



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102418731 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201110309530. 0

(22) 申请日 2011. 09. 28

(30) 优先权数据

12/892301 2010. 09. 28 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 H·M·小贾勒特 A·J·拉马斯

M·C·霍华德

(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.

F16B 35/04(2006. 01)

F04B 39/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-197742 A, 2004. 07. 15, 全文.

CN 1818405 A, 2006. 08. 16, 全文.

GB 2440346 A, 2008. 01. 30, 全文.

US 6330995 B1, 2001. 12. 18, 全文.

GB 2470586 A, 2010. 12. 01, 全文.

US 5601401 A, 1997. 02. 11, 全文.

审查员 冯连东

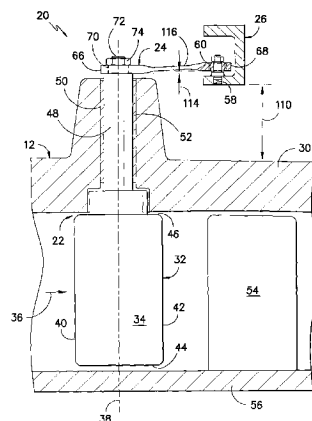
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

用于涡轮压缩机的可变叶片组件的连接螺栓

(57) 摘要

本发明涉及用于涡轮压缩机的可变叶片组件的连接螺栓, 具体而言, 公开了一种用于可变叶片组件 (20) 的连接螺栓 (58)。这种连接螺栓 (58) 通常可包括底部部段 (78)、中部部段 (80)、顶部部段 (82) 和肩部部段 (84)。底部部段 (78) 通常可具有适合于固定在可变叶片组件 (20) 的同步环 (26) 上的形状和构造。中部部段 (80) 通常可具有适合于接受可变叶片组件 (20) 的旋转连接装置 (60) 的形状和构造。肩部部段 (84) 可设置在底部部段 (78) 和中部部段 (80) 之间。顶部部段 (82) 通常可具有适合于接受止动装置 (102) 的形状和构造, 该止动装置 (102) 设置为用以将旋转连接装置 (60) 刚性地连接到连接螺栓 (58) 上。



1. 一种用于可变叶片组件 (20) 的连接螺栓 (58), 所述可变叶片组件 (20) 包括联接在多个杠杆臂 (24) 上的同步环 (26), 所述可变叶片组件 (20) 还包括构造为将所述多个杠杆臂 (24) 与所述同步环 (26) 可旋转地联接起来的多个旋转连接装置 (60), 所述连接螺栓包括:

底部部段 (78), 其具有适合于固定在所述同步环 (26) 上的形状和构造;

中间部段 (80), 其具有适合于接纳所述多个旋转连接装置 (60) 的其中一个旋转连接装置 (60) 的形状和构造;

肩部部段 (84), 其设置在所述底部部段 (78) 和所述中间部段 (80) 之间; 和

顶部部段 (82), 其具有适合于接纳止动装置 (102) 的形状和构造, 所述止动装置 (102) 构造为将所述旋转连接装置 (60) 刚性地连接到所述连接螺栓 (58) 上。

2. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述底部部段 (78)、所述中间部段 (80)、所述肩部部段 (84) 和所述顶部部段 (82) 沿着所述连接螺栓 (58) 的中心轴线 (86) 而同轴对准。

3. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述底部部段 (78) 是带螺纹的, 并且构造为固定在所述同步环 (26) 中限定的相对应的螺纹孔 (94) 中。

4. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述底部部段 (78) 构造为相对于所述同步环 (26) 的径向内表面 (112) 而凹陷。

5. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述肩部部段 (84) 构造为使得在所述同步环 (26) 和所述多个杠杆臂 (24) 的相邻的杠杆臂 (24) 之间限定间隙 (106)。

6. 根据权利要求 5 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述间隙 (106) 允许所述相邻的杠杆臂 (24) 在不接触所述同步环 (26) 的情况下沿着其纵向轴线而扭转。

7. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述肩部部段 (84) 构造为固定在所述同步环 (26) 的表面 (108) 上。

8. 根据权利要求 7 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述肩部部段 (84) 构造为焊接在所述同步环 (26) 上, 所述肩部部段限定了至少一个平坦的边缘, 用于将所述肩部部段 (84) 焊接到所述同步环 (26) 的表面 (108) 上。

9. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述顶部部段 (82) 是带螺纹的, 以允许螺纹止动装置 (102) 固定在它上面。

10. 根据权利要求 9 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述中间部段 (80) 限定了支承面。

