



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101892866 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201010189972. 1

(22) 申请日 2010. 05. 19

(30) 优先权数据

12/469157 2009. 05. 20 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 I·D·威尔逊 K·D·布莱克

B·S·卡特

(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

(51) Int. Cl.

F01D 5/14(2006. 01)

F01D 5/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101344013 A, 2009. 01. 14,

US 3742706 A, 1973. 07. 03,

CN 101351620 A, 2009. 01. 21,

US 5522706 A, 1996. 06. 04,

US 4818182 A, 1989. 04. 04,

CN 1661200 A, 2005. 08. 31,

US 5160243 A, 1992. 11. 03,

审查员 韩薇

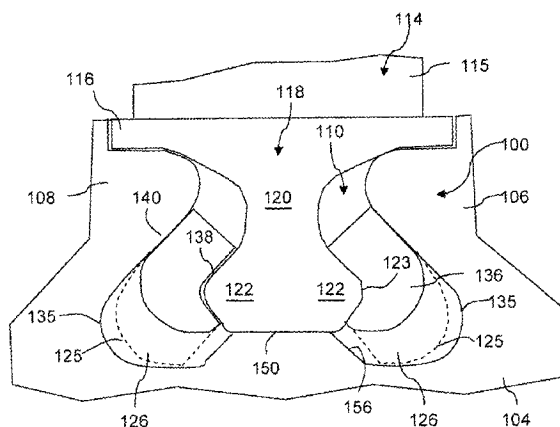
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

用于转子叶片的低应力周向燕尾榫保持系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于转子叶片的低应力周向燕尾榫保持系统及方法,即用于插入到转子(100)中的燕尾榫槽(110)内的周向进入转子燕尾榫(118)的保持系统。多个转子叶片燕尾榫(118)可沿周向滑动到燕尾榫槽(110)内且沿着燕尾榫槽滑动,其中各个转子叶片燕尾榫具有颈部(120)和一对相对地定向的凸角(122)。多个轨节段(126)沿周向滑动到燕尾榫凸角与相应的盘箍(106,108)之间的燕尾榫槽中的通道(132)内。轨节段限定第一压力面(138)和第二压力面(140),第一压力面(138)接靠在燕尾榫凸角的向外压力面(124)上,第二压力面(140)接靠在相应盘箍构件的向内压力面(112)上。



1. 一种用于周向进入转子燕尾榫的燕尾榫保持系统,包括:

具有转子盘的转子,所述转子盘具有有限定连续的沿周向延伸的燕尾榫槽的前箍和后箍,所述箍在所述燕尾榫槽内限定了径向向内压力面;

多个转子叶片,所述转子叶片中的各个包括平台和从所述平台延伸的燕尾榫,所述燕尾榫具有颈部和一对相对地定向的凸角,各个所述凸角限定向外压力面,所述燕尾榫可沿周向滑动到所述燕尾榫槽内且沿着所述燕尾榫槽滑动,使得所述多个转子叶片在所述燕尾榫槽内绕所述转子盘沿周向间隔开;

与所述燕尾榫分开的多个轨节段,所述轨节段中的各个具有一定的截面形状和弧长,使得一对所述轨节段相对于所述燕尾榫沿周向滑动到所述燕尾榫凸角与所述箍之间的所述燕尾榫槽中的通道内,所述轨节段中的各个限定了接靠在所述凸角向外压力面上的第一压力面和接靠在所述箍向内压力面上的第二压力面;及

至少一对锁定轨节段,所述锁定轨节段中的各个具有比所述多个轨节段更小的截面形状,以便装配于所述燕尾榫槽通道内,但仍提供用于随后将所述燕尾榫中的最后一个沿径向插入到所述燕尾榫槽内的入口,且还包括锁定机构,所述锁定机构构造成以便将所述锁定轨节段中的各个沿径向向外拉到与所述凸角的所述向外压力面和所述箍的所述向内压力面接合。

2. 根据权利要求1所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述锁定机构包括:用于所述锁定轨节段中各个的螺纹杆,所述螺纹杆延伸穿过相应的所述锁定轨节段;以及在所述转子叶片平台中、与所述螺纹杆对准的入口开口,在所述螺纹杆穿过所述入口开口而旋转时,所述锁定轨节段沿着所述螺纹杆沿径向向外前进。

3. 根据权利要求2所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述锁定轨节段具有包裹在所述凸角周围的仿形轮廓。

4. 根据权利要求1所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述多个轨节段具有以便沿着至少两个相邻的所述转子叶片沿周向延伸的弧长。

5. 根据权利要求1所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述燕尾榫包括底部,所述底部具有沿周向延伸的扇贝状表面,且所述燕尾榫槽包括多个沿周向延伸的扇贝状凹口,所述燕尾榫底部中的各个承座于相应的所述扇贝状凹口内。

6. 根据权利要求5所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述燕尾榫槽包括底部凸脊,所述沿周向延伸的扇贝状凹口限定于所述凸脊中。

7. 根据权利要求6所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述通道包括限定于所述凸脊的相对侧上的凸角凹口,所述轨节段设置于所述凸角凹口中。

8. 根据权利要求1所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述多个轨节段具有包裹在所述凸角周围的仿形轮廓。

9. 根据权利要求1所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述燕尾榫和所述燕尾榫槽包括对称截面轮廓。

10. 一种用于将周向进入的转子燕尾榫保持于转子中的燕尾榫保持系统,所述转子具有转子盘,所述转子盘带有限定连续的沿周向延伸的燕尾榫槽的前箍与后箍,所述燕尾榫保持系统包括:

多个转子叶片,所述转子叶片中的各个包括平台和自所述平台延伸的燕尾榫,所述燕

尾榫具有颈部和一对相对地定向的凸角,各个所述凸角限定向外压力面,所述燕尾榫构造成以便沿周向滑动到所述转子盘中的所述燕尾榫槽内且沿着所述燕尾榫槽滑动,使得所述多个转子叶片在所述燕尾榫槽内绕着所述转子盘沿周向间隔开;

与所述燕尾榫分开的多个轨节段,所述轨节段中的各个具有一定的截面形状和弧长,使得一对所述轨节段相对于所述燕尾榫沿周向滑动到位于所述燕尾榫凸角与所述前箍和所述后箍之间的所述燕尾榫槽中的通道中,所述轨节段中的各个限定第一压力面和第二压力面,所述第一压力面接靠在所述凸角向外压力面上,且所述第二压力面构造成以便接靠在所述箍向内压力面上;及

