



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118548121 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 27

(21) 申请号 202410679484.0

(22) 申请日 2024.05.29

(71) 申请人 中国联合重型燃气轮机技术有限公司

地址 100016 北京市朝阳区酒仙桥路6号院
4号楼

(72) 发明人 吴宏 翟芳芳 徐进 刘丽芳

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

专利代理师 胡炳旭

(51) Int.Cl.

F01D 5/18 (2006.01)

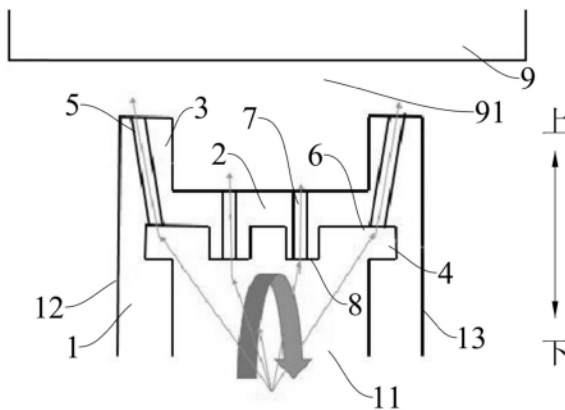
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

具有叶顶冷却功能的叶片和透平

(57) 摘要

本发明提供一种具有叶顶冷却功能的叶片和透平,涉及燃气轮机透平叶片冷却技术领域,包括叶片本体部、盖板部和凸肩部,所述叶片本体部具有冷却工质流道,所述冷却工质流道的内壁面具有朝向所述叶片本体部的压力面和吸力面中的至少一者凹陷的第一凹部;所述盖板部设在所述叶片本体部的顶面,以封盖所述冷却工质流道的顶面;所述盖板部的顶面的外周缘设有所述凸肩部,所述凸肩部和所述盖板部围成凹槽;所述叶片设有第一气膜孔,所述第一气膜孔沿从所述凸肩部的顶面朝向所述叶片本体部的方向延伸且延伸至所述第一凹部的壁面。本发明能够在叶片的凸肩上直接成型出气膜孔,以冷却凸肩,有效防止燃气泄漏损失。



1. 一种具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,包括:

叶片本体部,所述叶片本体部具有冷却工质流道,所述冷却工质流道的内壁面具有朝向所述叶片本体部的压力面和吸力面中的至少一者凹陷的第一凹部;

盖板部,所述盖板部设在所述叶片本体部的顶面,以封盖所述冷却工质流道的顶面;和
凸肩部,所述盖板部的顶面的外周缘设有所述凸肩部,所述凸肩部和所述盖板部围成凹槽;

所述叶片设有第一气膜孔,所述第一气膜孔沿从所述凸肩部的顶面朝向所述叶片本体部的方向延伸且延伸至所述第一凹部的壁面。

2. 根据权利要求1所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,定义所述叶片本体部在具有所述第一凹部的位置处的设计壁厚为 b_1 ,所述设计壁厚为所述叶片本体部未开设所述第一凹部时的壁厚,所述第一凹部的深度 t_1 满足: $0 < 3t_1 \leq b_1$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述第一气膜孔的孔径为 D ,所述凸肩部的厚度为 B , $0 < D \leq 0.5B$;

和/或,所述第一气膜孔有多个,多个所述第一气膜孔包括沿所述凸肩部的厚度方向间隔布置的多列第一气膜孔,每列第一气膜孔包括至少两个沿所述凸肩部的长度方向间隔排布的所述第一气膜孔。

4. 根据权利要求1所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述盖板部的底面设有朝向所述盖板部的顶面凹陷的第二凹部,所述第二凹部和所述第一凹部直接连通。

5. 根据权利要求4所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述盖板部的厚度方向与所述叶片本体部的高度方向一致,定义所述盖板部在具有所述第二凹部的位置处的设计厚度为 b_2 ,所述设计厚度为所述盖板部未开设所述第二凹部时的厚度,所述第二凹部的深度 t_2 满足: $0 < t_2 \leq 0.5b_2$ 。

6. 根据权利要求4或5所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,还包括第二气膜孔,所述第二气膜孔沿从所述盖板部的顶面朝向所述盖板部的底面的方向延伸,且延伸至所述盖板部的底面以与所述冷却工质流道连通。

7. 根据权利要求6所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述盖板部的底面还设有凸起,所述第二气膜孔从所述盖板部的顶面朝向所述盖板部的底面的方向延伸且延伸至所述凸起远离所述盖板的侧面。

8. 根据权利要求7所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述第二气膜孔有多个,多个所述第二气膜孔包括沿所述叶片本体部的厚度方向间隔排布的至少一列第二气膜孔,每列第二气膜孔包括至少两个沿所述叶片本体部的长度方向间隔排布的所述第二气膜孔,所述凸起有多个,多个所述凸起与多个所述第二气膜孔一一对应,或者,每列所述第二气膜孔对应一个所述凸起。

9. 根据权利要求8所述的具有叶顶冷却功能的叶片,其特征在于,所述凸起的外轮廓可为圆形、多边形和任意闭合曲线中的一种。

10. 一种透平,其特征在于,包括:

