



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117027961 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 01

(21) 申请号 202311290604.X

(22) 申请日 2023.10.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117027961 A

(43) 申请公布日 2023.11.10

(73) 专利权人 中国航发燃气轮机有限公司
地址 110167 辽宁省沈阳市浑南新区银卡路10号信安达大厦B座

(72) 发明人 李明

(74) 专利代理机构 北京箴思知识产权代理有限公司 11913
专利代理师 卫远东

(51) Int. Cl.
F01D 5/30 (2006.01)
F01D 11/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 106103898 A, 2016.11.09
- CN 1197502 A, 1998.10.28
- GB 703173 A, 1954.01.27
- DE 3023167 A1, 1981.01.15
- CN 114109903 A, 2022.03.01
- CN 116624231 A, 2023.08.22
- US 4936749 A, 1990.06.26
- EP 0816726 A1, 1998.01.07

审查员 王浩泽

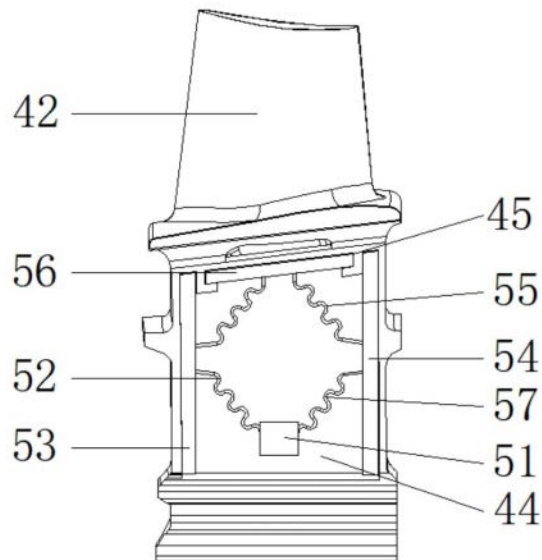
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种涡轮叶片

(57) 摘要

本申请公开了一种涡轮叶片,涉及涡轮技术领域。该涡轮叶片包括:伸根;开设于所述伸根第一侧面的第一凹槽、开设于相邻伸根第二侧面的第二凹槽;所述伸根的第一侧面和所述相邻伸根的第二侧面之间形成有伸根间隙;所述第一凹槽和所述第二凹槽形成密封腔;设置于所述密封腔内的配重块、第一密封条和第二密封条;所述第一密封条和所述第二密封条通过连接组件与所述配重块相连接;若涡轮叶片围绕旋转轴转动,则所述配重块能够借助离心力和连接组件向所述第一密封条和所述第二密封条施加推力。本申请能够借助配重块的离心力推动第一密封条和第二密封条对伸根间隙进行密封。其密封性能不受密封腔内部的粗糙度影响。



1. 一种涡轮叶片,其特征在于,包括:

伸根(41);

开设于所述伸根(41)第一侧面的第一凹槽(44)、开设于相邻伸根(411)第二侧面的第二凹槽(46);所述伸根(41)的第一侧面和所述相邻伸根(411)的第二侧面之间形成有伸根间隙(3);所述第一凹槽(44)和所述第二凹槽(46)形成密封腔(49);

设置于所述密封腔(49)内的配重块(51)、第一密封条(53)和第二密封条(54);所述第一密封条(53)和所述第二密封条(54)通过连接组件与所述配重块(51)相连接;若涡轮叶片围绕旋转轴(6)转动,则所述配重块(51)能够借助离心力(F1)和连接组件向所述第一密封条(53)和所述第二密封条(54)施加推力,以使所述第一密封条(53)和所述第二密封条(54)与所述密封腔(49)的侧面相抵触。

2. 根据权利要求1所述的涡轮叶片,其特征在于,所述连接组件包括:

至少一个第一连接件(52);每个第一连接件(52)的第一端均与所述配重块(51)相连接,第二端均与所述第一密封条(53)相连接;每个第一连接件(52)由第一端指向第二端的方向与所述离心力(F1)方向所形成的夹角为锐角;

至少一个第二连接件(57);每个第二连接件(57)的第一端均与所述配重块(51)相连接,第二端均与所述第二密封条(54)相连接;每个第二连接件(57)由第一端指向第二端的方向与所述离心力(F1)方向所形成的夹角为锐角。

3. 根据权利要求2所述的涡轮叶片,其特征在于,每个第一连接件(52)由第一端指向第二端的方向与所述离心力(F1)方向所形成的夹角大于等于 30° ,小于等于 60° ;每个第二连接件(57)由第一端指向第二端的方向与所述离心力(F1)方向所形成的夹角大于等于 30° ,小于等于 60° 。

