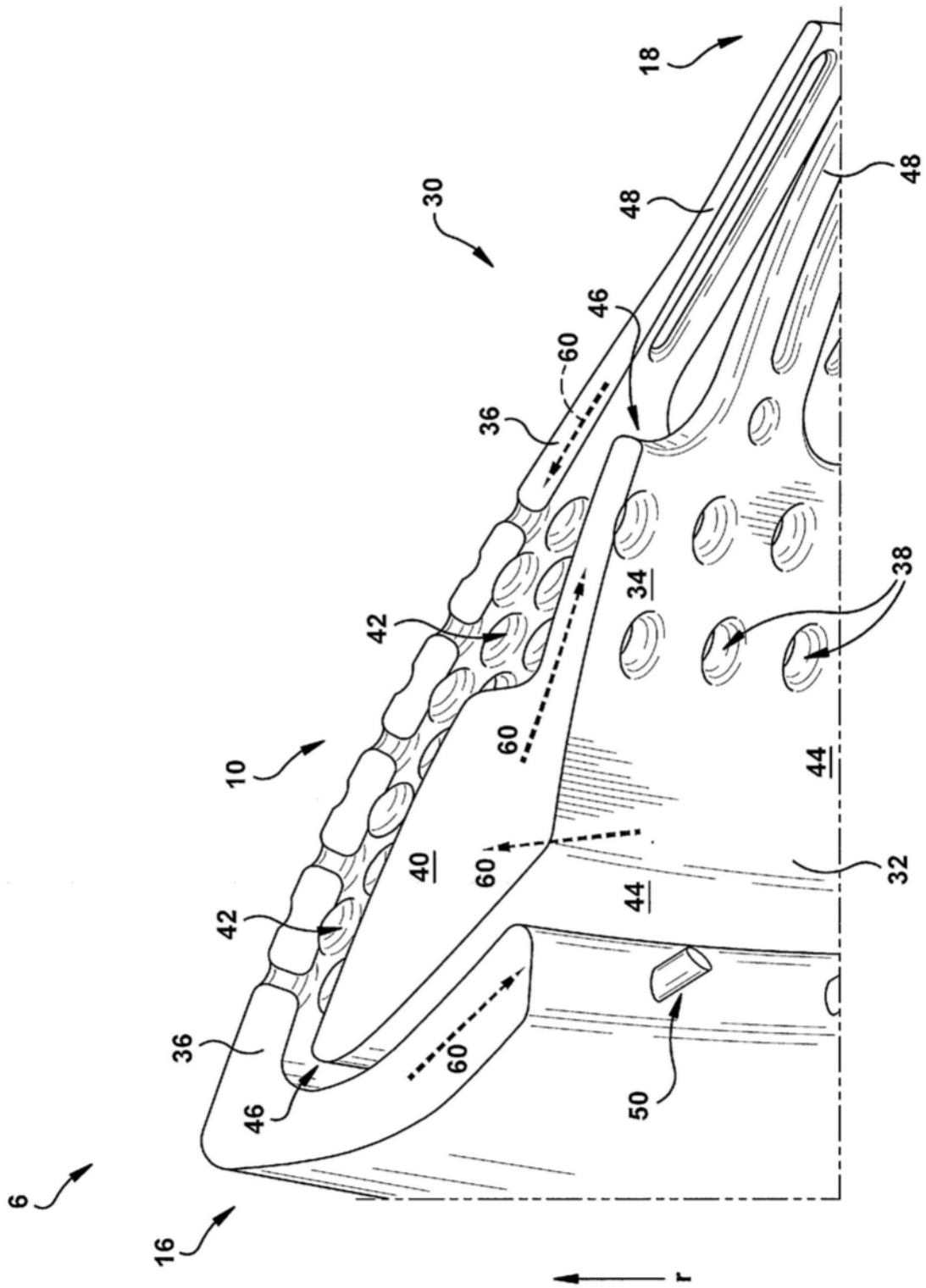


图3