护环;和

叶片,所述叶片为权利要求1-9中任一项所述的叶片,所述叶片的凸肩部在所述叶片的高度方向上与所述护环间隔开,所述护环、所述凸肩部的顶面和所述叶片的凹槽间限定出

叶顶燃气流道,所述叶片的第一气膜孔与所述叶顶燃气流道连通。

具有叶顶冷却功能的叶片和透平

技术领域

[0001] 本发明涉及燃气轮机透平叶片冷却技术领域,尤其涉及一种具有叶顶冷却功能的叶片和透平。

背景技术

[0002] 燃气轮机通常在高温燃气下运行,尤其是透平中的第一级动叶和第二级动叶,动叶作为旋转部件,与其上方静止的护环之间形成间隙,为了保证燃气轮机运行效率,前两级动叶上常常布置凸肩结构,以减少燃气通过动叶叶顶的泄漏。

[0003] 动叶叶顶的凸肩结构因处于高温燃气下运行,相关技术中,部分现有燃气轮机透平的第一级动叶和第二级动叶的叶顶会在凸肩形成的凹槽内布置气膜孔,如图1所示,以使冷气通过气膜的方式覆盖凸肩,实现对凸肩的冷却目的,但由于燃气在动叶叶顶的流动极其复杂,故很难在凸肩上形成良好的气膜覆盖,以致凸肩经常会超温、出现烧蚀现象,从而产生更多的燃气泄漏,降低了燃气轮机工作效率。

发明内容

[0004] 本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

[0005] 为此,本发明一方面的实施例提出一种具有叶顶冷却功能的叶片,该具有叶顶冷却功能的叶片能够在叶片的凸肩上直接成型出气膜孔,以冷却凸肩,有效防止燃气泄漏损失。

[0006] 本发明另一方面的实施例提出一种透平。

[0007] 根据本发明实施例的一种具有叶顶冷却功能的叶片包括叶片本体部、盖板部和凸肩部,所述叶片本体部具有冷却工质流道,所述冷却工质流道的内壁面具有朝向所述叶片本体部的压力面和吸力面中的至少一者凹陷的第一凹部;所述盖板部设在所述叶片本体部的顶面,以封盖所述冷却工质流道的顶面;所述盖板部的顶面的外周缘设有所述凸肩部,所述凸肩部和所述盖板部围成凹槽;所述叶片设有第一气膜孔,所述第一气膜孔沿从所述凸肩部的顶面朝向所述叶片本体部的方向延伸且延伸至所述第一凹部的壁面。

[0008] 根据本发明实施例的具有叶顶冷却功能的叶片,由成型在冷却工质流道的内壁面上的第一凹部和凸肩部的顶面相配合,构建出在叶片上采用常规工艺手段即可对凸肩部直接加工第一气膜孔的加工条件,降低了凸肩部上直接成型第一气膜孔的工艺难度,而第一气膜孔可使得冷却工质流道内的冷却工质沿第一气膜孔流出至凸肩部的顶面,以实现对凸肩自身的冷却,故相较于相关技术,本发明能够在叶片的凸肩上直接成型出气膜孔,以冷却凸肩,有效防止燃气泄漏损失。

[0009] 在一些实施例中,定义所述叶片本体部在具有所述第一凹部的位置处的设计壁厚为 b_1 ,所述设计壁厚为所述叶片本体部未开设所述第一凹部时的壁厚,所述第一凹部的深度 t_1 满足: $0 < 3t_1 \leq b_1$ 。

[0010] 在一些实施例中,所述第一气膜孔的孔径为 D ,所述凸肩部的厚度为 B , $0 < D \leq$

0.5B。

[0011] 在一些实施例中,所述第一气膜孔有多个,多个所述第一气膜孔包括沿所述凸肩部的厚度方向间隔布置的至少一列第一气膜孔,每列第一气膜孔包括至少两个沿所述凸肩部的长度方向间隔排布的所述第一气膜孔。

[0012] 在一些实施例中,所述盖板部的底面设有朝向所述盖板部的顶面凹陷的第二凹部,所述第二凹部和所述第一凹部直接连通。

[0013] 在一些实施例中,所述盖板部的厚度方向与所述叶片本体部的高度方向一致,定义所述盖板部在具有所述第二凹部的位置处的设计厚度为 b_2 ,所述设计厚度为所述盖板部未开设所述第二凹部时的厚度,所述第二凹部的深度 t_2 满足: $0 < t_2 \leq 0.5b_2$ 。

[0014] 在一些实施例中,所述具有叶顶冷却功能的叶片还包括第二气膜孔,所述第二气膜孔沿从所述盖板部的顶面朝向所述盖板部的底面的方向延伸,且延伸至所述盖板部的底面以与所述冷却工质流道连通。

[0015] 在一些实施例中,所述盖板部的底面还设有凸起,所述第二气膜孔从所述盖板部的顶面朝向所述盖板部的底面的方向延伸且延伸至所述凸起远离所述盖板的侧面。

[0016] 在一些实施例中,所述第二气膜孔有多个,多个所述第二气膜孔包括沿所述叶片本体部的厚度方向间隔排布的多列第二气膜孔,每列第二气膜孔包括至少两个沿所述叶片本体部的长度方向间隔排布的所述第二气膜孔,所述凸起有多个,多个所述凸起与多个所述第二气膜孔一一对应,或者,每列所述第二气膜孔对应一个所述凸起。