4. 根据权利要求2所述的涡轮叶片,其特征在于,各个第一连接件(52)和各个第二连接件(57)均为弹性件。

5. 根据权利要求2所述的涡轮叶片,其特征在于,各个第一连接件(52)和各个第二连接件(57)均为非弹性件,每个第一连接件(52)的第一端均与所述配重块(51)相铰接,第二端均与所述第一密封条(53)相铰接;每个第二连接件(57)的第一端均与所述配重块(51)相铰接,第二端均与所述第二密封条(54)相铰接。

6. 根据权利要求1至5中任意一项所述的涡轮叶片,其特征在于,还包括限制结构,所述限制结构用于限制所述第一密封条(53)和所述第二密封条(54)靠近所述配重块(51)。

7. 根据权利要求6所述的涡轮叶片,其特征在于,所述限制结构包括:

设置于所述第一凹槽(44)或者所述第二凹槽(46)内的卡接槽(45);

卡接块(56),与所述卡接槽(45)相适配;

至少两个具有弹性的第三连接件(55),每个第三连接件(55)的第一端均与所述卡接块(56)相连接;其中至少一个第三连接件(55)的第二端与所述第一密封条(53)相连接,其余的第三连接件(55)的第二端与所述第二密封条(54)相连接。

8. 根据权利要求6所述的涡轮叶片,其特征在于,所述限制结构包括:

设置于所述第一凹槽(44)或者所述第二凹槽(46)内的卡接槽(45);

卡接块(56),与所述卡接槽(45)相适配;

至少一个具有弹性的第三连接件(55),每个第三连接件(55)的第一端均与所述卡接块

(56)相连接;每个第三连接件(55)的第二端均与所述配重块(51)相连接。

9.根据权利要求1至5中任意一项所述的涡轮叶片,其特征在于,所述密封腔(49)的侧面形成有凹陷(47)或者凸起(48),所述第一密封条(53)与所述凹陷(47)或者所述凸起(48)相适配;所述第二密封条(54)与所述凹陷(47)或者所述凸起(48)相适配。

10.根据权利要求9所述的涡轮叶片,其特征在于,所述凹陷(47)或者所述凸起(48)的外表面为斜面或者曲面。

一种涡轮叶片

技术领域

[0001] 本申请涉及涡轮技术领域,具体为一种涡轮叶片。

背景技术

[0002] 燃气轮机或航空发动机的涡轮叶片沿周向布置在涡轮盘上。考虑到冷态的装配性和热态的膨胀和离心作用,相邻涡轮叶片的伸根之间需预留一定的间隙。需要清楚的是,燃气轮机或航空发动机是通过高温燃气驱动涡轮叶片进行转动而做功。若伸根存在间隙,则高温燃气会从间隙溢出,进而降低燃气轮机或者航空发动机的工作效率。为了避免高温燃气由该间隙泄漏,通常采用封严插片或者端面挡板对间隙进行密封。现有技术中,封严插片具有结构复杂,装配难度较大,易磨损等缺点,而端面挡板增加了涡轮的质量,涡轮质量增加,其工作效率降低,并且需设计紧固结构以固定端面挡板,结构也较为复杂。为了解决上述技术问题,申请号为202310879847.0的中国专利申请公开了一种涡轮叶片,其通过特定条件下的第一凹槽约束活动柱,以使活动柱能够将自身的离心力转化为对相邻两个伸根之间压力,从而实现密封功能。此种密封方式,首先对第一凹槽的光滑度要求较高,若第一凹槽与活动柱的摩擦力较大,则难以使得活动柱滑动,也就是说,若活动柱无法滑动,则无法对伸根间隙进行密封。其次活动柱对相邻两个伸根之间施加的压力大小主要取决于活动柱本身的质量以及涡轮转速,若高温燃气的压力较大,在某些应用场景下(例如:对活动柱本身的质量需要进行限制,或者低工况下涡轮转速较低)则只通过活动柱本身所产生的压力也难以对伸根间隙进行密封。

发明内容

[0003] 本申请的目的在于提供一种涡轮叶片,以解决现有技术中借助离心力对伸根间隙进行密封的装置密封效果不好的技术问题。

[0004] 为实现上述目的,本申请提供一种涡轮叶片,该涡轮叶片包括:伸根;开设于所述伸根第一侧面的第一凹槽、开设于相邻伸根第二侧面的第二凹槽;所述伸根的第一侧面和所述相邻伸根的第二侧面之间形成有伸根间隙;所述第一凹槽和所述第二凹槽形成密封腔;设置于所述密封腔内的配重块、第一密封条和第二密封条;所述第一密封条和所述第二密封条通过连接组件与所述配重块相连接;若涡轮叶片围绕旋转轴转动,则所述配重块能够借助离心力和连接组件向所述第一密封条和所述第二密封条施加推力,以使所述第一密封条和所述第二密封条与所述密封腔的侧面相抵触。

[0005] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,所述连接组件包括:至少一个第一连接件;每个第一连接件的第一端均与所述配重块相连接,第二端均与所述第一密封条相连接;每个第一连接件由第一端指向第二端的方向与所述离心力方向所形成的夹角为锐角;至少一个第二连接件;每个第二连接件的第一端均与所述配重块相连接,第二端均与所述第二密封条相连接;每个第二连接件由第一端指向第二端的方向与所述离心力方向所形成的夹角为锐角。