至少一对锁定轨节段,所述锁定轨节段中的各个具有比所述多个轨节段更小的截面形状,以便装配于所述燕尾榫槽通道内,但仍提供用于随后将所述燕尾榫中的最后一个沿径向插入到所述燕尾榫槽内的入口,且还包括锁定机构,所述锁定机构构造成以便将所述锁定轨节段中的各个沿径向向外拉到与所述凸角的所述向外压力面和所述箍向内压力面接合。

11. 根据权利要求 10 所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述锁定机构包括:用于所述锁定轨节段中的各个的螺纹杆,所述螺纹杆延伸穿过相应的所述锁定轨节段;以及在所述转子叶片平台中、与所述螺纹杆对准的入口开口,在所述螺纹杆穿过所述入口开口而旋转时,所述锁定轨节段沿着所述螺纹杆能够沿径向向外前进。

12. 根据权利要求 11 所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述锁定轨节段具有包裹在所述凸角周围的仿形轮廓。

13. 根据权利要求 10 所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述多个轨节段具有以便沿着至少两个相邻的所述转子叶片沿周向延伸的弧长。

14. 根据权利要求 10 所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述燕尾榫包括底部,所述底部具有沿周向延伸的扇贝状表面,所述扇贝状表面接合在所述燕尾榫底部中的沿周向延伸的扇贝状凹口中。

15. 根据权利要求 10 所述的燕尾榫保持系统,其特征在于,所述多个轨节段具有包裹在所述凸角周围的仿形轮廓。

16. 一种用于将周向进入的转子燕尾榫保持在限定于位于转子盘箍的径向向内面之间的、沿周向延伸的燕尾榫槽中的方法,所述燕尾榫自转子叶片平台延伸且具有颈部和一对相对地定向的凸角,所述方法包括:

将所述燕尾榫插入于所述燕尾榫槽内;

在插入所述燕尾榫之后,沿周向将轨节段滑动到限定于燕尾榫凸角与箍内表面之间的燕尾榫槽中的通道内,所述轨节段接合所述凸角的向外压力面和所述箍的向内压力面,以将转子叶片的离心负载传递和分配到所述转子盘上;及

在将所述燕尾榫中的最后一个沿径向插入到所述燕尾榫槽中之前,将锁定轨节段插入于所述通道内,且之后,在所述通道内沿径向向外拉所述锁定轨节段,以便接合所述凸角的向外压力面和所述箍的向内压力面。

17. 根据权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括通过经由所述转子叶片平台中的入口开口接合为各个锁定轨节段提供的锁定机构,来沿径向向外拉所述锁定轨节段。

用于转子叶片的低应力周向燕尾榫保持系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于转子叶片的保持系统及方法,且更特定而言,涉及用于安装于转子盘中的周向凹槽中的转子叶片的低应力附连构造。

背景技术

[0002] 常规燃气涡轮机包括带有安装到其鼓风机段、压缩机段及涡轮段中的转子盘上的各种转子叶片的转子。各个叶片包括翼型部和在翼型部根部的平台,加压空气流过翼型部,且平台限定了空气流的径向内部边界。叶片通常是可移除的,且因此包括合适的燕尾榫,燕尾榫构造成以便接合转子盘周边中的互补的燕尾榫槽。燕尾榫可或者为轴向进入燕尾榫或者为周向进入燕尾榫,其接合形成于盘周边中的相对应的轴向或周向槽。典型燕尾榫包括具有最小截面积的、自叶片平台底部沿径向向内延伸的颈部。颈部向外发散成一对相对的燕尾榫凸角。

[0003] 例如在图 1 中示出了常规燃气涡轮机的构件,其中转子 12 包括与涡轮机的中心线轴线 18 同轴地设置的多个转子盘 20。多个沿周向间隔开的转子叶片 22 可移除地固定到该盘上且自该盘沿径向向外延伸。各个叶片 22 具有纵向中心线轴线 24 且包括翼型段 26,翼型段 26 具有前缘 26a 和后缘 26b(在经过叶片 22 的空气流的方向上)。各个叶片 22 具有平台 28 和一体式燕尾榫 30,平台 28 提供经过翼型部 26 的空气流的径向内部边界的一部分,一体式燕尾榫 30 自平台 28 沿径向向内延伸且构造成用于沿轴向进入到在转子盘 20 中限定于相对应的盘柱之间的沿周向间隔开且沿轴向延伸的燕尾榫槽内。轴向槽和盘柱基本上延伸盘的轴向前面与后面之间的该盘的整个轴向厚度。

[0004] 对于周向燕尾榫,单个燕尾榫槽形成于前连续周向柱或“箍”与后连续周向柱或“箍”之间,且绕盘的整个周边沿周向延伸。这种类型的构造的一个实例在美国专利 No. 6,033,185 中示出。周向槽可在一个位置处局部地扩大,以允许单独的周向燕尾榫最初插入于其中且然后沿着燕尾榫槽沿周向重新定位,直到整个槽装填了整排的叶片。在一种备选的常规构造中,周向槽设有沿周向间隔开的负载锁定槽,如本申请的图 2 中所描绘。参看图 2,转子盘 20 具有限定于连续箍 20、22 之间的连续周向槽 18。提供加载槽 14,以用于最初插入单独的转子叶片燕尾榫且旋转该单独的转子叶片燕尾榫。提供锁定槽 16,以用于插入 锁以将叶片保持在槽 18 中。

[0005] 在周向燕尾榫槽中,前箍与后箍包括互补的凸角,该凸角与燕尾榫凸角合作,以在涡轮机运行期间克服离心力在径向上保持单独的叶片。各个燕尾榫凸角包括沿径向朝外的外部压力表面或面,其接合相应盘柱的相对应的沿径向朝内的压力表面或面。由叶片在旋转期间所产生的离心负载自燕尾榫凸角沿径向向外传递且在相接合的外部(燕尾榫凸角)压力面和内部(盘柱)压力面处传递到相应的盘柱上。

[0006] 对于叶片燕尾榫,在颈部处经历最大离心应力,必须通过设计来限制该应力以确保叶片寿命。典型的压缩机叶片针对无限寿命来设计,这需要合适地较大的燕尾榫和颈部,以便保持离心应力合适地低于叶片材料的强度极限。对于转子盘,主要在燕尾榫箍处经历

由叶片的离心负载和轴向负载赋予的最大应力。如本领域中普遍认可的,关于负载锁定槽构造的箍应力比关于连续槽构造的箍应力更有限制性,因为锁定和加载槽形成易受机械和热应力以及疲劳影响的不连续。