[0017] 在一些实施例中,所述凸起的外轮廓可为圆形、多边形和任意闭合曲线中的一种。

[0018] 根据本发明实施例的一种透平包括护环和叶片,所述叶片为上述任一实施例所述的叶片,所述叶片的凸肩部在所述叶片的高度方向上与所述护环间隔开,所述护环、所述凸肩部的顶面和所述叶片的凹槽间限定出叶顶燃气流道,所述叶片的第一气膜孔与所述叶顶燃气流道连通。

[0019] 根据本发明实施例的透平,将叶片设计为在凸肩部上成型有第一气膜孔,以使得冷却工质流道内的冷却工质可沿第一气膜孔流出至凸肩部的顶面,实现对凸肩部的直接冷却,规避凸肩部因处于高温燃气下运行容易超温、出现烧蚀的问题,有效防止燃气泄漏损失,故相较于相关技术,采用该叶片的透平能够保证燃气轮机的工作效率。

[0020] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

[0021] 图1是现有技术中的叶片与护环间的连接结构示意图。

[0022] 图2是根据本发明实施例的具有叶顶冷却功能的叶片的一种结构示意图。

[0023] 图3是图2中的叶片与护环的连接结构示意图。

[0024] 图4是根据本发明实施例的具有叶顶冷却功能的叶片的另一种结构示意图。

[0025] 图5是图4中的叶片与护环的连接结构示意图。

[0026] 附图标记:1、叶片本体部,11、冷却工质流道,12、压力面,13、吸力面,2、盖板部,3、凸肩部,4、第一凹部,5、第一气膜孔,6、第二凹部,7、第二气膜孔,8、凸起,9、护环,91、叶顶燃气流道。

具体实施方式

[0027] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,旨在用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0028] 如图2和图4所示,本发明实施例的一种具有叶顶冷却功能的叶片,包括叶片本体部1、盖板部2和凸肩部3。

[0029] 其中,叶片本体部1具有冷却工质流道11,冷却工质流道11的内壁面具有朝向叶片本体部1的压力面12和吸力面13中的至少一者凹陷的第一凹部4,冷却工质流道11的内壁面即为叶片本体部1中用于围绕成冷却工质流道11的内壁面。

[0030] 其中,盖板部2设在叶片本体部1的顶面,以封盖冷却工质流道11的顶面。

[0031] 其中,盖板部2的顶面的外周缘设有凸肩部3,凸肩部3和盖板部2围成凹槽。

[0032] 叶片设有第一气膜孔5,第一气膜孔5沿从凸肩部3的顶面朝向叶片本体部1的方向延伸且延伸至第一凹部4的壁面,其中,第一凹部4的壁面即为冷却工质流道11的内壁面中用于围绕成第一凹部4的壁面,第一气膜孔5通过凸肩部3将冷却工质流道11与外界相连通。

[0033] 根据本发明实施例的具有叶顶冷却功能的叶片,由成型在冷却工质流道11的内壁面上的第一凹部4和凸肩部3的顶面相配合,构建出在叶片上采用常规工艺手段即可对凸肩部3直接加工第一气膜孔5的加工条件,降低了凸肩部3上直接成型第一气膜孔5的工艺难度,而第一气膜孔5可使得冷却工质流道11内的冷却工质沿第一气膜孔5流出至凸肩的顶面,以实现凸肩自身的冷却,故相较于相关技术,本发明能够在叶片的凸肩上直接成型出气膜孔,以冷却凸肩,有效防止燃气泄漏损失。

[0034] 可以理解的是,冷却工质流道11的内壁面包括邻近叶片本体部1的压力面12的第一壁面和邻近叶片本体部1的吸力面13的第二壁面,本发明在一些实施例中,第一壁面具有朝向叶片本体部1的压力面12凹陷的第一凹部4;在另一些实施例中,第二壁面具有朝向叶片本体部1的吸力面13凹陷的第一凹部4;在又一些实施例中,第一壁面具有朝向叶片本体部1的压力面12凹陷的第一凹部4,且第二壁面具有朝向吸力面13凹陷的第一凹部4。因此,本发明的具有叶顶冷却功能的叶片中,第一凹部4的结构可以分别是前述三个结构。

[0035] 需要说明的是,相关技术中的凸肩,要么无气膜冷却孔结构,要么有气膜冷却孔,但凸肩的高度非常矮,否则气膜孔无法打通。本发明中采用第一凹部4的结构设计,能满足在高凸肩情况下布置气膜孔,有效冷却高凸肩结构。而高凸肩结构相较于低凸肩结构的优点在于:①高凸肩防止燃气泄漏损失的效果更好;②高凸肩比低凸肩更能耐磨,以保护叶片本体部1。

[0036] 如图2和图4所示,在一些实施例中,定义叶片本体部1在具有第一凹部4的位置处的设计壁厚为 b_1 ,设计壁厚为叶片本体部1未开设第一凹部4时的壁厚,第一凹部4的深度 t_1 满足: $0 < 3t_1 \leq b_1$,也即第一凹部4的凹陷深度在叶片本体部1的压力面12(或吸力面13)方向不超过其开设位置处的叶片本体部1的壁厚的三分之一,将第一凹部4的深度 t_1 设计在该范围,既能较便利地开设出第一气膜孔5,还可避免第一凹部4凹陷太深,影响叶片强度,容易出现裂纹的问题。