[0006] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,每个第一连接件由第一端指向第二端的方向与所述离心力方向所形成的夹角大于等于 30° ,小于等于 60° ;每个第二连接件由第一端指向第二端的方向与所述离心力方向所形成的夹角大于等于 30° ,小于等于 60° 。

[0007] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,各个第一连接件和各个第二连接件均为弹性件。

[0008] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,各个第一连接件和各个第二连接件均为非弹性件,每个第一连接件的第一端均与所述配重块相铰接,第二端均与所述第一密封条相铰接;每个第二连接件的第一端均与所述配重块相铰接,第二端均与所述第二密封条相铰接。

[0009] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,还包括限制结构,所述限制结构用于限制所述第一密封条和所述第二密封条靠近所述配重块。

[0010] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,所述限制结构包括:设置于所述第一凹槽或者所述第二凹槽内的卡接槽;卡接块,与所述卡接槽相适配;至少两个具有弹性的第三连接件,每个第三连接件的第一端均与所述卡接块相连接;其中至少一个第三连接件的第二端与所述第一密封条相连接,其余的第三连接件的第二端与所述第二密封条相连接。

[0011] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,所述限制结构包括:设置于所述第一凹槽或者所述第二凹槽内的卡接槽;卡接块,与所述卡接槽相适配;至少一个具有弹性的第三连接件,每个第三连接件的第一端均与所述卡接块相连接;每个第三连接件的第二端均与所述配重块相连接。

[0012] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,所述密封腔的侧面形成有凹陷或者凸起,所述第一密封条与所述凹陷或者所述凸起相适配;所述第二密封条与所述凹陷或者所述凸起相适配。

[0013] 作为本申请技术方案中一个具体的方案,所述凹陷或者所述凸起的外表面为斜面或者曲面。

[0014] 与现有技术相比,本申请的有益效果是:

[0015] 能够借助配重块的离心力推动第一密封条和第二密封条对伸根间隙进行密封。其密封性能不受密封腔内部的粗糙度影响,也就是说,在本申请的实施例中,可以将配重块设置成与密封腔表面接触面积较大的任意形状,以便于可以通过调节配置块的质量,以使涡轮在最低工况下,第一密封条和第二密封条也能够对伸根间隙进行密封。

附图说明

[0016] 图1为本申请实施例所提出的涡轮叶片的主视图;

[0017] 图2为本申请实施例所提出的两个涡轮叶片形成伸根间隙的示意图;

[0018] 图3为本申请实施例所提出的涡轮叶片的立体图;

[0019] 图4为本申请实施例所提出的涡轮叶片的右视图;

[0020] 图5为本申请实施例所提出的一种限制结构的示意图;

[0021] 图6为本申请实施例所提出的又一种限制结构的示意图;

[0022] 图7为本申请实施例所提出的另一种限制结构的示意图;

[0023] 图8为本申请实施例所提出的第一密封条和第二密封条的受力分析图;

[0024] 图9为本申请实施例所提出的一种密封腔按照图2中A-A线的剖视图;

[0025] 图10为本申请实施例所提出的又一种密封腔按照图2中A-A线的剖视图。

[0026] 图中:1、第一涡轮叶片;2、第二涡轮叶片;3、伸根间隙;41、伸根;411、相邻伸根;42、叶片本体;43、榫头;44、第一凹槽;45、卡接槽;46、第二凹槽;47、凹陷;48、凸起;49、密封腔;51、配重块;52、第一连接件;53、第一密封条;54、第二密封条;55、第三连接件;56、卡接块;57、第二连接件;58、限位弹簧;6、旋转轴。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0028] 需要说明的是,在本申请的描述中,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”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申请和简化描述,并不是指示或暗示所指的装置或元件所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申请的限制。

[0029] 此外,应当理解,为了便于描述,附图中所示出的各个部件的尺寸并不按照实际的比例关系绘制,例如某些层的厚度或宽度可以相对于其他层有所夸大。

[0030] 应注意的是,相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义或说明,则在随后的附图的说明中将不需要再对其进行进一步的具体讨论和描述。

[0031] 在理解本申请的实施例之前,需要清楚的是,涡轮是一种用在航空发动机或燃气轮机中的必要部件。航空发动机或燃气轮机,通过利用高温燃气带动涡轮进行转动做功,并对外输出功率。由于涡轮是成熟的现有技术,因此不做过多赘述。

[0032] 具体的,现有技术中的涡轮叶片如图1所示,包括依次连接的叶片本体42、伸根41和榫头43。其中,叶片本体42在涡轮工作中起到了转换能量的重要作用。当高温高压的气流经过叶片本体42时,叶片本体42将气流的能量转化为机械能,驱动涡轮旋转。榫头43主要是用于与涡轮盘(图中未示出)进行连接。伸根41主要是为了降低叶片本体42振动、以及引导冷却空气,从而优化涡轮的工作效率。