11. 根据权利要求 9 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述旋转连接装置 (60) 包括轴承 (61), 所述轴承 (61) 具有内部构件 (96) 和构造为相对于所述内部构件 (96) 而旋转的外部构件 (98), 所述支承面构造为允许所述轴承 (61) 安装在所述支承面上。

12. 根据权利要求 11 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述肩部部段 (84) 从所述连接螺栓 (58) 的中心轴线 (86) 向外延伸至比所述中间部段 (80) 更远, 使得当所述螺纹止动装置 (102) 固定在所述顶部部段 (82) 上时, 所述轴承 (61) 的内部构件 (96) 抵靠所述肩部部段 (84) 的面 (104) 定位。

13. 根据权利要求 1 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述连接螺栓 (58) 还包括第一圆角 (88) 和第二圆角 (88), 所述第一圆角 (88) 在所述连接螺栓 (58) 中限定在所述顶

部部段 (82) 和所述中间部段 (80) 之间, 并且构造为容许所述止动装置 (102) 抵靠所述旋转连接装置 (60) 固定, 所述第二圆角 (88) 在所述连接螺栓 (58) 中限定在所述中间部段 (80) 和所述肩部部段 (84) 之间, 并且构造为容许所述旋转连接装置 (60) 抵靠所述肩部部段 (84) 的面 (104) 定位。

14. 一种用于可变叶片组件 (20) 的连接螺栓 (58), 所述可变叶片组件 (20) 包括联接在多个杠杆臂 (24) 上的同步环 (26), 所述可变叶片组件 (20) 还包括多个轴承 (61), 所述多个轴承 (61) 构造为将所述多个杠杆臂 (24) 与所述同步环 (26) 可旋转地联接起来, 所述连接螺栓 (58) 包括:

底部螺纹部段 (78), 其具有适合于固定在相对应的螺纹孔 (94) 中的形状和构造, 所述螺纹孔 (94) 被限定在所述同步环 (26) 中;

中间部段 (80), 其限定了支承面, 所述支承面具有适合于允许所述多个轴承 (61) 的其中一个轴承 (61) 安装在它上面的形状和构造;

肩部部段 (84), 其设置在所述底部螺纹部段 (78) 和所述中间部段 (80) 之间, 所述肩部部段 (84) 构造为固定在所述同步环 (26) 的表面 (108) 上; 和

顶部螺纹部段 (82), 其具有适合于接纳螺纹止动装置 (102) 的形状和构造, 所述螺纹止动装置 (102) 构造为将所述轴承 (61) 刚性地连接到所述连接螺栓 (58) 上;

其中所述底部螺纹部段 (78)、所述中间部段 (80)、所述肩部部段 (84) 和所述顶部螺纹部段 (82) 沿着所述连接螺栓 (58) 的中心轴线 (86) 而同轴对准。

15. 根据权利要求 14 所述的连接螺栓 (58), 其特征在于, 所述轴承 (61) 包括内部构件 (96) 和构造为相对于所述内部构件 (96) 而旋转的外部构件 (98), 所述肩部部段 (84) 从所述中心轴线 (86) 向外延伸至比所述中间部段 (80) 更远, 使得当所述螺纹止动装置 (102) 固定在所述顶部部段 (82) 上时, 所述内部构件 (96) 抵靠所述肩部部段 (84) 的面 (104) 定位。

用于涡轮压缩机的可变叶片组件的连接螺栓

技术领域

[0001] 本主题总体涉及燃气涡轮机,更具体地说,涉及一种用于压缩机的可变叶片组件的连接螺栓。

背景技术

[0002] 燃气涡轮机典型地包括压缩机、多个燃烧器和涡轮段。压缩机压缩流入涡轮的空气。从压缩机排出的压缩空气流入燃烧器。进入各燃烧器的空气与燃料混合并燃烧。热的燃烧气体从各个燃烧器通过过渡段而流向燃气涡轮机的涡轮段,从而驱动涡轮并产生功率。

[0003] 用于燃气涡轮机的典型压缩机可构造为多级轴流式压缩机,并且可包括旋转和固定的构件。轴驱动中心转子鼓轮或叶轮,其具有多个环形转子。压缩机的转子级在相似数量的固定的定子级之间旋转,且各个转子级均包括固定在转子叶轮上的多个转子叶片,并且各个定子级均包括固定在压缩机的外壳上的多个定子叶片。在运行期间,空气流穿过压缩机级,并且被顺序地压缩,其中各个相继的下游级增加压力,直至空气从压缩机出口以最大的压力排出为止。