[0037] 可以理解的是,第一凹部4的具体凹陷深度,还可根据叶片规格和结构强度、凸肩部3的高度、以及对凸肩部3的冷却效果等综合考虑相应设计,在此不再具体展开。同时,第一凹部4的开设,也可以减薄叶片本体部1相应位置处的壁厚,以降低导热热阻,使得凸肩部

3得到更有效的冷却。

[0038] 如图2和图4所示,在一些实施例中,第一气膜孔5的孔径为D,凸肩部3的厚度为B, $0 < D \leq 0.5B$,也即第一气膜孔5的孔径不超过凸肩部3的厚度的二分之一,将第一气膜孔5的孔径设计在该范围,既便于第一气膜孔5的开设,还可避免孔径过大,影响凸肩部强度,容易出现裂纹的问题。

[0039] 可以理解的是,因凸肩部3为环状结构(环状结构与叶片本体部1的叶型随型),故可以对其定义厚度。凸肩部3的厚度方向可与叶片本体部1的厚度方向一致。

[0040] 具体地,凸肩部3的厚度方向和叶片本体部1的厚度方向可为图2中的左右方向。

[0041] 如图2和图4所示,在一些实施例中,第一气膜孔5有多个,多个第一气膜孔5包括沿凸肩部3的厚度方向间隔布置的至少一列第一气膜孔5,每列第一气膜孔5包括至少两个沿凸肩部3的长度方向间隔排布的第一气膜孔5。

[0042] 可以理解的是,凸肩部3的厚度一般不会太厚,故在凸肩部3的厚度方向可布设一列第一气膜孔5,以在保证第一气膜孔5对凸肩部3的冷却效果的同时,进一步简化第一气膜孔5的加工工艺,节省成本。凸肩部3的长度方向即为叶片本体部1的长度方向,也即从叶片的前缘至尾缘的方向。

[0043] 具体地,第一凹部4可沿叶片本体部1的长度方向延伸,第一凹部4与至少一列第一气膜孔5相对应,或者,第一凹部4有多个并沿叶片本体部1的长度方向间隔排布,多个第一凹部4与多个第一气膜孔5一一对应。

[0044] 如图2和图4所示,在一些实施例中,盖板部2的底面设有朝向盖板部2的顶面凹陷的第二凹部6,第二凹部6和第一凹部4直接连通,也即第一凹部4的壁面与第二凹部6的壁面直接连接,形成一个整体凹陷结构,以方便在凸肩部3上成型与冷却工质流道11连通的第一气膜孔5。

[0045] 如图2和图4所示,在一些实施例中,第二凹部6有多个,多个第二凹部6沿叶片本体部1的厚度方向(也即盖板部2的宽度方向)间隔排布,其中,邻近叶片本体部1的压力面12的第二凹部6中,最邻近朝向叶片本体部1的压力面12凹陷的第一凹部4的第二凹部6与相应第一凹部4相连通,也即两者的壁面直接连接,邻近叶片本体部1的吸力面13的第二凹部6中,最邻近朝向叶片本体部1的吸力面13凹陷的第一凹部4的第二凹部6与相应第一凹部4相连通,也即两者的壁面直接连接。

[0046] 可以理解的是,盖板部2的底面上开设的多个第二凹部6,还可增强盖板部2的底面上冷却工质(即冷却流体)的扰动,从而增强冷却工质与壁面的换热,且凹陷结构也增加了换热面积,进一步提升了冷却工质带走壁面热量的能力。

[0047] 如图2和图4所示,在一些实施例中,盖板部2的厚度方向与叶片本体部1的高度方向一致,定义盖板部2在具有第二凹部6的位置处的设计厚度为 b_2 ,设计厚度为盖板部2未开设第二凹部6时的厚度,第二凹部6的深度 t_2 满足: $0 < t_2 \leq 0.5b_2$,也即第二凹部6在凸肩的高度方向的凹陷深度,不超过其开设位置处的盖板部2的厚度的二分之一,将第二凹部6的深度 t_2 设计在该范围,可避免凹陷太深,影响盖板部2强度,容易出现裂纹的问题。

[0048] 同理,可以理解的是,第二凹部6的具体凹陷深度,可根据叶片规格和结构强度、盖板部2的高度、以及对凸肩部3的冷却效果等综合考虑相应设计,在此不再具体展开。同时,第二凹部6的开设,也可以减薄盖板部2相应位置处的壁厚,以降低导热热阻,有利于盖板部

2降温。

[0049] 具体地,盖板部2的厚度方向、叶片本体部1的高度方向和凸肩的高度方向可为图3中的上下方向。

[0050] 如图2和图4所示,在一些实施例中,具有叶顶冷却功能的叶片还包括第二气膜孔7,第二气膜孔7沿从盖板部2的顶面朝向盖板部2的底面的方向延伸,且延伸至盖板部2的底面以与冷却工质流道11连通,从而布置出引向凸肩部3和盖板部2围成的凹槽的气膜孔,以冷却盖板。第二气膜孔7将冷却工质流道11与外界相连通。

[0051] 如图2和图4所示,在一些实施例中,盖板部2的底面还设有凸起8,第二气膜孔7从盖板部2的顶面朝向盖板部2的底面的方向延伸且延伸至凸起8远离盖板的侧面,也即第二气膜孔7贯穿凸起8与冷却工质流道11连通。