[0033] 具体的,现有技术中,涡轮是由多个涡轮叶片和一个涡轮盘组成的。如图2所示(图中未示出涡轮盘,以及只示出两个涡轮叶片),在涡轮盘上相邻的两个涡轮叶片分别为第一涡轮叶片1和第二涡轮叶片2,第一涡轮叶片1和第二涡轮叶片2的伸根之间形成有伸根间隙3。

[0034] 具体的,如图2所示,第一涡轮叶片1和第二涡轮叶片2的伸根之间形成有伸根间隙3。容易理解的是,伸根间隙3是由第一涡轮叶片1和第二涡轮叶片2的伸根之间相对的侧面所构成的。容易联想到的是,每个涡轮叶片的伸根与其相邻两侧涡轮叶片的伸根均能够形成伸根间隙3,也就是说每个涡轮叶片伸根均具有两个用于形成伸根间隙3的侧面。在本申请中,将这两个侧面分别命名为第一侧面和第二侧面,例如:第一涡轮叶片1的伸根具有一个第一侧面和一个第二侧面,第二涡轮叶片2也具有一个第一侧面和一个第二侧面。需要清

楚的是,第一涡轮叶片1上伸根的第一侧面和第二涡轮叶片2上伸根的第二侧面之间形成伸根间隙3,第一涡轮叶片1上伸根的第二侧面与另一涡轮叶片(图中未示出)伸根的第一侧面形成另一伸根间隙3。

[0035] 在了解本申请的实施例之前,还需要清楚的是,申请号为202310879847.0的中国专利申请为了降低活动柱与第一凹槽的摩擦力,将活动柱设置为圆柱形。而圆柱形的活动柱其在长期的使用过程中,与第一凹槽所产生的接触面积较小(也即压强较大),较大的压强容易使得第一凹槽的表面产生凹坑(也即增大与活动柱的摩擦力)造成伸根间隙密封不严。因此,只能减小活动柱的质量,以使活动柱与第一凹槽的压强减小。换句话说,若活动柱的质量较小,则某些应用场景下,活动柱难以对伸根间隙进行密封。

[0036] 为了对上述的伸根间隙3进行密封,本申请的实施例提出一种涡轮叶片,具体的,如图3至图10所示,该涡轮叶片包括伸根41、开设于伸根41第一侧面的第一凹槽44、开设于相邻伸根411第二侧面的第二凹槽46、配重块51、第一密封条53和第二密封条54。

[0037] 具体的,在本申请的实施例中,如图9和图10所示,伸根41的第一侧面和相邻伸根411的第二侧面之间形成有伸根间隙3;第一凹槽44和第二凹槽46形成密封腔49。配重块51、第一密封条53和第二密封条54设置于密封腔49的内部。第一密封条53和第二密封条54通过连接组件与配重块51相连接。如图8所示,若涡轮叶片围绕旋转轴6转动,则配重块51能够借助离心力 F_1 和连接组件向第一密封条53和第二密封条54施加推力,以使第一密封条53和第二密封条54与密封腔49的侧面相抵触。

[0038] 需要清楚的是,在本申请的实施例中,为了第一密封条53和第二密封条54能够封严伸根间隙3,在进行设计时,需要第一密封条53和第二密封条54沿第一方向上的厚度大于伸根间隙3,第一方向垂直于第一侧面。

[0039] 需要清楚的是,涡轮在转动时能够对其本体上的各个零件产生离心力。如图8所示,若涡轮以旋转轴6为中心轴进行中心旋转,则能够对配重块51产生一个垂直于旋转轴6的离心力 F_1 。而该离心力 F_1 能够通过连接组件传递给第一密封条53一个推力 F_2 ;传递给第二密封条54一个推力 F_3 。将推力 F_2 进行分解,得到一个平行于旋转轴6的推力 F_4 和一个垂直于旋转轴6的推力 F_5 。其中推力 F_4 能够使得第一密封条53与密封腔49的侧面相抵触,进而实现伸根间隙3的密封。容易理解的是,在本申请的实施例中,将推力 F_3 进行分解,得到一个平行于旋转轴6的推力 F_6 和一个垂直于旋转轴6的推力 F_7 。其中推力 F_6 能够使得第一密封条53与密封腔49的另一个侧面相抵触,进而实现伸根间隙3的密封。

[0040] 需要清楚的是,在本申请的实施例中连接组件需要具有一定的刚性才能传递推力,若连接组件不具有刚性(例如:软绳或者链条),也即连接组件不能够传递推力,则如图8所示,配重块51在离心力的作用下只能向第一密封条53和第二密封条54施加拉力,以使第一密封条53和第二密封条54具有相互靠近的趋势。也就是说,第一密封条53和第二密封条54与密封腔49的侧面无法抵触。换句话说,第一密封条53和第二密封条54无法对伸根间隙进行密封,也就无法解决背景技术中所提出的技术问题。