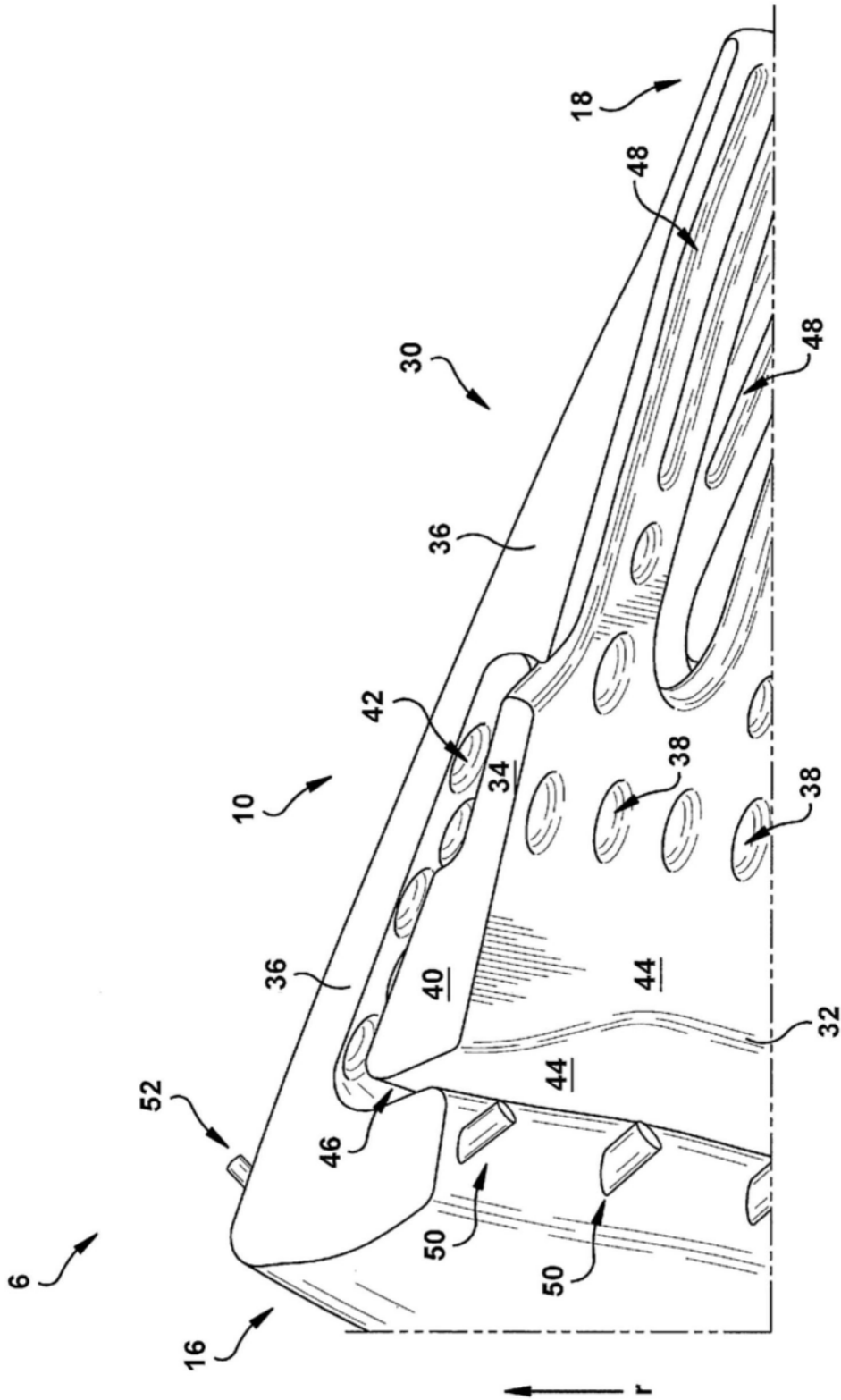


图4