[0052] 可以理解的是,盖板部2的底面,可增强盖板部2的底面上冷却工质(即冷却流体)的扰动,从而增强冷却工质与壁面的换热,且凸起8结构也增加了换热面积,进一步提升了冷却工质带走壁面热量的能力,同时,因为有凸起8的存在,也使得第二气膜孔7的长度增加,冷气带走的热量增加,冷却效果更好。

[0053] 需要说明的是,换热量 $Q=h*A*\Delta T$,其中,h为换热系数,A为换热面积, ΔT 为壁温与冷气的温差,第二气膜孔7长度增加,则换热面积增加,故使得冷气带走的热量增加。凸起8会增加盖板部2的厚度,第二凹部6则减薄盖板部2,同时凸起8与第二气膜孔7结合实现冷却,且凸起8结构是在盖板部2的中间部分,一般盖板部2整体是较薄的,因此,总的效果是有利于盖板部2降温的。

[0054] 如图2和图4所示,在一些实施例中,第二气膜孔7有多个,多个第二气膜孔7包括沿叶片本体部1的厚度方向间隔排布的多列第二气膜孔7,每列第二气膜孔7包括至少两个沿叶片本体部1的长度方向间隔排布的第二气膜孔7,凸起8有多个,多个凸起8与多个第二气膜孔7一一对应,或者,每列第二气膜孔7对应一个凸起8,此时,凸起8沿叶片本体部1的长度方向延伸。

[0055] 需要说明的是,凸起8有多个时,任意相邻两个凸起8间会在盖板部2的底面上形成凹槽,该凹槽与位于盖板部2的中间部分的多个第二凹部6在盖板部2上非一体结构,也即该凹槽与第二凹部6是成型在盖板部2上的两个不同的凹陷结构。

[0056] 如图2和图4所示,在一些实施例中,凸起8的外轮廓可为圆形、多边形和任意闭合曲线中的一种。

[0057] 如图3和图5所示,本发明实施例的一种透平包括护环9和叶片,叶片为上述任一实施例的叶片,叶片的凸肩部3在叶片的高度方向上与护环9间隔开,护环9、凸肩部3的顶面和叶片的凹槽间限定出叶顶燃气流道91,叶片的第一气膜孔5与叶顶燃气流道91连通,其中,叶片的高度方向可为图中的上下方向。

[0058] 根据本发明实施例的透平,将叶片设计为在凸肩部3上成型有第一气膜孔5,以使得冷却工质流道11内的冷却工质可沿第一气膜孔5流出至凸肩部3的顶面,实现对凸肩部3的直接冷却,规避凸肩部3因处于高温燃气下运行容易超温、出现烧蚀的问题,有效防止燃气泄漏损失,故相较于相关技术,采用该叶片的透平能够保证燃气轮机的工作效率。

[0059] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时

针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0060] 此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本发明的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。

[0061] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接或彼此可通讯;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0062] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0063] 在本发明中,术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0064] 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例,可以理解的是,上述实施例是示例性的,不能理解为对本发明的限制,本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