[0041] 需要清楚的是,如图9和图10所示,密封腔49是由第一凹槽44和第二凹槽46拼接形成的。也就是说,密封腔49的侧面是由第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面拼接形成的。换句话说,若要对伸根间隙3进行密封,则需要使得第一密封条53或者第二密封条54能够同时与第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面相抵触。在本申请的实施例中密封腔49的侧面

可以垂直于旋转轴6(也即涡轮的轴心线)。也就是说,第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面位于同一平面内(图中未示出)。在生产制造过程中或者长期的使用过程中,若伸根41与相邻伸根411产生沿旋转轴6方向上的错位,则第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面之间形成台阶(也即第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面平行但不在同一平面内)。需要清楚的是,若第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面之间形成台阶,则第一密封条53或者第二密封条54难以同时与第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面都形成抵触。也就是说,若第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面之间形成台阶,则第一密封条53或者第二密封条54难以对伸根间隙3进行密封。

[0042] 在本申请的一个实施例中,为了使得即使伸根41与相邻伸根411产生沿旋转轴6方向上的错位,第一密封条53或者第二密封条54也能够对伸根间隙3进行密封,如图9所示,密封腔49的侧面形成有凹陷47,此时,第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面相交(也即不平行)。在进行设计时,需要使得第一密封条53与凹陷47相适配,第二密封条54也与凹陷47相适配。也即在第一密封条53或者第二密封条54设置于所述凹陷47相对应的凸起,即使伸根41与相邻伸根411产生沿旋转轴6方向上的错位,凸起与凹陷47也能够很好的贴合。容易理解的是,为了解决上述的技术问题,在本申请的另一个实施例中,如图10所示,密封腔49的侧面形成有凸起48,此时,第一凹槽44的侧面和第二凹槽46的侧面相交(也即不平行)。在进行设计时,需要使得第一密封条53与凸起48相适配,第二密封条54也与凸起48相适配。也即在第一密封条53或者第二密封条54设置于所述凸起48相对应的凹陷,即使伸根41与相邻伸根411产生沿旋转轴6方向上的错位,凸起48与凹陷也能够很好的贴合。

[0043] 需要清楚的是,如图9和图10所示,在本申请的实施例中凹陷47或者凸起48可以使得密封腔49的侧面形成斜面。容易理解的是,在本申请的其他实施例中,密封腔49的侧面也可以形成曲面(图中未示出)。

[0044] 由前文可知,在本申请的实施例中,连接组件可以是任意能够传递推力的部件。在本申请的一个实施例中,如图3至图8所示,连接组件包括至少一个第一连接件52和至少一个第二连接件57。其中,每个第一连接件52的第一端均与配重块51相连接,第二端均与第一密封条53相连接。每个第二连接件57的第一端均与配重块51相连接,第二端均与第二密封条54相连接。

[0045] 由图8可知,第一连接件52由第一端指向第二端的方向与离心力 F_1 方向所形成的夹角为角 B 。具体的,在本申请的实施例中,第一连接件52由第一端指向第二端的方向是指平行于第一连线的方向。第一连线是指第一连接件52第一端面任意一点与第一连接件52第二端面任意一点的连线。在本申请的实施例中,该任意一点可以是面的中心点、重心点或者质心点(下文中的每个第二连接件57由第一端指向第二端的方向也是类似,后续不做赘述)。由此可知,推力 F_4 可以近似等于 $F_5 \cdot \tan(\text{角}B)$,若角 B 大于等于 90° ,则推力 F_4 趋近于0,也就是说第一连接件52无法与密封腔49的侧壁相贴合,换句话说第一连接件52无法密封伸根间隙3。因此,在本申请的实施例中,每个第一连接件52由第一端指向第二端的方向与离心力 F_1 方向所形成的夹角为锐角。

[0046] 基于与上述同样的理由,在本申请的一个实施例中,每个第二连接件57由第一端指向第二端的方向与离心力 F_1 方向所形成的夹角(图中未示出)也为锐角。

[0047] 需要清楚的是,在本申请的实施例中 $F_5 + F_7 = F_1$,并且 F_5 和 F_7 均不可能等于0。由前

文可知, $F_4 \approx F_5 \cdot \tan(\text{角}B)$, 为了保证第一密封条53能够与密封腔49的侧面产生足够的抵触力, 每个第一连接件52由第一端指向第二端的方向与离心力 F_1 方向所形成的夹角大于等于 30° , 小于等于 60° 。具体的, 其可以为 30° 、 35° 、 40° 、 45° 、 50° 、 55° 和 60° 中任意一个度数, 也可以是上述相邻两个度数之间的任意度数。

[0048] 基于与上述同样的理由, 在本申请的一个实施例中, 每个第二连接件57由第一端指向第二端的方向与离心力 F_1 方向所形成的夹角大于等于 30° , 小于等于 60° 。具体的, 其可以为 30° 、 35° 、 40° 、 45° 、 50° 、 55° 和 60° 中任意一个度数, 也可以是上述相邻两个度数之间的任意度数。