[0007] 用于减小燕尾榫构造中的应力的各种提议的实例可见例如在上文所引用的美国专利 No. 6,033,185;美国专利 No. 5,310,318;美国专利 No. 5,100,292;美国专利 No. 5,271,718;美国专利 No. 5,584,658;美国专利 No. 4,451,203;以及美国专利申请公开 2007 / 0014667。

[0008] 该技术不断地寻求这样的改进的燕尾榫设计:该设计会减小应力且延长转子构件的使用寿命,特别是当燃气轮机的大小和对燃气轮机所提出的需求以及所产生的应力增长时。

发明内容

[0009] 本发明提供了一种独特的燕尾榫保持系统,认为该保持系统显著地减小了连续的周向进入槽构造中的燕尾榫颈部和槽箍处的应力。本发明的额外方面和优点可在下文的描述中部分地阐述,或可通过描述显而易见,或者可通过实践本发明而习得。

[0010] 提供了一种用于周向进入转子燕尾榫的保持系统,其中转子具有转子盘,转子盘具有前箍与后箍,前箍与后箍限定了连续的沿周向延伸的燕尾榫槽。箍中的各个在燕尾榫槽内限定了径向向内压力面。多个转子叶片安装于转子盘上,且各个转子叶片具有平台和自平台延伸的燕尾榫。燕尾榫具有颈部和一对相对地定向的凸角,其中各个凸角限定了向外压力面。燕尾榫可滑动到燕尾榫槽内且沿着燕尾榫槽滑动,使得多个转子叶片在燕尾榫槽内绕转子盘沿周向间隔开。具有独特截面形状和弧长的多个轨节段滑动到燕尾榫凸角与箍之间的燕尾榫槽中的通道中。各个轨节段限定第一压力面和第二压力面,第一压力面接靠在燕尾榫凸角的相应的向外压力面上,且第二压力面接靠在箍向内压力面上。可提供至少一对锁定轨节段,且各个锁定轨节段具有比其它的轨节段更小的截面形状,以便装配到燕尾榫槽通道内,但仍提供用于随后将最后一个燕尾榫沿径向插入到锁定轨节段之间的槽内的入口(access)。锁定机构构造成以便将锁定轨节段沿径向向外拉到与燕尾榫凸角的向外压力面和箍的向内压力面接合。

[0011] 本发明还涵盖与转子盘分开的燕尾榫保持系统,该系统构造成以便将周向进入转子燕尾榫保持于转子中,转子具有转子盘,转子盘带有前箍与后箍,前箍与后箍限定了连续的沿周向延伸的燕尾榫槽。燕尾榫保持系统包括多个转子叶片,转子叶片中的各个具有平台和自该平台延伸的燕尾榫。燕尾榫具有颈部和一对相对地定向的凸角,其中凸角中的各个限定向外压力面。燕尾榫构造成以便沿周向滑动到转子盘中的燕尾榫槽内且沿着该燕尾榫槽滑动,使得该多个转子叶片在燕尾榫槽内绕着转子盘沿周向间隔开。该系统包括多个轨节段,其中轨节段中的各个具有一定的截面形状和弧长,使得一对轨节段沿周向滑动到燕尾榫凸角与转子盘箍之间的燕尾榫槽中的通道中。所述轨节段中的各个限定第一压力面和第二压力面,第一压力面接靠在凸角向外压力面上,且第二压力面构造成以便接靠在向内箍压力面上。

[0012] 本发明还包括用于将周向进入转子燕尾榫保持在限定于转子盘箍的径向向内面之间的沿周向延伸的燕尾榫槽中的独特方法,其中燕尾榫自转子叶片平台延伸且具有颈部

和一对相对地定向的凸角。在特定实施例中,该方法包括将燕尾榫沿径向插入到燕尾榫槽内且然后使轨节段沿周向滑动到限定于燕尾榫凸角与箍向内面之间的燕尾榫槽中的通道内。轨节段接合凸角的向外压力面和箍的向内压力面,以将转子叶片的离心负载传递并分配到转子盘。该方法还可包括在将燕尾榫中的最后一个沿径向插入到燕尾榫槽内之前使锁定轨节段滑动到通道中,且之后在通道内沿径向向外拉锁定轨节段,以便接合凸角的向外压力面与箍的向内压力面。这个拉的过程可例如通过经由转子叶片平台中的入口开口接合为各个锁定轨节段提供的锁定机构来实现。

附图说明

[0013] 在结合附图得到的以下详细描述中更特定地描述了根据优选和示范性实施例的本发明以及其另外的方面和优点,在附图中:

[0014] 图 1 是常规燃气涡轮机构造的构件的局部截面图;

[0015] 图 2 是用于周向进入转子叶片的常规转子盘构造的局部截面图;

[0016] 图 3 是根据本发明的方面用于周向进入转子叶片的燕尾榫保持系统的一个实施例的截面图;

[0017] 图 4 是图 3 的实施例的截面图,其示出在燕尾榫槽通道中的轨节段和保持轨节段;

[0018] 图 5 是示出了锁定轨节段的一个实施例的截面透视图;

[0019] 图 6 是图 5 的实施例的备选截面透视图;

[0020] 图 7 是图 3 中所示的实施例的端部透视图;

[0021] 图 8 是图 3 所示的实施例的顶部透视图,特别地示出在转子叶片平台中通向锁定机构的入口开口;

[0022] 图 9 是特别地示出扇贝状燕尾榫底部和燕尾榫凹口的侧截面图;以及

[0023] 图 10 是示出扇贝状燕尾榫底部和燕尾榫凹口的端视图。

[0024] 部件列表:

[0025]

附图标记	构件
12	转子
14	加载槽
16	锁定槽
18	中心线轴线
20	转子盘
22	转子叶片
24	中心线轴线
26	翼型部
26a	前缘
26b	后缘
28	平台
30	燕尾榫
100	
104	转子盘
106	箍
108	箍
110	燕尾榫槽
112	向内压力面
114	转子叶片
115	翼型段
116	平台
118	周向-进入燕尾榫
120	颈部
122	燕尾榫凸角
123	向内表面
124	压力面
125	弓形凸角表面
126	轨节段
128	压力面
130	压力面
132	通道
134	凸角凹口
135	弓形表面
136	轨节段
138	第一压力面
140	第二压力面
142	锁定机构
143	入口开口
144	螺纹杆
146	基部
150	燕尾榫底部
152	扇贝状表面
154	扇贝状凹口
156	凸脊

具体实施方式

[0026] 现在对本发明的特定实施例进行参照,在附图中示出了其一个或多个实例。各个

实施例以阐述本发明的的方式给出,且不应认为是对本发明的限制。举例而言,关于一个实施例所图示或描述的特征可用于另一实施例,以得到其它的另外的实施例。预期本发明包括对本文所述的实施例做出的这些和其它修改或变型。