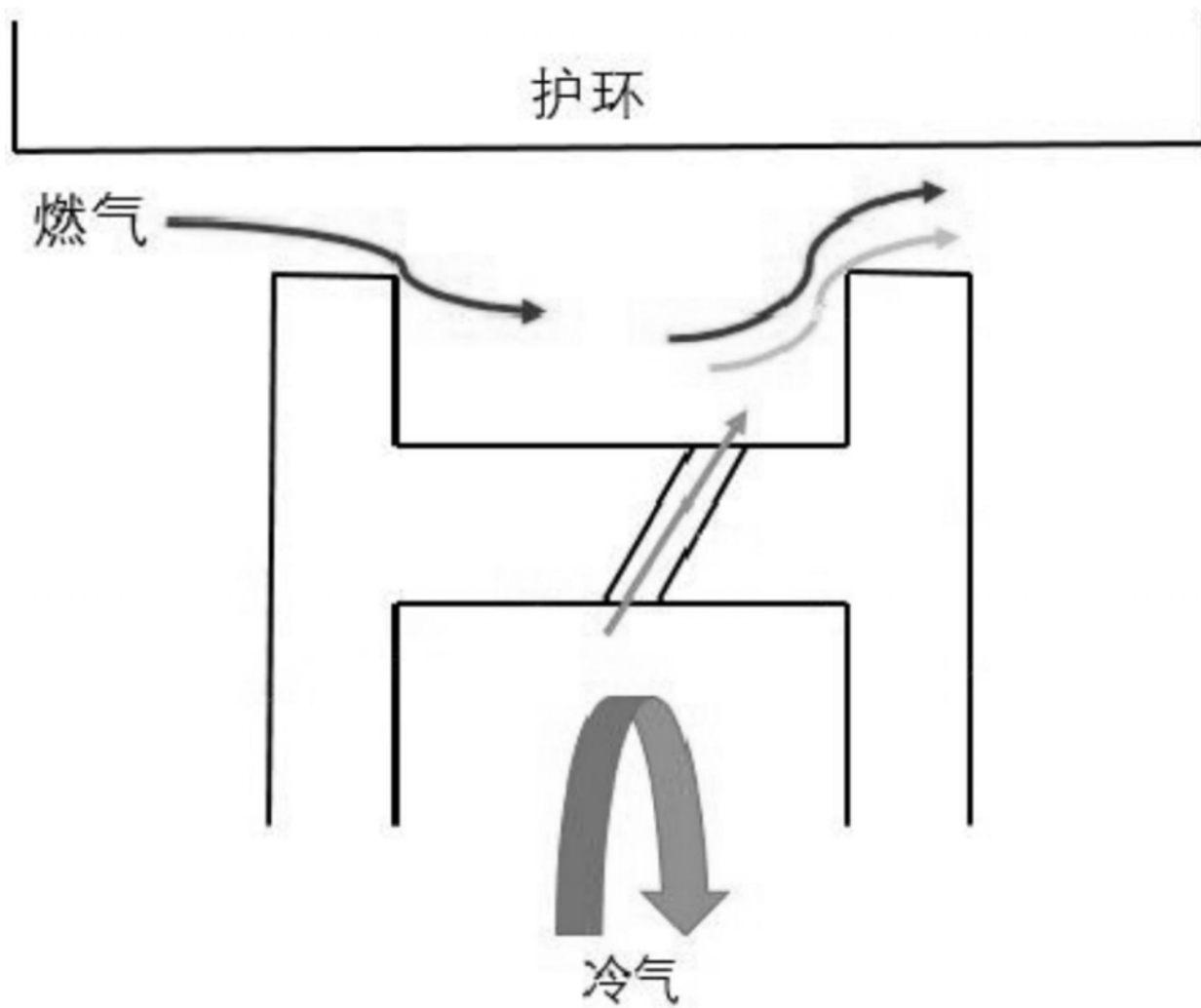


图1

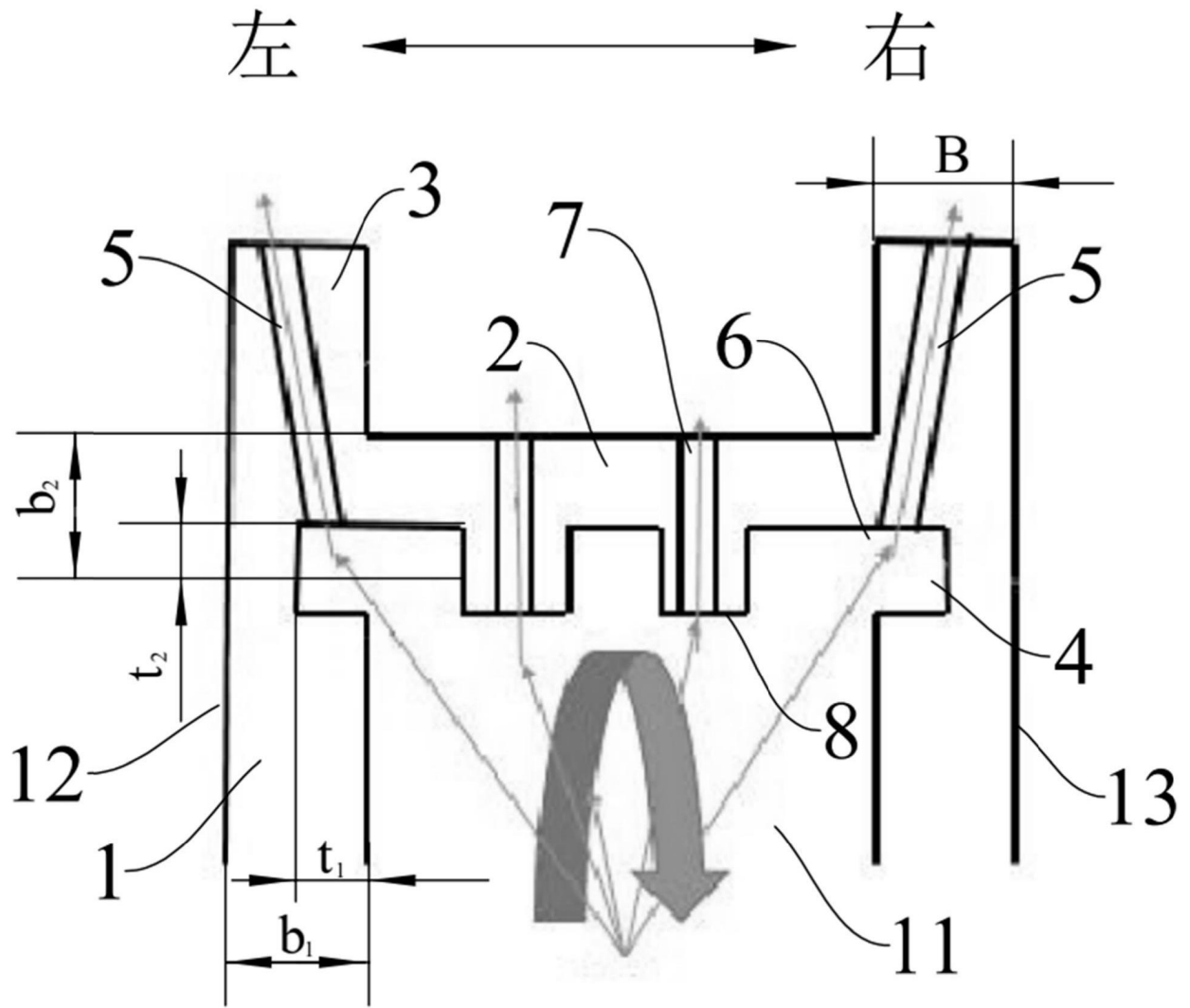