[0049] 在本申请的实施例中, 如图3至图5所示, 各个第一连接件52和各个第二连接件57均为弹性件。例如: 弹性件可以弹簧、弹性直杆、弹性曲杆或者弹性片等。在本申请的其他实施例中, 如图6和图7所示, 各个第一连接件52和各个第二连接件57均为非弹性件。也就是说第一连接件52和第二连接件57不能够发生弹性形变。此时则需要每个第一连接件52的第一端均与配重块51相铰接, 第二端均与第一密封条53相铰接; 每个第二连接件57的第一端均与配重块51相铰接, 第二端均与第二密封条54相铰接。

[0050] 由前文可知, 在本申请的实施例中连接组件需要具有一定的刚性, 以避免连接组件无法向第一密封条53和第二密封条54施加推力。因此, 在本申请的实施例中, 若各个第一连接件52和各个第二连接件57均为弹性件, 则在设计过程中各个弹性件也需要满足上述刚性的需求。

[0051] 容易联想的是, 在本申请的一些实施例中, 可以根据需要选择第一连接件52或者第二连接件57的具体形式。例如: 可以将所有的第一连接件52均设置为弹性件, 并且将所有的第二连接件57均设置为非弹性件; 或者将所有的第一连接件52均设置为非弹性件, 并且将所有的第二连接件57均设置为弹性件。

[0052] 需要清楚的是, 在涡轮的旋转过程中, 对配重块51、第一密封条53和第二密封条54所产生的离心力较大。若配重块51、第一密封条53和第二密封条54在密封腔49的内部移动幅度过大, 轻则配重块51、第一密封条53和第二密封条54产生碰撞而损坏, 重则造成涡轮叶片损坏。为了解决上述技术问题, 在本申请一个实施例中, 该涡轮叶片还包括限制结构, 限制结构用于限制第一密封条53和第二密封条54靠近配重块51。也就是说, 限制结构用于避免第一密封条53、第二密封条54和配重块51相互靠近碰撞而损坏。

[0053] 如图7所示, 在本申请的一个实施例中限制结构可以为至少一个限位弹簧58, 每个限位弹簧58的第一端与第一密封条53相连接, 第二端与第二密封条54相连接。限位弹簧58既能够避免第一密封条53和第二密封条54相互靠近, 也能够避免第一密封条53和第二密封条54靠近配重块51。

[0054] 在本申请的一个实施例中, 如图3和图4所示, 限制结构包括设置于第一凹槽44的卡接槽45、卡接块56、至少两个具有弹性的第三连接件55。其中, 卡接块56与卡接槽45相适配, 也就是说卡接块56是卡接入卡接槽45当中的。每个第三连接件55的第一端均与卡接块56相连接; 其中至少一个第三连接件55的第二端与第一密封条53相连接, 其余的第三连接件55的第二端与第二密封条54相连接。如图3、图4和图5所示, 第一连接件52、第二连接件57和第三连接件55之间形成类似于菱形的弹性结构, 避免第一密封条53、第二密封条54和配重块51相互靠近。

[0055] 在本申请的一个实施例中,如图6所示,限制结构包括设置于第一凹槽44的卡接槽45、卡接块56和至少一个具有弹性的第三连接件55。具体的,卡接块56与卡接槽45相适配。每个第三连接件55的第一端均与卡接块56相连接;每个第三连接件55的第二端均与配重块51相连接。在第一连接件52、第二连接件57和第三连接件55之间的支撑下,避免第一密封条53、第二密封条54和配重块51相互靠近。

[0056] 容易联想到的是,在本申请的其他实施例中,也可以将卡接槽45设置在第二凹槽46的内部。或者卡接槽45一半位于第一凹槽44,另一半位于第二凹槽46内,对卡接槽45位置以及形状和构造不做任何限制。

[0057] 具体的,本申请所提出的涡轮叶片的实施例其能够借助配重块的离心力推动第一密封条和第二密封条对伸根间隙进行密封。其密封性能不受密封腔内部的粗糙度影响,也就是说,在本申请的实施例中,可以将配重块设置成与密封腔表面接触面积较大的任意形状,以便于可以通过调节配置块的质量,以使涡轮在最低工况下,第一密封条和第二密封条也能够对伸根间隙进行密封。本申请所提出的涡轮叶片既能够保证对伸根间隙进行严格密封,也能够提升涡轮叶片的使用寿命。

[0058] 尽管已经示出和描述了本申请的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本申请的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本申请的范围由所附权利要求及其等同物限定。