[0027] 参看图 5 和图 6 的透视图,图 3 和图 4 的图解视图,多个沿周向邻接的转子叶片 114 可移除地安装于在转子 100 的转子盘 104 中限定的燕尾榫槽 110 中。各个叶片 114 包括翼型段 115,在燃气轮机运行期间,空气被导送经过该翼型段 115。平台 116 一体地结合到翼型部 115 的根部且限定了用于移动经过转子叶片 114 的空氣的径向内部流动路径边界。

[0028] 各个叶片 114 包括周向进入燕尾榫 118,其一体地结合到平台 116 的底部且从那里沿径向向内延伸。各个燕尾榫 118 包括颈部 120 和一对燕尾榫凸角 122。如在图 3 和图 4 中特别地示出的,在一个实施例中,燕尾榫 118 相对于穿过该燕尾榫 118 的径向(相对于转子的旋转轴线)轴线具有对称截面轮廓。

[0029] 如在图 3 和图 4 中特别地示出,形成于转子盘 104 中的燕尾榫槽 110 由沿周向连续的前环或“箍”106 和沿周向连续的后箍 108 限定。这些箍 106、108 在它们之间限定燕尾榫槽 110。箍 106、108 中的各个限定向内压力面 112 和相应的通道 132,相应的通道 132 进一步限定凸角凹口 134。在图示的实施例中,燕尾榫槽 110 相对于径向中心线轴线具有对称的截面轮廓。

[0030] 转子燕尾榫 118 的凸角 122 中的各个限定向外压力面 124,向外压力面 124 朝向相应的箍 106 或 108 的向内压力面 112 定向,如在图 3 和图 4 中特别地示出。

[0031] 在图示实施例中,燕尾榫槽 110 在底部或径向最内部的点处包括凸脊 156。燕尾榫 118 包括燕尾榫底部 150,燕尾榫底部 150 接靠在凸脊 156 的表面上。

[0032] 如关于周向进入燕尾榫通常理解的那样,多个转子叶片 114 插入于沿周向延伸的燕尾榫槽 110 内,并且绕着槽滑动,直到多个转子叶片 114 绕转子的周边成邻靠关系,如由图 6 的局部截面图特别地示出。

[0033] 大体上参看图 3 至图 6,多个轨节段 126 在燕尾榫 118 的相对侧上沿着通道 132 插入于燕尾榫槽 110 内且在燕尾榫槽 110 内沿周向移动。这些保持轨节段 126 可沿着通道 132 具有大体上对应于凸角凹口 134 的截面轮廓,以便确定地承座于通道 132 内。举例而言,在图示实施例中,轨节段 136 具有弓形凸角表面 125,其形状和尺寸大体上对应于限定凸角凹口 134 的弓形表面 135。这种轮廓确保轨节段 126 在燕尾榫槽 110 内适当地定向及牢固地定位。

[0034] 在图 4 中以虚线示出了保持轨节段 126。在图 10 中进一步示出了轨节段 126。轨节段 126 包括第一压力面 128,第一压力面 128 接靠在相对应的箍 106、108 的向内压力面 112 上。轨节段 126 包括第二压力面 130,第二压力面 130 接靠在相应的凸角 122 的向外压力面 124 上。以此方式,在转子运行中由燕尾榫 118 产生的离心力自燕尾榫凸角 122 传递通过压力面 124 和 130 的交接处,通过轨节段 126 且经由压力面 128 和 112 的交接处而到达箍 106、108 中。

[0035] 如在图 4 和图 10 的实施例中所示,保持轨节段 126 可包括弓形径向向内表面 123,该表面具有以便大体上绕燕尾榫 118 的凸角 122 包裹的形状和尺寸。

[0036] 轨节段 126 的数目和弧长将取决于转子周长、转子叶片数目和任何其它多个设计

变量而不同。一般而言,轨节段 126 将具有以便跨越至少两个相邻的转子叶片 114 的弧长,如例如在图 6 的透视图所示。

[0037] 应了解,在附图中所示的保持轨节段 126 和相对应的通道 132 及相关联的凸角凹口 134 的形状和构造并不限制本发明。在本发明的范围和精神内,这些构件的形状和构造可有很大变化。

[0038] 一旦整个燕尾榫槽 110 装填了整个周向排的转子叶片 114,且相应的保持轨节段 126 已在燕尾榫槽 110 的周边周围定位于前与后通道 132 内,则在沿径向插入燕尾榫 118 中的最后一些之前,将锁定轨节段 136 沿径向放置于燕尾榫槽 110 内。以图 4 的实线和图 7 的透视图示出了锁定轨节段 136 的一个实施例。这些锁定轨节段 136 具有减小的大小和构造,使得它们最初装配到通道 132 的凸角凹口 134 内且在它们之间留有充分的间距,以用于其余燕尾榫 118 的径向插入。锁定轨节段限定第一压力面 138 和第二压力面 140,第一压力面 138 接靠在相应的凸角 122 的向外压力面 124 上,第二压力面 140 接靠在相应的箍 106、108 的向内压力面 112 上。锁定轨节段 136 可具有相同或不同的弧长,且合乎需要地沿着至少两个相邻的转子叶片延伸。

[0039] 在插入燕尾榫 118 中的最后一些之后,将锁定轨节段 136 沿径向向外拉到与凸角 122 接合。锁定轨节段 136 还可具有以便绕凸角 122 包裹的形状和构造,如图 4 所示。在如图 4 所示的锁定轨节段 136 的最终位置,离心力自燕尾榫凸角 122 通过锁定轨节段 136 分配且分配到转子盘箍 106、108 内,如上文关于保持轨节段 126 所述。

[0040] 为了将锁定轨节段 136 沿径向向外拉到其操作位置且将节段 136 锁定于这个位置上,为保持系统提供锁定机构,大体上为 142。在图示实施例中,该锁定机构 142 包括螺纹杆 144,其与锁定轨节段 136 中的螺纹内孔或套管接合。螺纹杆 144 具有基部 146,基部 146 或者抵靠通道 132 的弓形表面 135 承座或者承座于燕尾榫槽 110 内的特别地设计的凹槽或凹口内。使得可通过转子叶片 114 中的最后一个或一些的平台 116 中的入口开口 143 接近螺纹杆 144 的相对端,如在图 8 中特别地示出。参看图 7 和图 8,在已将最后的转子叶片 114 插入于燕尾榫槽 110 内之后,通过开口 143 接合螺纹杆且使螺纹杆旋转,使得锁定轨节段 136 沿径向向外前进到与燕尾榫凸角 122 接合,直到锁定轨节段 136 达到其最终锁定构造,如图 6 和图 7 所示。