[0004] 为了改善压缩机的性能,其中一个或多个定子级可包括可变定子叶片,其构造为围绕它们的纵向或径向轴线而旋转。此类可变定子叶片通常允许通过使定子叶片相对于空气流所定向的角度旋转,因而控制流入并穿过压缩机的空气量,从而增强压缩机的效率和可操作性。可变定子叶片的旋转通常通过将杠杆臂连接在各个定子叶片上,并将各个杠杆臂连接到相对于压缩机外壳基本同心设置的协调环或同步环上来实现。同步环又联接在致动器上,致动器构造为围绕压缩机的中心轴线而旋转。当同步环通过致动器而旋转时,杠杆臂相应地旋转,从而促使各个定子叶片围绕其径向或纵向轴线而旋转。

[0005] 当前的同步环和杠杆臂组件通常将杠杆臂构造为在此类构件之间的旋转接口处与同步环构成滑动接合。具体地说,杠杆臂典型地构造为当环旋转时在杠杆臂和同步环之间的旋转接口处径向和/或环向滑动。此滑动接合通常对设置在该滑动接口处的组件构件产生过度磨损。此外,在传统组件中所利用的滑动接合常不能给同步环提供充分的支撑。具体地说,在环的旋转期间,由于发生在杠杆臂和同步环之间的相对滑动,设置在同步环顶部的杠杆臂典型地不会支撑任何环重量。因此,设置在同步环底部周围的杠杆臂必须支撑环的全部重量。这种不充分的支撑可能导致设置在杠杆臂和同步环之间的连接接口处的构件甚至进一步的磨损。此外,不充分的支撑还可能导致围绕压缩机外壳而环向间隔开的摩擦块的过度磨损,因为必须利用摩擦块来支撑一部分的环重量。

[0006] 因此,一种用于可变叶片组件的可用于减少该组件中的磨损发生的连接螺栓在该技术中将会受欢迎。

发明内容

[0007] 本发明的方面和优点将在以下描述中将部分地陈述,或者可从该描述明了,或者

可通过本发明的实践获悉。

[0008] 一方面,本主题公开了一种用于可变叶片组件的连接螺栓。该连接螺栓通常可包括底部部段、中部部段、顶部部段和肩部部段。底部部段常可具有适合于固定在可变叶片组件的同步环上的形状和构造。中部部段通常可具有适合于接受可变叶片组件的旋转连接装置的形状和构造。肩部部段可设置在底部部段和中部部段之间。顶部部段通常可具有适合于接纳止动装置的形状和构造,止动装置过早为将旋转连接装置刚性地连接到连接螺栓上。

[0009] 另一方面,本主题公开了一种用于可变叶片组件的连接螺栓。该连接螺栓通常可包括底部螺纹部段、中部部段、顶部螺纹部段和肩部部段,且各个部段与连接螺栓的中心轴线同轴对准。底部螺纹部段通常可具有适合于固定在相对应的螺纹孔内的形状和构造,螺纹孔限定在可变叶片组件的同步环中。中部部段通常可限定支承面,支承面构造为使得可变叶片组件的轴承可安装在其上。肩部部段通常可设置在底部螺纹部段和中部部段之间,并且可构造为固定在同步环的表面上。顶部螺纹部段通常可具有适合于接纳螺纹止动装置的形状和构造,该螺纹止动装置构造为将轴承刚性地连接到连接螺栓上。

[0010] 参照以下描述和所附权利要求,本发明的这些以及其它的特征、方面和优点将变得更好理解。包含在本说明书中并组成本说明书的一部分的附图显示了本发明的实施例,并且与细节描述一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0011] 在参照附图的说明书中为本领域中的普通技术人员阐述了本发明的完整且能够实施的公开,包括其最佳模式,其中:

[0012] 图 1 提供了燃气涡轮机的示意图;

[0013] 图 2 提供了根据本主题的多个方面的可变叶片组件的一个实施例的横截面图,特别显示了联接在压缩机的多个可变定子叶片的其中一个叶片上的可变叶片组件;

[0014] 图 3 提供了图 2 中所示的可变叶片组件实施例的一部分的放大图,特别显示了杠杆臂至同步环的连接;且

[0015] 图 4 提供了可变叶片组件的一个实施例的局部透视图,特别显示了同步环和联接在同步环上的致动装置。

[0016]	标号	构件
[0017]	10	燃气涡轮机
[0018]	12	压缩机
[0019]	14	燃烧器
[0020]	16	涡轮段
[0021]	18	轴
[0022]	20	可变叶片组件
[0023]	22	可变定子叶片
[0024]	24	杠杆臂
[0025]	26	同步环
[0026]	28	致动装置