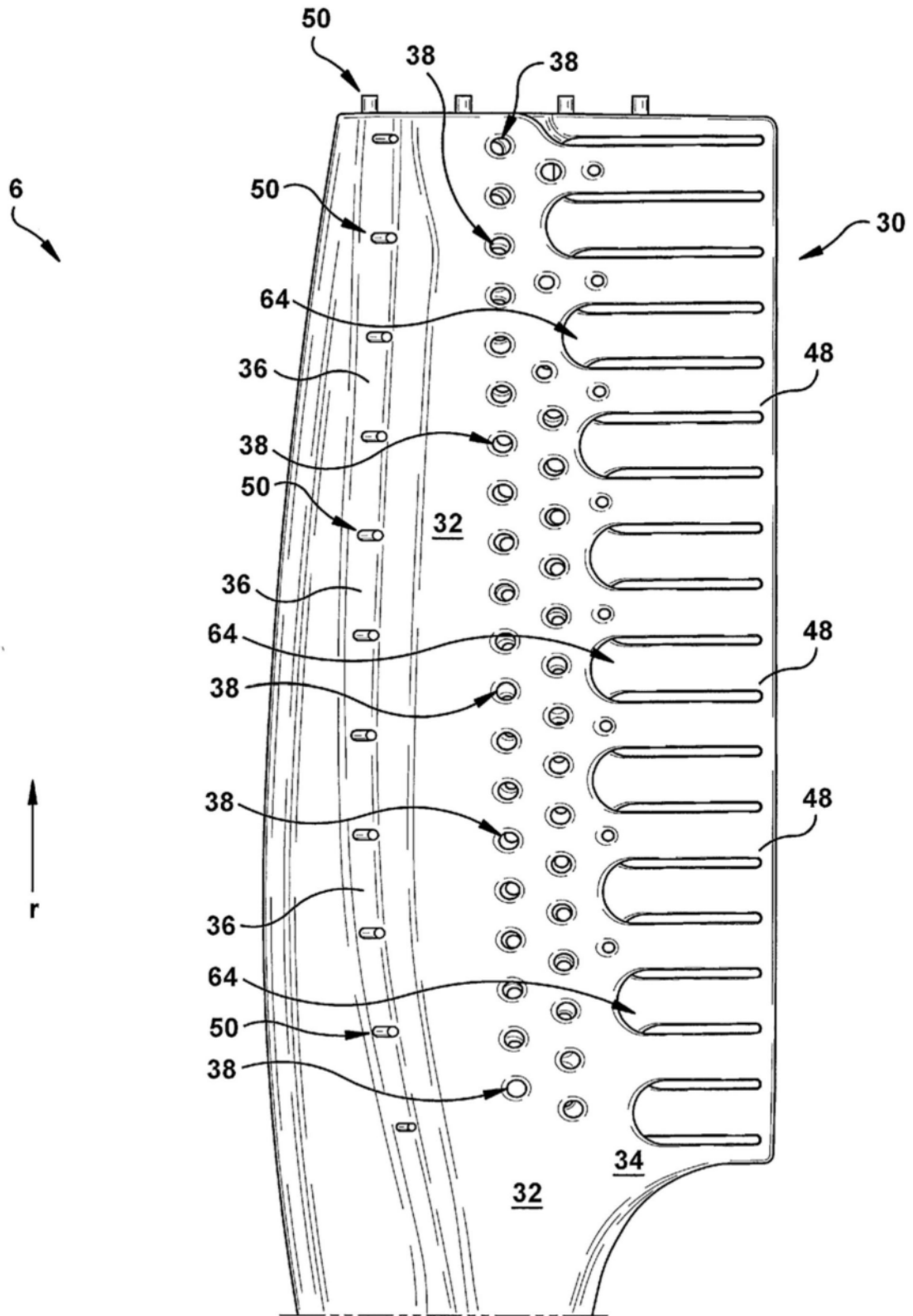


图5

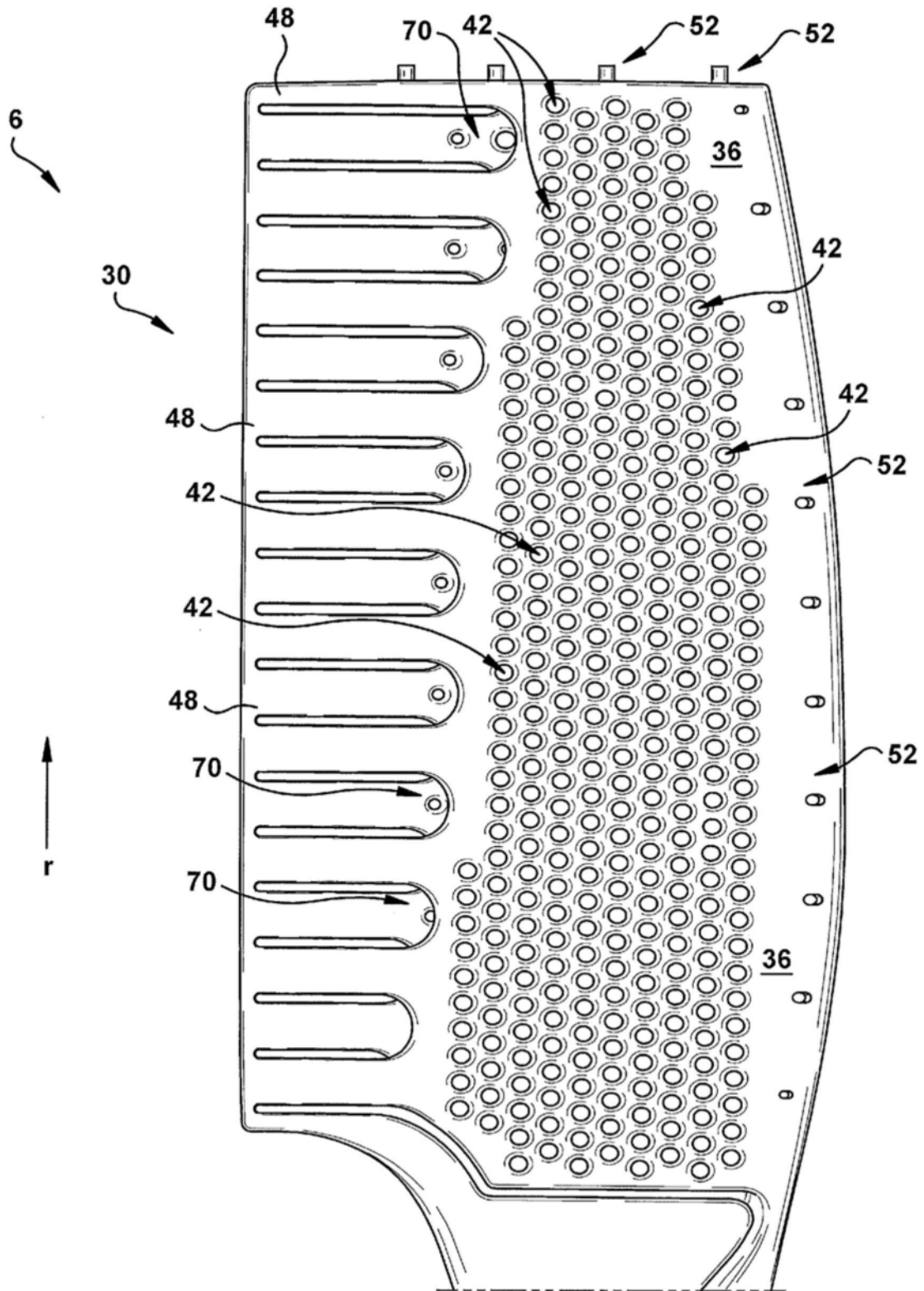