[0041] 应容易地了解,在插入燕尾榫 118 的最后一个或一些之后,可利用任何样式的备选锁定或定位机构来将锁定轨节段 136 定位成与凸角 122 接合。举例而言,这种机构可包括棘轮装置、弹簧促动装置等。

[0042] 为了平衡的目的,可能希望如上文所述的另一锁定轨节段构造或者等效平衡结构在转子上、在与锁定轨节段 136 以 180° 相对的位置处成镜像。

[0043] 参看图 9 和图 10,作为防止燕尾榫 118 在燕尾榫槽 110 内旋转或滑移的手段,燕尾榫底部 150 可具有在周向方向上延伸的扇贝状表面 152。类似地,燕尾榫槽的底部可包括在周向方向上延伸的一系列单独的扇贝状凹口 154。这些凹口 154 可限定于凸脊 156 中,如在图 10 中特别地示出。在这种构造中,各个单独的燕尾榫 118 具有承座于所限定的扇贝状凹口 154 内的扇贝状底部 152。这种构造将减小燕尾榫 118 沿着燕尾榫槽 110 旋转或滑移的可能性。应了解,在本文中使用术语“扇贝状”来涵盖任何样式的凹入或凸出的形状。举例而言,扇贝状凹口可限定于燕尾榫 118 中,且扇贝状突起限定于凸脊 156 中。

[0044] 认为本发明的独特的燕尾榫保持系统显著地减小了与常规的沿周向带有叶片的燃气轮机转子 - 特别是压缩机转子的传统负载 / 锁定槽几何结构相关联的高机械应力, 同时保持了完整或接近完整桨距 (pitch) 叶柄。该构造还将减小在燕尾榫颈部和凸角中、以及在转子盘箍中所产生的限制应力。本文所述的独特构造允许在燕尾榫凸角与转子盘箍之间插入不同材料, 以减小构件交接处的磨损和 / 或磨耗。认为根据本发明各方面的独特构造将提供完整或接近完整桨距燕尾榫, 其会减小平均和峰值应力, 提供增加的剪切区域, 并改进叶片空气 力学。分析表明本发明的独特设计将在剪切应力减小、弯曲应力减小、平均 P / A 应力减小和 HCF 边界方面做出显著的改进, 所有这些都将导致更长的总转子寿命。本设计可证明在压缩机后端 (其中金属温度最高且材料性质会受到不利地影响) 特别有益。

[0045] 本设计还提供了优于现有技术扭入式叶片和用于将转子燕尾榫插入于燕尾榫槽内的负载锁定槽的优点, 因为这些现有系统需要燕尾榫相对于周边长度远小于完整桨距。本设计允许完整桨距或接近完整桨距设计, 这会显著地消除在转子外径处的平均和峰值应力。

[0046] 虽然已关于本主题的具体示范性实施例和方法详细地描述了本主题, 但将了解的是, 本领域技术人员在获得了对前文的理解后可容易地做出这些实施例的替代、变型和等效物。因此, 本公开内容的范围以举例的方式而非限制的方式 (给出), 且主题公开内容并不排除包括对于本领域普通技术人员将容易地显而易见的对本主题的这些修改、变型和 / 或添加。