[0027]	30	压缩机外壳
[0028]	32	翼型部段
[0029]	34	第一侧或压力侧
[0030]	36	空气
[0031]	38	弦线
[0032]	40	前缘
[0033]	42	后缘
[0034]	44	内顶端
[0035]	46	外根部
[0036]	48	整体的杆柱部段
[0037]	50	环形孔
[0038]	52	衬套
[0039]	54	转子叶片
[0040]	56	转子盘或叶轮
[0041]	58	连接螺栓
[0042]	60	旋转连接装置
[0043]	61	轴承
[0044]	62	中心轴线
[0045]	64	推杆连杆
[0046]	66	杠杆臂 24 的第一端
[0047]	68	杠杆臂 24 的第二端
[0048]	70	带键的底座
[0049]	72	带螺纹的杆柱
[0050]	74	螺母
[0051]	76	旋转接口
[0052]	78	底部部段
[0053]	80	中部部段
[0054]	82	顶部部段
[0055]	84	肩部部段
[0056]	86	中心轴线
[0057]	88	底切圆角
[0058]	90	下面扩展部分
[0059]	92	上面扩展部分
[0060]	94	螺纹孔
[0061]	96	内球
[0062]	98	外环孔
[0063]	100	钻孔
[0064]	102	止动装置
[0065]	104	径向外表面

[0066]	106	间隙
[0067]	108	相邻表面
[0068]	110	距离
[0069]	112	径向内表面
[0070]	114	距离
[0071]	116	锥形轮廓

具体实施方式

[0072] 现在将详细参考本发明的实施例,图中显示了其一个或多个示例。各个示例是作为本发明的说明,而非本发明的限制而提供的。实际上,对本领域技术人员将会明显的是,在不脱离本发明的范围或精神的条件下可在本发明中做出各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分而被显示或被描述的特征可与另一实施例一起使用,从而产生又一实施例。因而,假如其在所附权利要求及其等价物范围内,则本发明意图覆盖这种修改和变化。

[0073] 参照附图,图 1 显示了燃气轮机 10 的示意图。燃气轮机 10 通常包括压缩机 12、多个燃烧器 14 和涡轮段 16。压缩机 12 和涡轮段 16 通常可由轴 18 联接。轴 18 可以是单个轴或联接在一起而形成轴 18 的多个轴段。在一个实施例中,压缩机 12 可包括多级轴流式压缩机,其具有多个相对应的转子级和定子级。在此类实施例中,其中一个或多个定子级可包括多个可变定子叶片。例如,压缩机 12 可在其下游级中包括多个固定的定子叶片,且可变定子叶片设置在其上游级中。备选地,压缩机 12 的所有定子级都可包括可变定子叶片。

[0074] 在燃气轮机 10 的操作期间,压缩机 12 将压缩空气供给燃烧器 14。空气和燃料在各个燃烧器 14 内混合并燃烧,并且热的燃烧气体在热气道中从燃烧器 14 流向涡轮段 16,其中从燃烧气体提取能量,以产生功。

[0075] 现在参照图 2-4,其显示了根据本主题多个方面的用于致动多个可变定子叶片 22 的可变叶片组件 20 的实施例的不同视图。具体地说,图 2 显示了联接在其中一个定子叶片 22 上的所公开可变叶片组件 20 的一个实施例的横截面图。图 3 显示了图 2 中所示的可变叶片组件 20 的一部分的放大图,特别显示了杠杆臂 24 至同步环 26 的连接。另外,图 4 显示了所公开的可变叶片组件 20 的一个实施例的局部透视图,特别显示了同步环 26 和联接在同步环 26 上的致动装置 28。

[0076] 特别如图 2 中所示,燃气轮机 10 的压缩机 12 可包括一个或多个定子级,定子级具有可旋转地安装在压缩机外壳 30 中的多个可变定子叶片 22(图示了其中一个)。各个定子叶片 22 通常包括翼型段 32,翼型段 32 具有第一侧或压力侧 34 和环向相对的第二侧或吸力侧(未显示),它们限定了叶片 22 的空气动力学表面,在压缩机 12 的操作期间,空气 36 在该表面上流动。压力侧和吸力侧通常沿着弦线 38 而在相对的前缘和后缘 40,42 之间轴向延伸,并且从径向内顶端 44 径向跨越至径向外根部 46。各个定子叶片 22 还包括整体的杆柱部段 48,杆柱部段同轴且径向向外从翼型段 32 延伸并穿过外壳中限定的互补的圆柱形孔 50。杆柱部段 48 通常可安装在孔 50 内以便在该孔中旋转。例如,衬套 52 可设置在外壳 30 和杆柱部段 48 的接口处,以允许定子叶片 22 相对于外壳 30 旋转。