图6

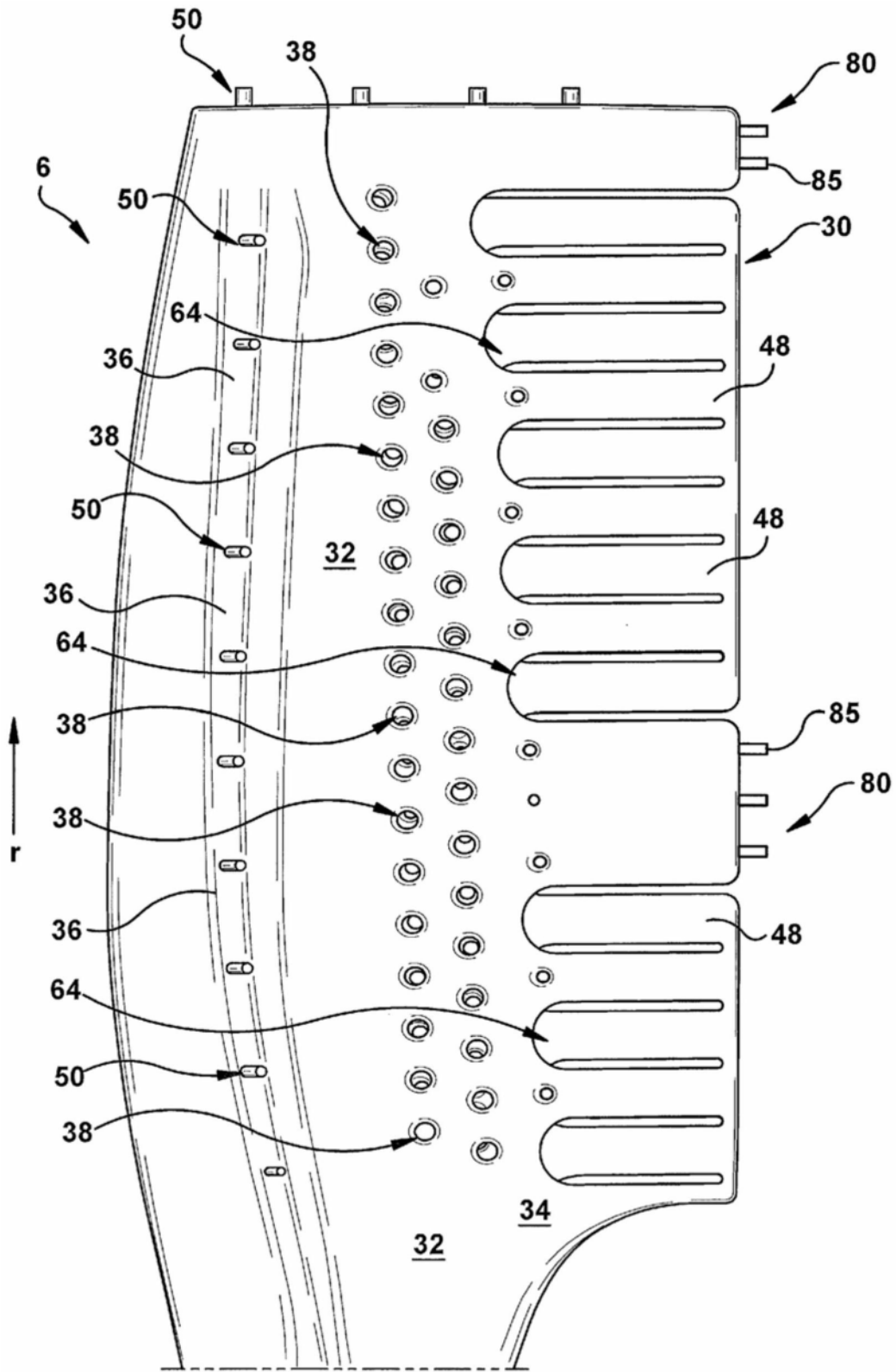