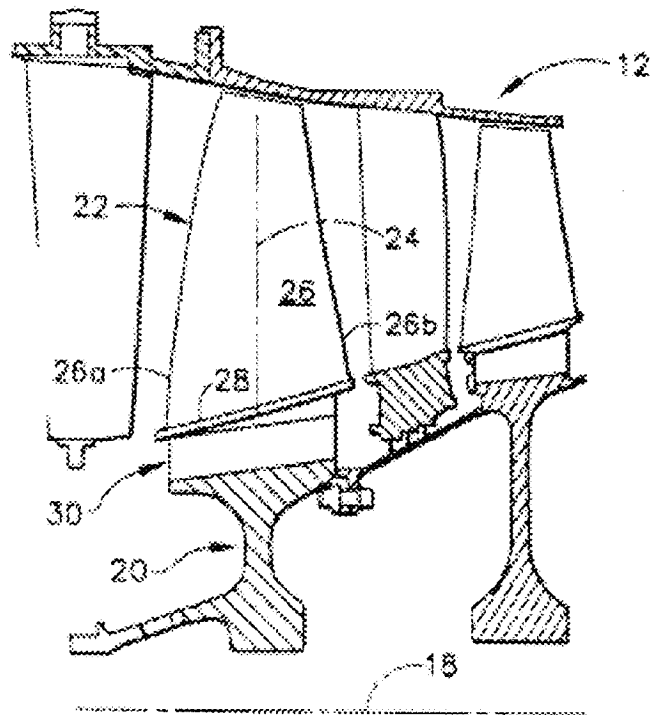


图 1 现有技术

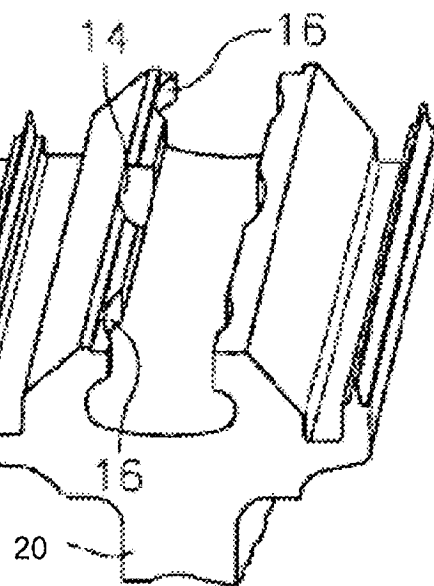


图 2 现有技术

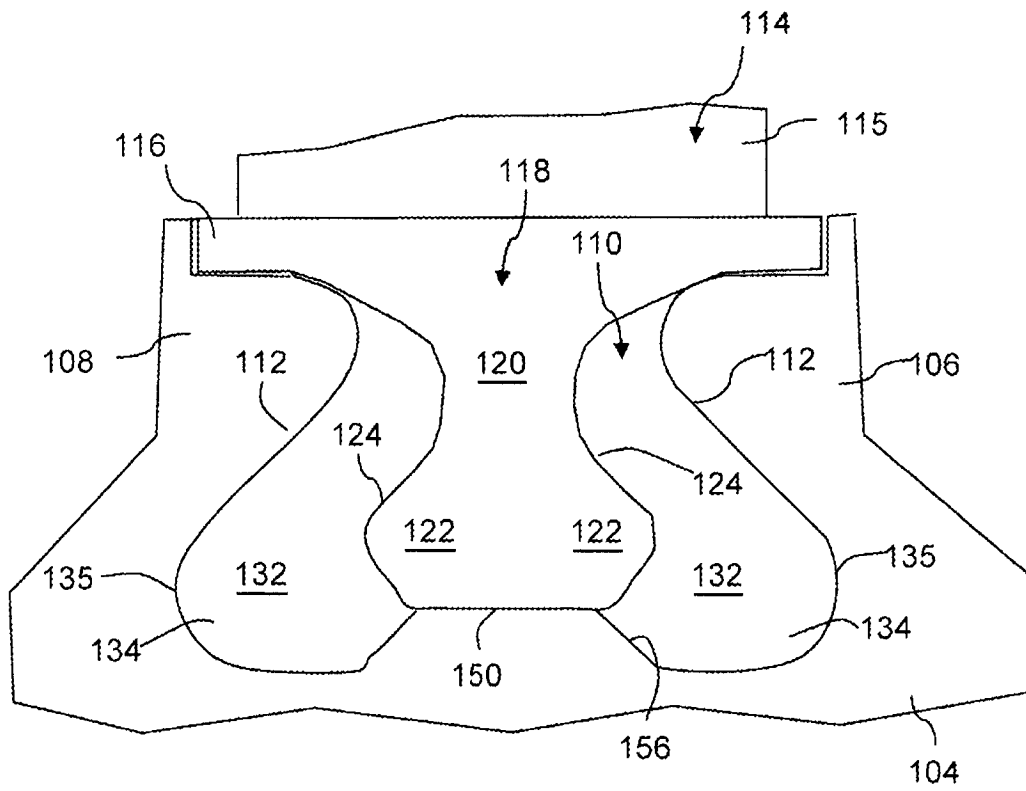


图 3