[0077] 压缩机 12 的各个定子叶片 22 通常可构造为将流过压缩机 12 的空气 36 引导至相

应行或相应级的转子叶片 54, 转子叶片 54 从支撑转子盘或叶轮 56 径向向外延伸。具体地说, 通过各级定子叶片 22 和转子叶片 54 所引导的空气 36 可在压缩机 12 内按顺序进行压缩, 以将其排放到燃气涡轮机 10 的燃烧器 14 中。如通常应该懂得的, 通过修改或使定子叶片 22 相对于空气流 36 所定向的角度旋转, 由此通过调整流入和穿过压缩机 12 的空气 36 的数量可增强压缩机的效率和可操作性。为了促进定子叶片 22 的此类旋转, 可利用以下详细所述的可变叶片组件 20。

[0078] 参照图 2-4, 本主题的可变叶片组件 20 通常包括同步环 26, 同步环构造为致动多个向外延伸的杠杆臂 24, 杠杆臂安装且刚性地连接在压缩机 12 的特定定子级的各个定子叶片 22 上。同步环 26 通常可通过沿着环 26 的周边进行固定的多个连接螺栓 58 而联接在杠杆臂 24 上。另外, 可变叶片组件 20 还可包括多个旋转连接装置 60, 该装置 60 设置在杠杆臂 24 和连接螺栓 58 之间, 从而限定旋转接口, 围绕着该旋转接口, 杠杆臂 24 可相对于连接螺栓 58 和 / 或同步环 26 而旋转。此外, 特别如图 4 中所示, 同步环 26 还可联接在一个或多个合适的致动装置 28 上, 致动装置 28 构造为使同步环 26 围绕压缩机 12 的中心轴线 62 而旋转。例如, 同步环 26 可通过任何合适的手段 (例如通过推杆联结件 64) 而联接在致动装置 28 上, 使得致动装置 28 使同步环 26 顺时针或逆时针围绕中心轴线 62 而旋转。因此, 当致动装置 28 使同步环 26 旋转时, 杠杆臂 24 可相应地围绕连接螺栓 58 而旋转。旋转的杠杆臂 24 则造成定子叶片 22 旋转, 从而修改了叶片 22 相对于压缩机 12 内的空气流 36 所定向的角度。

[0079] 通常, 可变叶片组件 20 的同步环 26 可包括径向向外且与压缩机外壳 30 基本同心设置的圆形或环状结构。在若干个实施例中, 同步环 26 可被制造为单件结构或多件结构, 并且可由任何合适的材料形成, 例如不锈钢或能够承受典型施加于同步环上的负载的任何其它材料。另外, 同步环 26 通常可具有任何合适的横截面, 例如矩形、椭圆形或圆形的横截面。特别如图 2 和图 3 中所示, 在一个实施例中, 同步环 26 可限定大致“C 形”的横截面。因此, 在不牺牲环 26 的结构完整性的条件下, 同步环 26 可构造为相对轻重量。

[0080] 更具体地参照图 2, 可变叶片组件 20 的各个杠杆臂 24 通常可包括刚性地连接在可变动定子叶片 22 的杆柱部段 48 上的第一端 66 以及可旋转地与同步环 26 相接合并通过连接螺栓 58 而刚性地连接在同步环 26 上的第二端 68。通常, 各个杠杆臂 24 的第一端 66 可利用任何合适的手段而固定在定子叶片 22 上。例如, 在一个实施例中, 定子叶片 22 可包括从杆柱部段 48 径向向外延伸的带键的底座 70 (例如“D 形”底座), 以及从带键的底座 70 径向向外延伸的带螺纹的杆柱 72。带键的底座 70 通常可构造为自动对准的特征, 用于将杠杆臂 24 安装在定子叶片 22 的顶部。例如, 杠杆臂 24 的第一端 66 可限定安装孔, 其构造为与带键的底座 70 的形状 (例如 D 形安装孔) 相对应, 从而允许杠杆臂 24 安装在定子叶片 22 上以随之旋转。然后通过使带螺纹的螺母 74 例如止动螺母或防松螺母定位在带螺纹的杆柱 72 上, 从而可将杠杆臂 24 固定到定子叶片 22 上。