图2

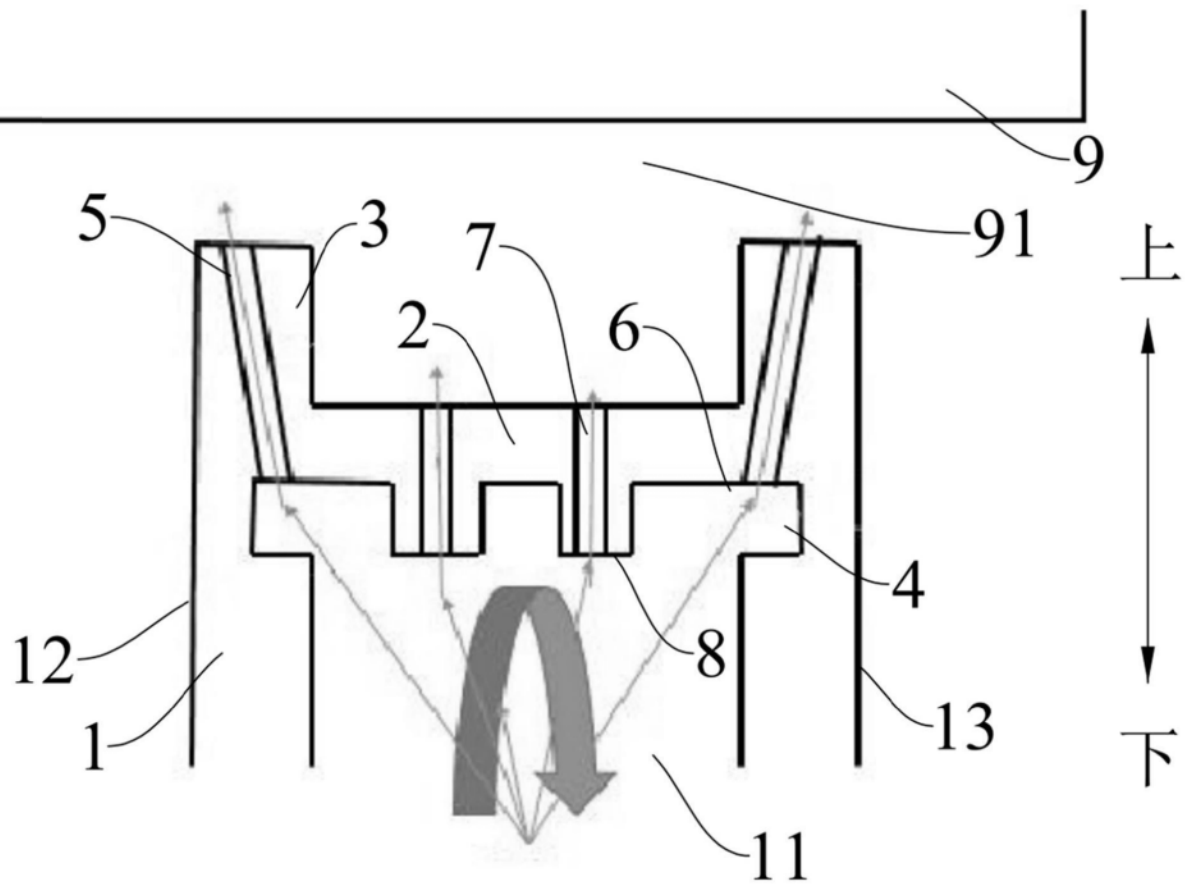


图3