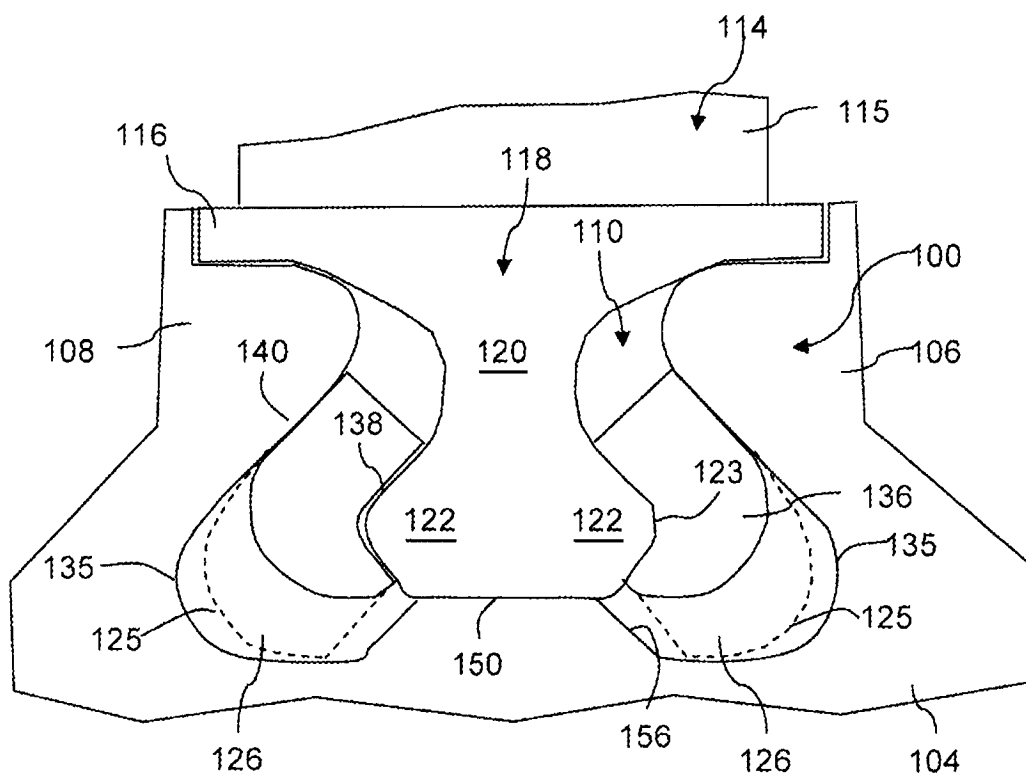


图 4

3/5

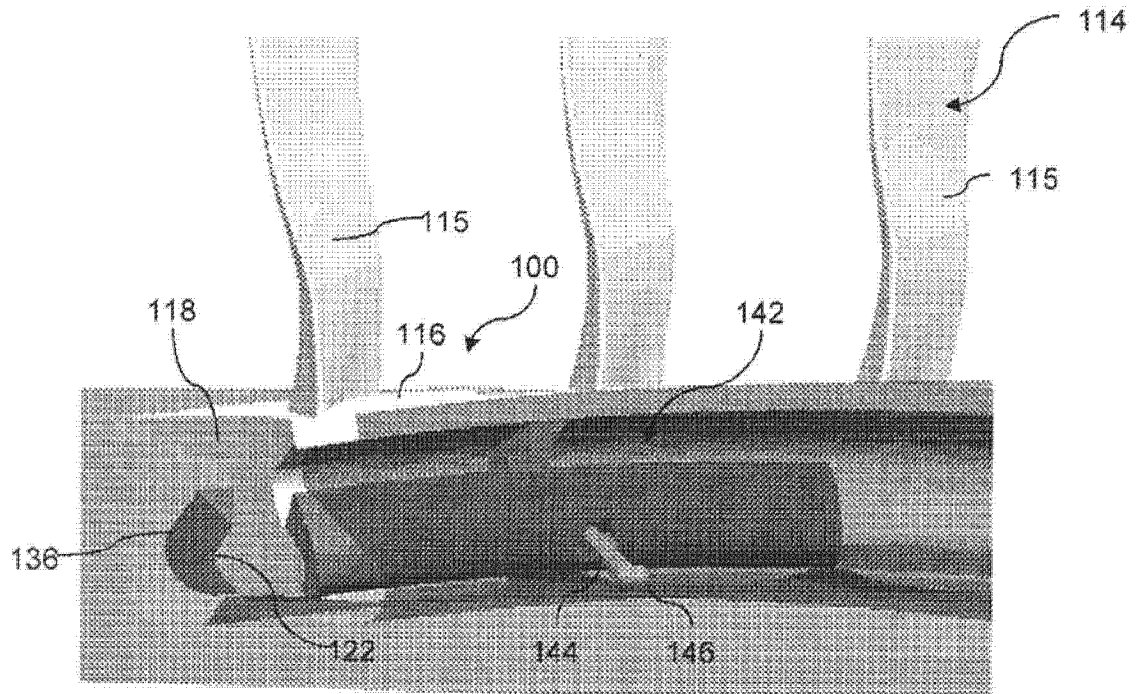


图 5

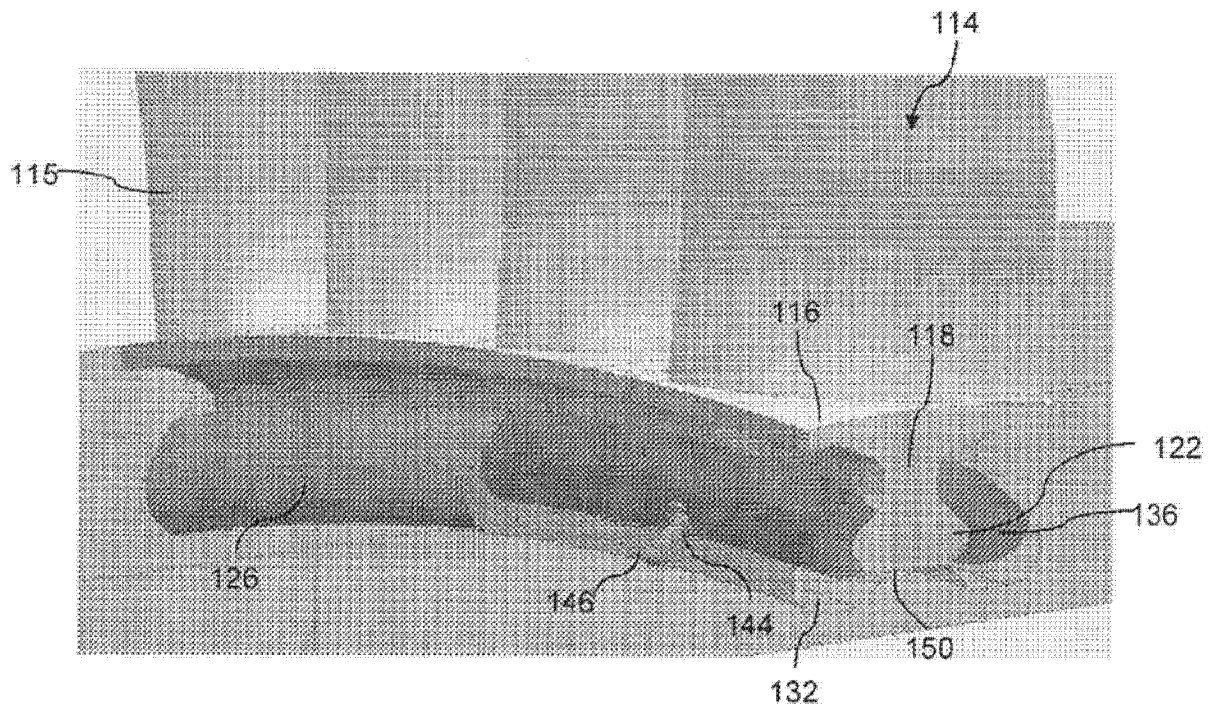


图 6

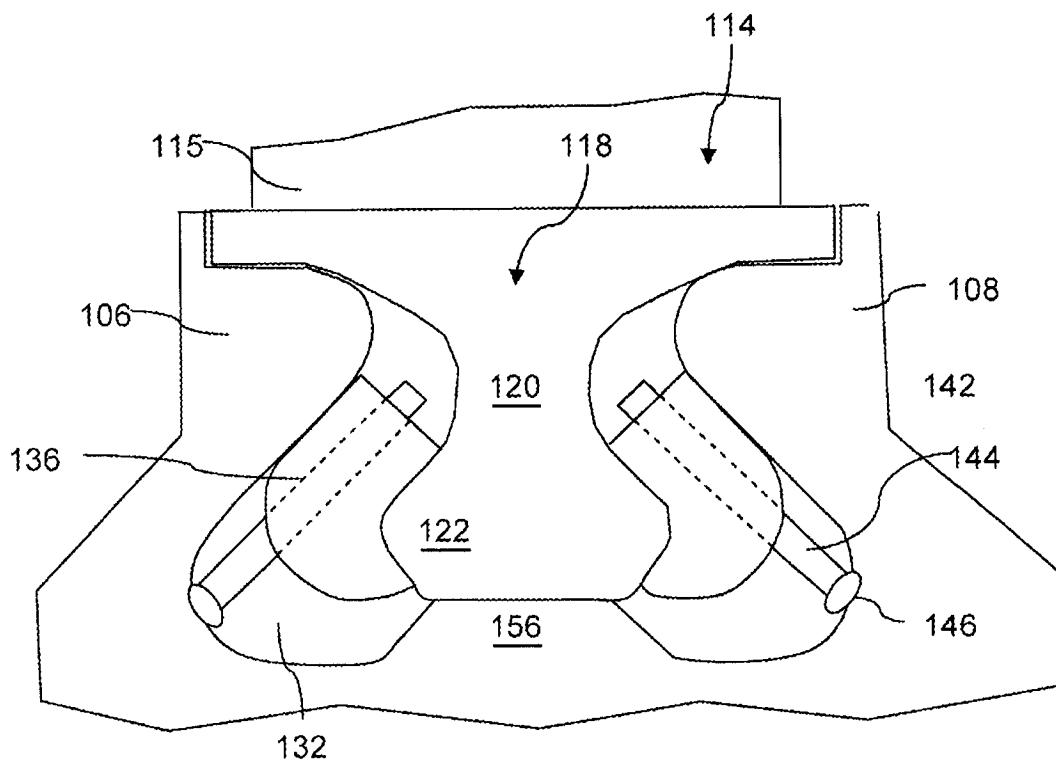