[0081] 对本领域技术人员应该明显的是, 在本主题的范围内可利用不同的其它构造, 以将杠杆臂 24 的第一端 66 安装和 / 或刚性地连接到定子叶片 22 的杆柱部段 48 上。例如, 在若干个实施例中, 可利用带键的花键、成匹配对应的细圆齿状表面或其它合适的方法, 以安装或另外使杠杆臂 24 与定子叶片 22 相接合。类似地, 在不同的实施例中, 利用定位销或锁、通过将构件焊接在一起或利用任何其它合适的紧固手段和 / 或固定手段可将杠杆臂 24

固定在定子叶片 22 上。

[0082] 现在参照图 3, 各个杠杆臂 24 的第二端 68 通常可构造为通过连接螺栓 58 而与同步环 26 可旋转地联接起来。具体地说, 旋转连接装置 60 可设置在各个杠杆臂 24 和其相对应的连接螺栓 58 之间, 使得在二者之间限定旋转接口 76。因此, 在此类接口 76 处可容许杠杆臂 24 相对于同步环 26 和 / 或连接螺栓 68 而旋转。此外, 各个连接螺栓 58 还可构造为刚性地连接在旋转连接装置 60 的一部分上, 使得在同步环 26 和杠杆臂 24 围绕其旋转的旋转接口 76 之间没有相对运动或基本上没有相对运动。因此, 在环 26 的旋转期间可防止或基本上防止杠杆臂 24 径向地、环向地或沿任何其它方向相对于同步环 26 和 / 或连接螺栓 58 而滑动。

[0083] 为了允许可变叶片组件 20 的不同构件的此类旋转联接和刚性连接, 在一个实施例中, 各个连接螺栓 58 通常均可包括多个部段, 例如底部部段 78、中间部段 80、顶部部段 82 以及设置在底部部段和中间部段 78, 80 之间的肩部部段 84。如图 3 中所示, 各个部段 78, 80, 82, 84 通常可沿着连接螺栓 58 的中心轴线 86 而同轴对准。另外, 在一个实施例中, 各个部段 78, 80, 82, 84 可以是基本圆柱形的形状。然而, 在备选实施例中, 应该懂得, 各个部段 78, 80, 82, 84 通常可具有任何合适的形状, 其容许部段 78, 80, 82, 84 如本文所述起作用。此外, 在本主题的一个特定实施例中, 各个部段 78, 80, 82, 84 可通过底切圆角 88 而被分隔开。此类圆角 88 通常可设于连接螺栓 58 上, 以用于低应力 / 应力解除的区域。另外, 还可提供底切圆角 88 来增强部段 78, 80, 82, 84 至可变叶片组件 20 的其它不同构件的连接。具体地说, 圆角 88 可允许部段 78, 80, 82, 84 和其它构件的表面和 / 或面定位成或另外设置成彼此基本齐平。

[0084] 仍然参照图 3, 连接螺栓 58 的底部部段 78 通常可构造为固定在同步环 26 的一部分上。例如, 在所示的实施例中, 底部部段 78 可固定在大致“C 形”的同步环 26 的下面扩展部分 90 上, 使得连接螺栓 58 从其基本径向向外延伸。在备选实施例中, 应该懂得底部部段 78 可固定在同步环 26 上任何其它合适的位置。例如, 在另一实施例中, 底部部段 78 可固定在同步环 26 的上面扩展部分 92 上, 使得连接螺栓 58 从其径向向外或径向向内延伸。此外, 在同步环 26 没有限定大致“C 形”横截面的实施例中, 底部部段 78 可固定在同步环 26 的任何合适的部分上, 其允许所公开的可变叶片组件 20 如本文所述起作用。

[0085] 另外, 应该懂得连接螺栓 58 的底部部段 78 通常可使用本领域中已知的任何合适的连接方法而固定在同步环 26 上。例如, 如图 3 中所示, 底部部段 78 可以是带螺纹的, 使得其可固定在限定于同步环 26 中的相对应的螺纹孔 94 中。在另一实施例中, 底部部段 78 可构造为压配合或黏附地结合在同步环 26 中所限定的相对应的钻孔 (未显示) 内。

[0086] 仍然参照图 3, 在一个实施例中, 各个连接螺栓 58 的中间部段 80 通常可用作在杠杆臂 24 和同步环 26 之间的旋转连接点。因此, 中间部段 80 可构造为接纳本领域中已知的任何合适的旋转连接装置 60, 以便使杠杆臂 24 与同步环 26 通过连接螺栓 58 而旋转地接合。例如, 在所示的实施例中, 旋转连接装置 60 包括安装在或另外设置在中间部段 80 周围的轴承 61, 从而限定了在杠杆臂 24 和连接螺栓 58 之间的旋转接口 76。因此, 应该懂得, 中间部段 80 通常可具有适合于接纳轴承 61 的形状和构造。例如, 在一个实施例中, 中间部段 80 可限定平滑的圆柱形表面或支承面, 使得轴承 61 可安装在该表面上。另外, 中间部段 80 可尺寸设置成在轴承 61 和连接螺栓 58 之间提供紧密控制的配合。例如, 在轴承 61 和中间