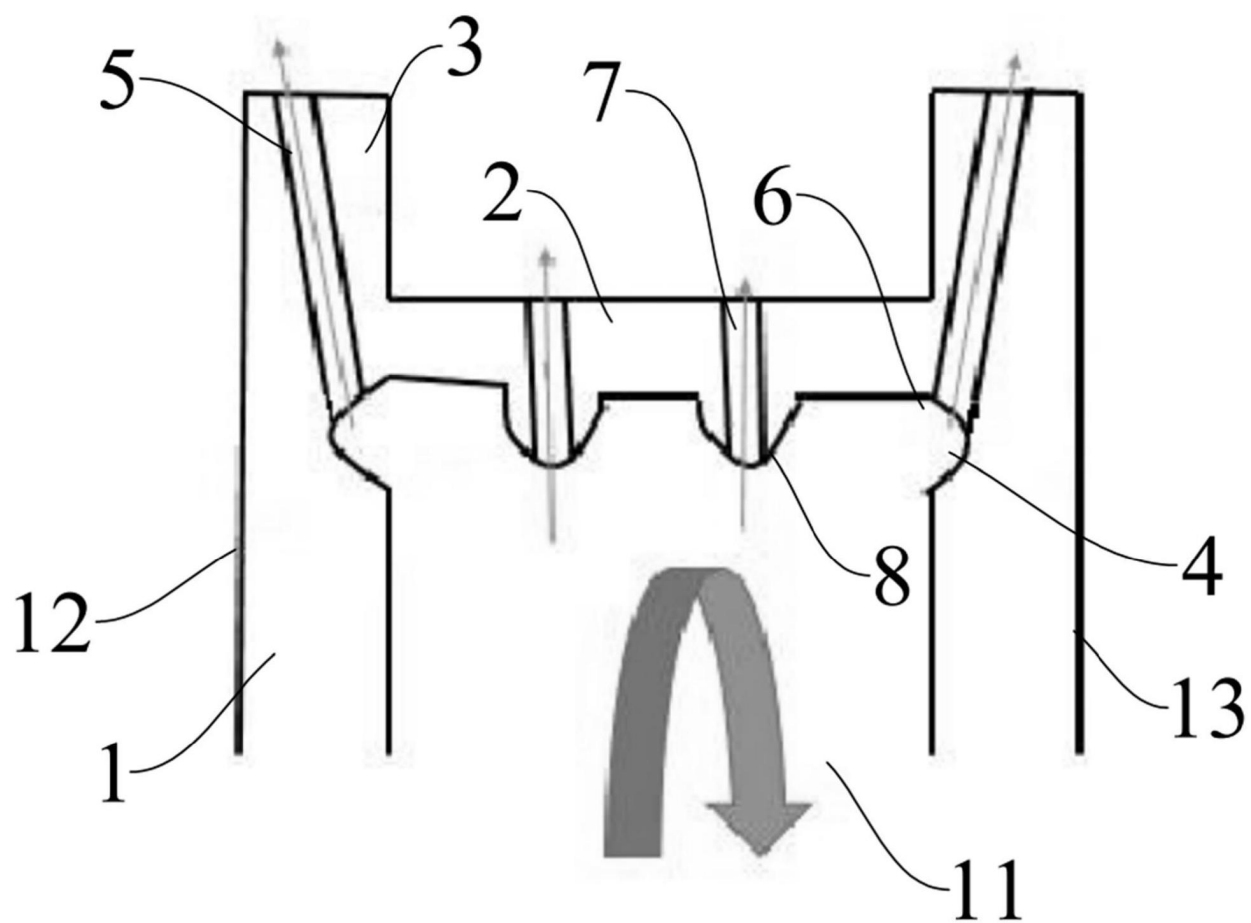


图4

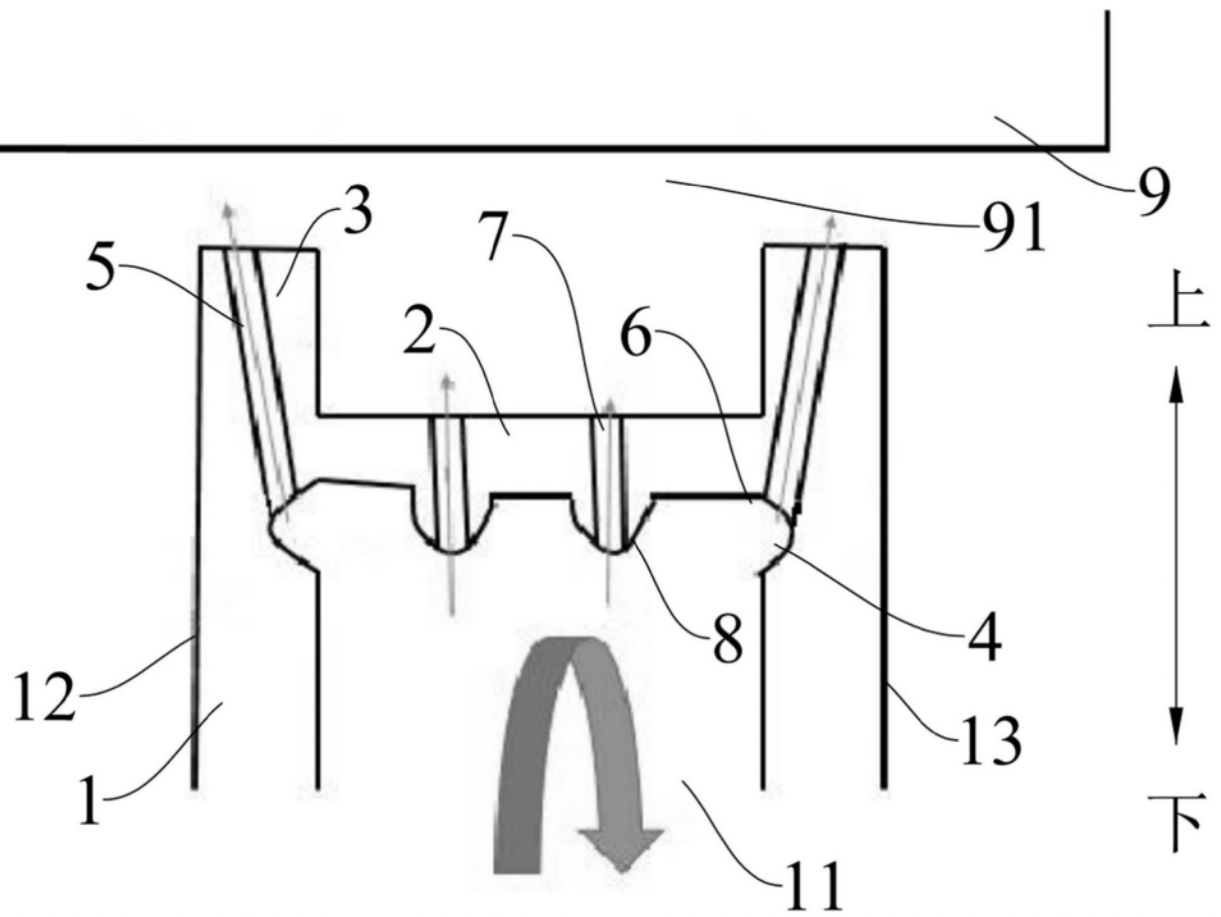


图5