图 7

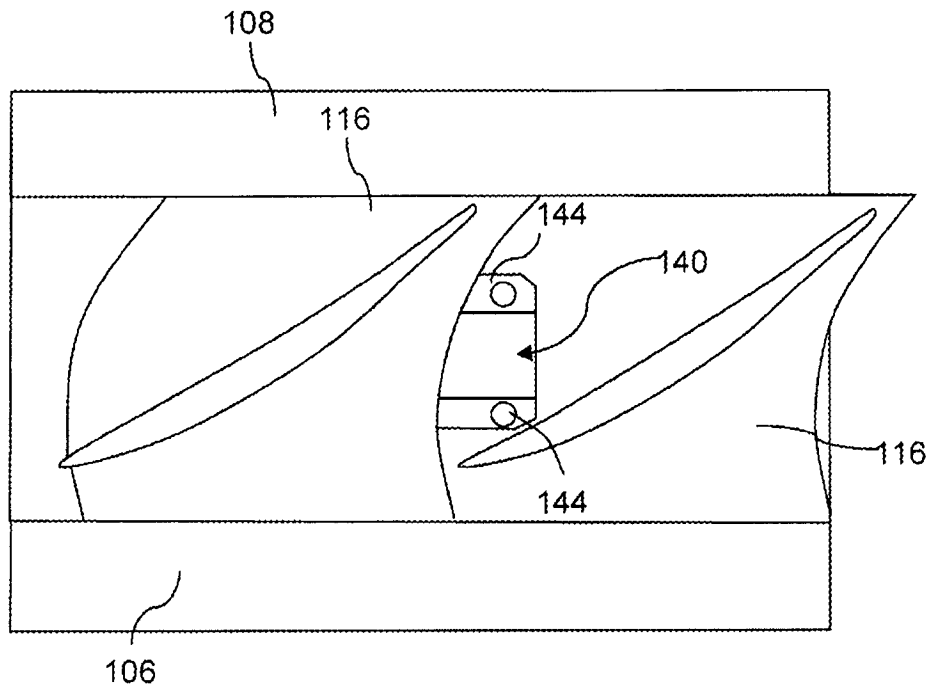


图 8

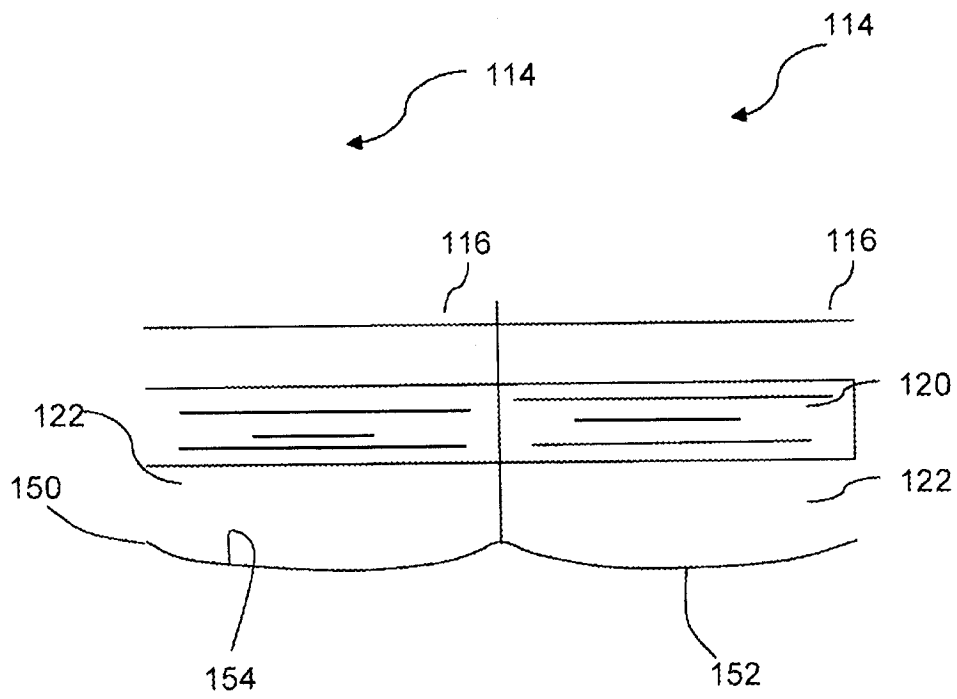


图 9

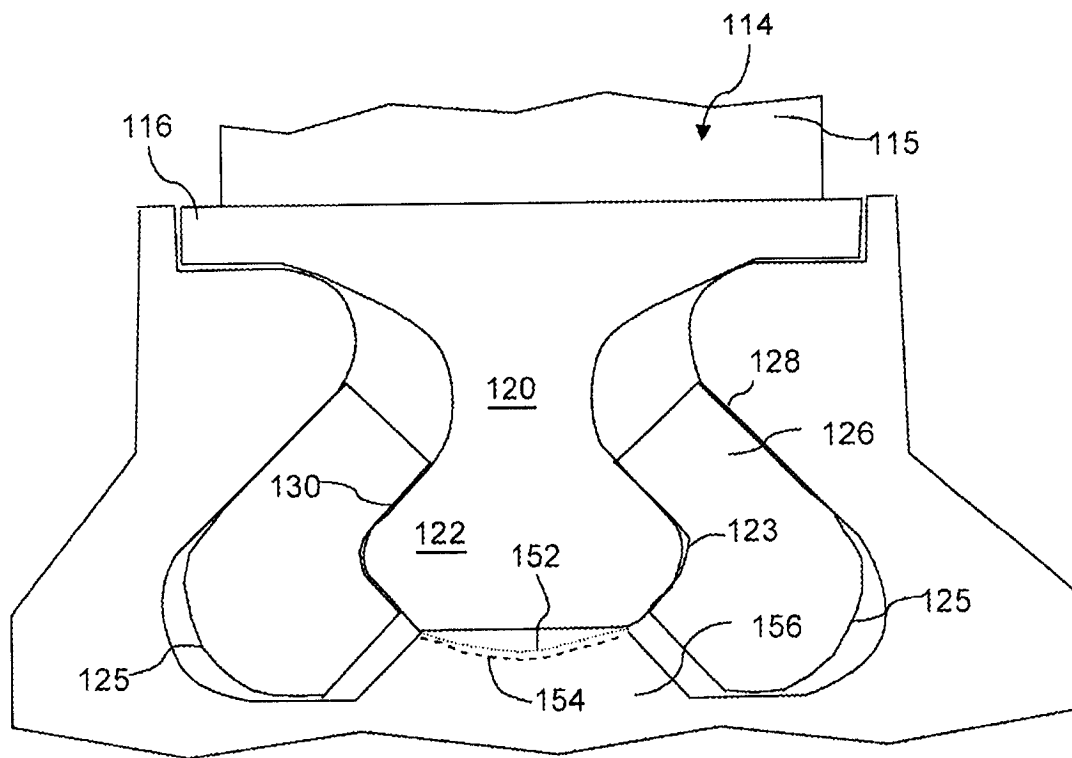


图 10