图7

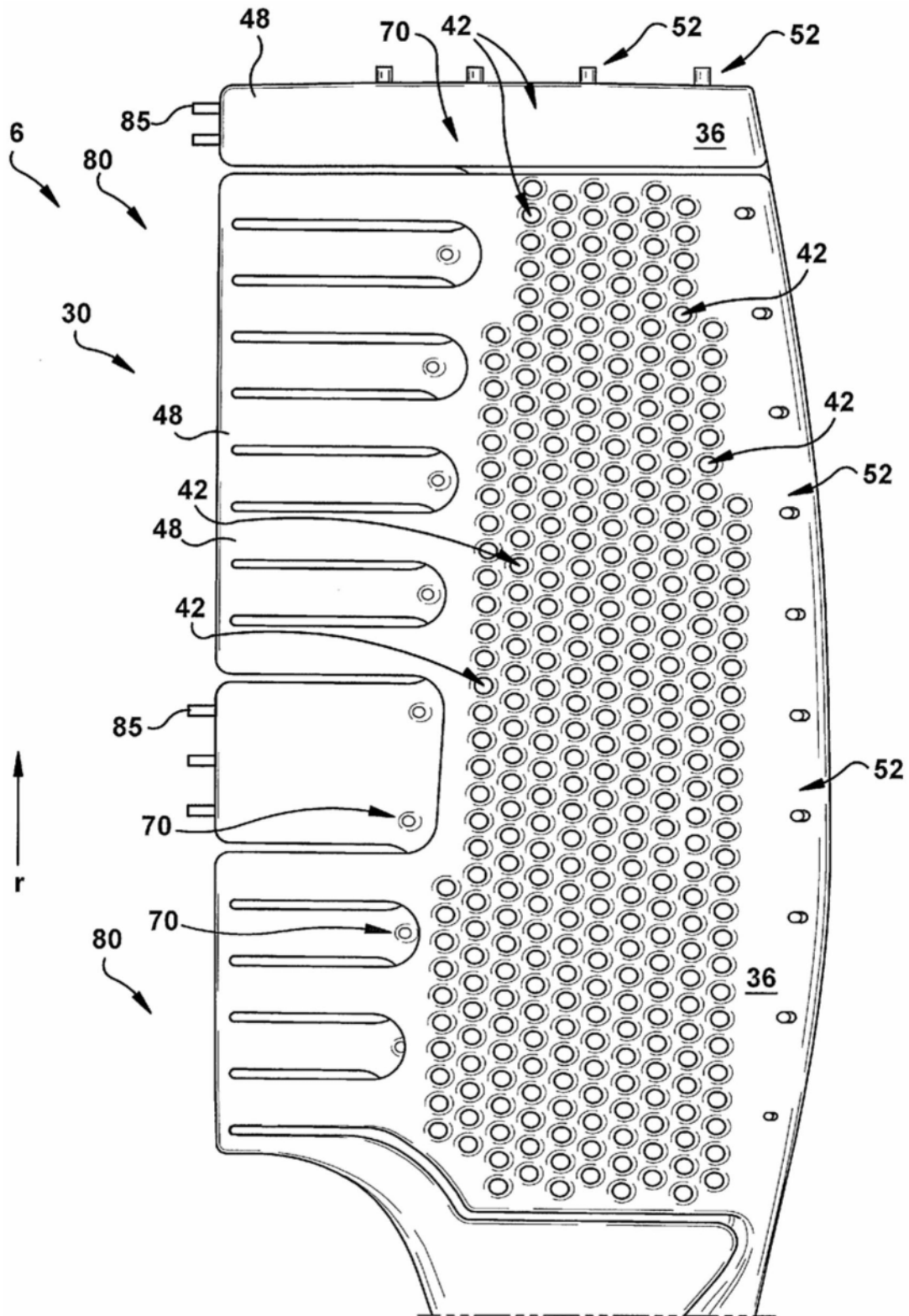