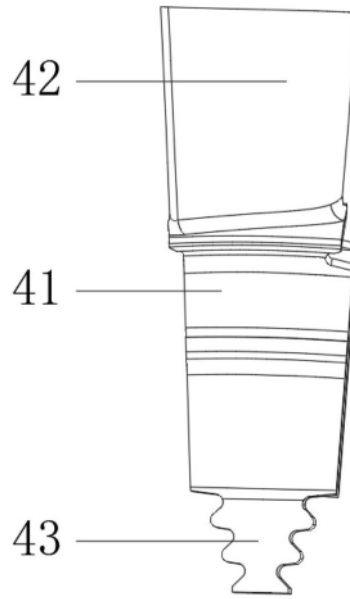


图1

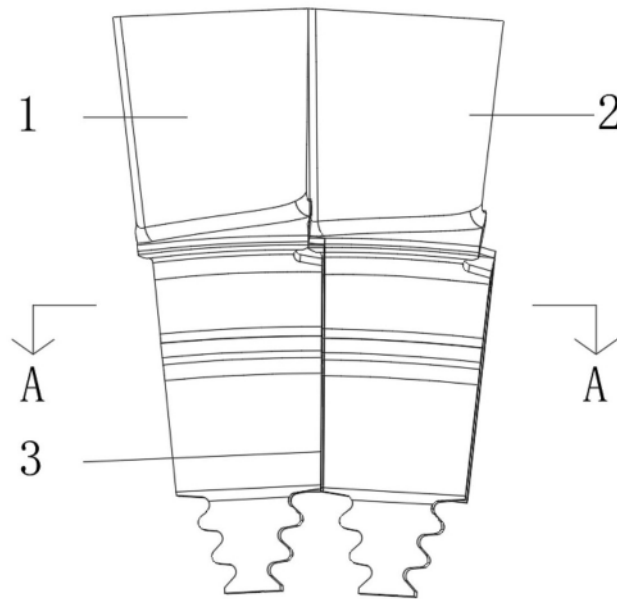


图2

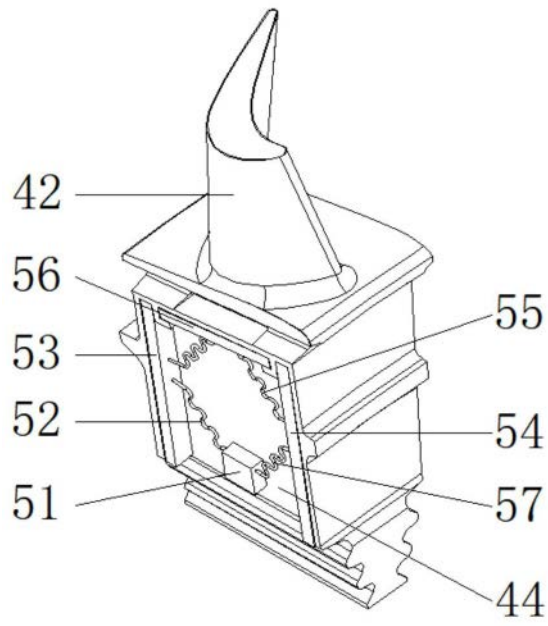


图3

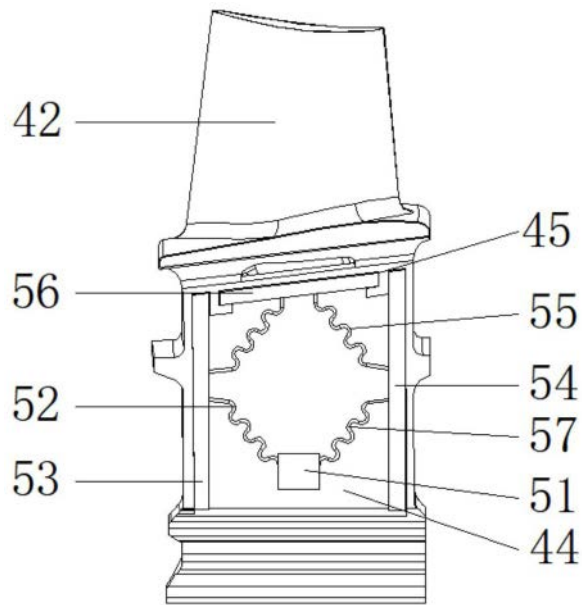


图4

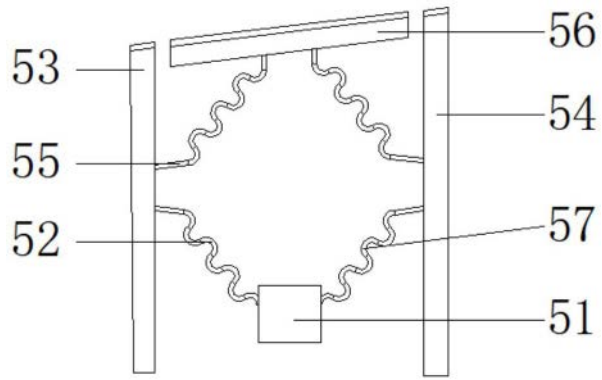


图5