部段 80 之间提供的公差可为小于大约 1 毫米 (mm) 的松直径公差,例如小于大约 0.5mm 的松直径公差或小于大约 0.1mm 的松直径公差。在本主题的一个特定实施例中,公差可在大约 0.01mm 的松直径公差至大约 0.07mm 的松直径公差的范围内,例如大约 0.03mm 的松直径公差至大约 0.05mm 的松直径公差以及两者之间所有其它子范围。然而,在一个备选实施例中,应该懂得,所提供的公差可大于 1mm 的松直径公差。

[0087] 通常,在本主题的范围内可利用本领域中已知的任何合适的轴承,以在杠杆臂 24 和连接螺栓 58 之间提供旋转接合。如图 3 中所示,在一个实施例中,轴承 61 可包括球面轴承,其具有安装在连接螺栓 58 的中间部段 80 上的内球 96 和固定在相对应的钻孔 100 内的外环孔 98,钻孔 100 限定在杠杆臂 24 的第二端 68 中。外环孔 98 通常可具有与内球 96 的外凸球面对应的内凹球面,以允许外环孔 98 在一个或多个正交方向上相对于内球 96 而旋转。因而,当致动装置 28 使同步环 26 旋转时,各个杠杆臂 24 可围绕着在轴承 61 的内球 96 和外环孔 98 之间所限定的旋转接口 76 而旋转和 / 或扭转。

[0088] 对本领域技术人员应该明显的是,在本主题的范围内可利用不同的其它合适的旋转连接装置 60,以使杠杆臂 24 与同步环 26 通过连接螺栓 58 而旋转地接合,并因而提供了旋转接口 76,围绕着该旋转接口,杠杆臂 24 可相对于环 26 和 / 或连接螺栓 28 而旋转。例如,在备选实施例中,旋转连接装置 60 可包括合适的枢轴接头的一部分,例如球窝接头、髁状接头、铰链接头等等,其构造为与限定或另外包括在连接螺栓 58 上的相对应的特征相配合。在另一实施例中,连接螺栓 58 本身可用作可变叶片组件 20 的旋转连接装置 60。例如,杠杆臂 24 或安装在杠杆臂 24 上的构件可构造为直接围绕连接螺栓 58 (例如围绕中间部段 80) 而旋转,使得连接螺栓 58 的外表面通常限定旋转接口 76。

[0089] 仍然参照图 3,如上面指出的那样,杠杆臂 24 的第二端 68 还可构造为通过连接螺栓 58 而刚性地联接在同步环 26 上,使得在同步环 26 和杠杆臂 24 围绕其旋转接口 76 之间没有相对运动或基本上没有相对运动。因而,在一个实施例中,连接螺栓 58 的顶部部段 82 通常可适合于接纳止动装置 102,止动装置构造为允许旋转连接装置 60 刚性地连接在连接螺栓 58 上。例如,如图 3 中所示,限定了在杠杆臂 24 和连接螺栓 58 之间的旋转接口 76 的轴承 61 的内球 96 可刚性地连接在连接螺栓 58 上,使得内球 96 在环 26 的旋转期间不会相对于同步环 26 而滑动或以其它方式移动。具体地说,连接螺栓 58 的顶部部段 82 可以是带螺纹的,从而允许带螺纹的止动装置 102 (例如防松螺母或止动螺母) 紧密地固定在轴承 61 的内球 96 上。另外,如图所示,连接螺栓 58 的肩部部段 84 通常可从连接螺栓 58 的中心轴线 86 向外延伸得比中间部段 80 更远,使得内球 96 可定位或另外设置成抵靠肩部部段 84 的径向外表面 104。因此,当止动装置 102 固定在轴承 61 上时,内球 96 可被夹住、压住或另外刚性地连接在止动装置 102 和肩部部段 84 的外表面 104 之间,以防止在同步环 26 和杠杆臂 24 围绕其旋转的旋转接口 76 之间的任何相对运动。此外,应该懂得限定在连接螺栓 58 中的底切圆角 88 可构造为增强内球 96 至连接螺栓 58 的刚性连接。例如,限定在肩部部段 84 和中间部段 80 之间的圆角 88 可构造为容许内球 96 定位成抵靠肩部部段 84 的外表面 104 齐平。类似地,限定在顶部部段 82 和中间部段 80 之间的圆角 88 可构造为容许顶部部段 82 的螺纹埋藏或另外完全设置在止动装置 102 内。