图8

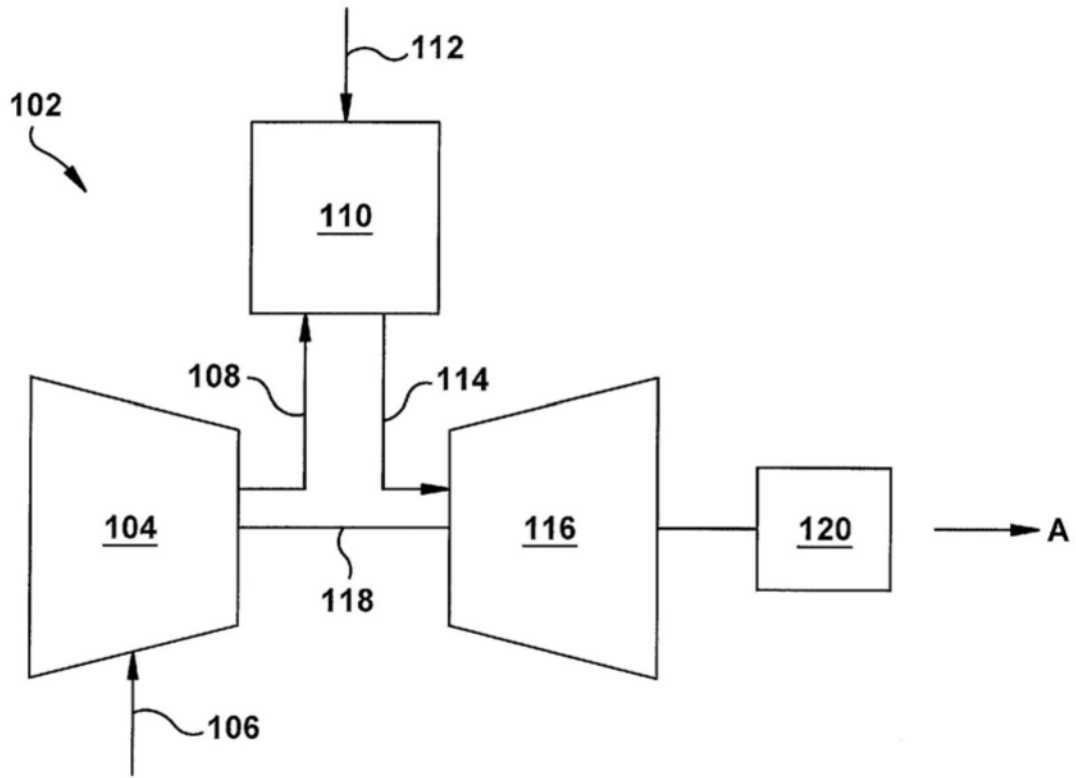


图9