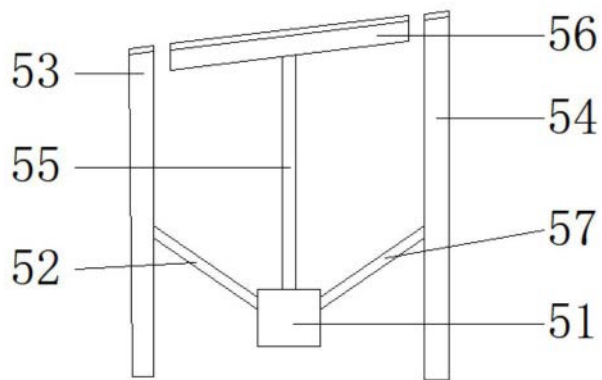


图6

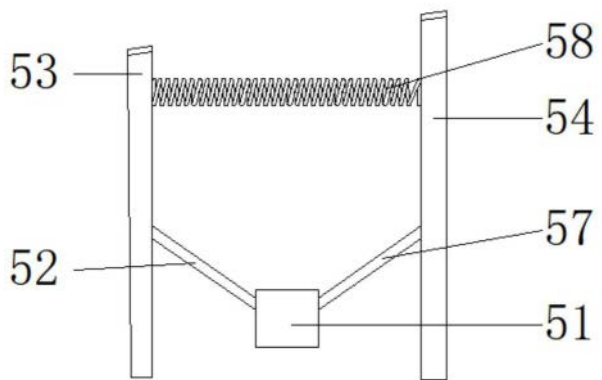


图7

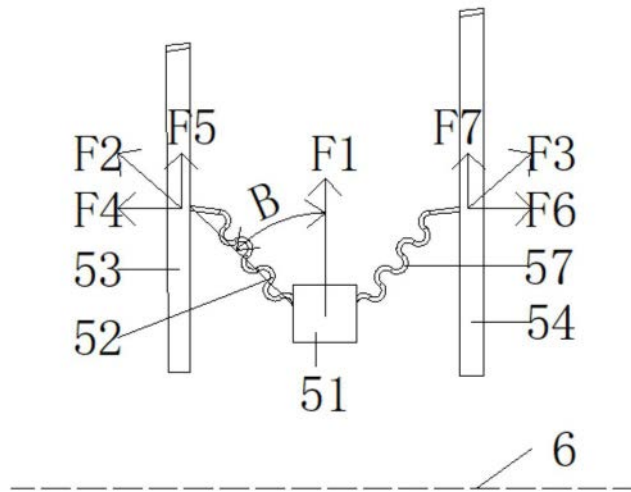


图8

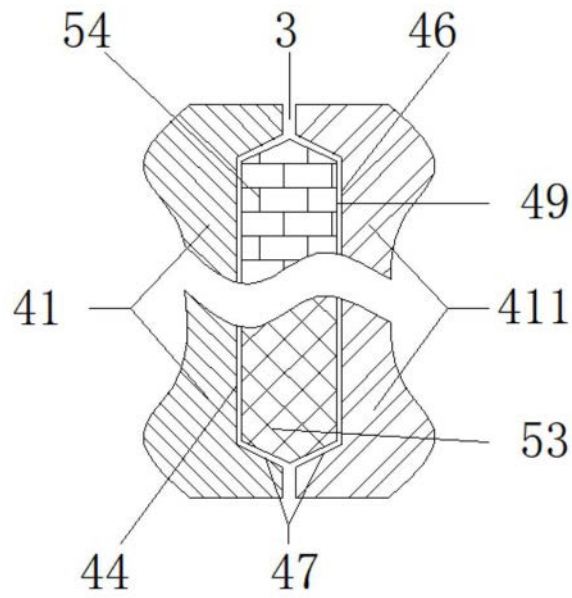


图9

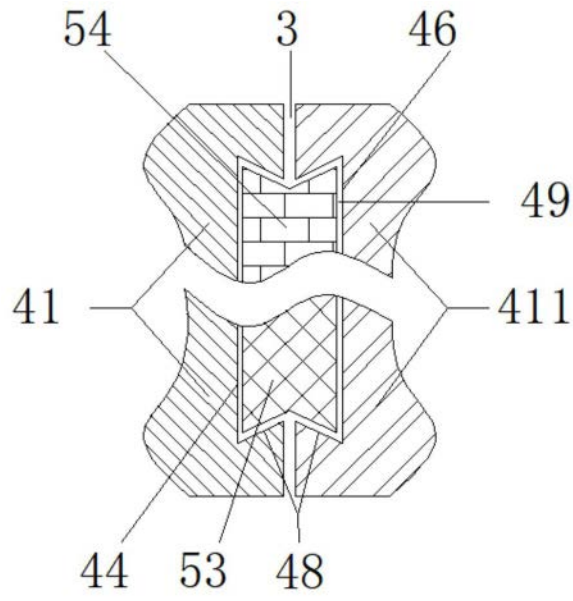


图10