[0090] 还应该懂得在备选实施例中,可利用不同的其它止动装置 102,例如锁销、闩或任何其它合适的紧固机构,以将球面轴承 61 的内球 96 刚性地连接到连接螺栓 58 上。类似

地,还可利用任何合适的固定 / 紧固方法,例如焊接、粘合等等,以将内球 96 刚性地连接到连接螺栓 58 上。例如,在本主题的一个特定实施例中,连接螺栓 58 的一部分(例如中间部段 80)可构造成使得内球 96 可被压配合到连接螺栓 58 上,从而提供两者之间的刚性连接。另外,在通过不同于轴承 61 的手段来提供连接螺栓 58 和杠杆臂 24 之间的旋转接合的实施例中,应该懂得可利用相似的止动装置 102 和 / 或固定方法,以防止在同步环 26 和各个杠杆臂围绕其旋转的旋转接口 76 之间的相对运动。

[0091] 通过经由连接螺栓 58 将同步环 26 刚性地联接到杠杆臂 24 上,从而可给公开的可变叶片组件 20 提供许多优势。例如,由于旋转接口 76 处的刚性连接,可防止或至少减少了在杠杆臂 24 和同步环 26 之间可能发生的环向和径向滑动运动。因此,可显著地减少和 / 或防止发生在连接螺栓 58、轴承 61、杠杆臂 24 和 / 或同步环 26 上的任何磨损。此外,各个杠杆臂 24 至同步环 26 的刚性联接确保了所有杠杆臂 24 围绕着同步环的整个周边而刚性地支撑同步环 26 的重量。因此,可保持同步环 26 的同轴度或圆度。另外,提供给同步环 26 的增加的支撑还可减少发生在摩擦块(未显示)上的磨损量,如果有摩擦块的话,其设置在同步环 26 和压缩机外壳 30 之间,因为摩擦块将不必支撑相当大部分的环重量。此外,刚性联接还可减少在可变叶片组件 20 的装配和校准期间使同步环 26 居中于压缩机外壳 30 上的负担。

[0092] 仍然参照图 3,通常可将连接螺栓 58 的肩部部段 84 构造成使得当杠杆臂 24 可旋转地连接到连接螺栓 58 上时,在杠杆臂 24 和同步环 26 的相邻表面 108 之间提供了间隙 106。通常,该间隙 106 可构造为适应可能相对于连接螺栓 58 和 / 或同步环 26 而发生的杠杆臂 24 的任何扭转。例如,当杠杆臂 24 利用安装在连接螺栓 58 上的球面轴承 61 而与同步环 26 可旋转地接合时,轴承 61 可允许杠杆臂 24 围绕连接螺栓的中心轴线 86 而旋转,并沿着其纵向轴线以顺时针方向或反时针方向而扭转。因此,肩部 84 通常可设计为提供间隙 106,该间隙 106 允许杠杆臂 24 在不抵靠同步环 26 的相邻表面 108 而接触或摩擦的情况下围绕旋转接口 76 扭转。

[0093] 此外,在本主题的一个特定实施例中,肩部部段 84 可构造为固定在同步环 26 上,从而提供用于将连接螺栓 58 连接到同步环 26 上的额外手段。例如,如图 3 中所示,围绕着肩部部段的周边的至少一部分,肩部部段 84 可焊接在同步环 26 的相邻表面 108 上。在此类实施例中,肩部部段 84 可构造为具有三角形、矩形、五边形、六边形或相似的形状,从而限定至少一个平坦的边缘,用于提供用来将肩部部段 84 焊接到同步环 26 上的合适的表面。此外,当底切圆角 88 限定在底部部段 78 和肩部部段 84 之间时,肩部部段 84 可直接定位在同步环 26 的相邻表面 108 上,并与之基本齐平。因此,在肩部部段 84 和环 26 之间可提供改善的焊接连接。

[0094] 参照图 2,在本主题的一个实施例中,可变叶片组件 20 的杠杆臂 24 可以是悬臂式的。因此,同步环 26 可悬吊在压缩机外壳 30 上。应该懂得,同步环 26 悬吊在压缩机外壳 30 上的距离 110 通常可依赖于压缩机 12 的构造和 / 或可变叶片组件 20 的构造而变化。然而,通常可选择距离 110,使得在环 26 旋转时,悬吊的同步环 26 不抵靠压缩机外壳 30 而摩擦或另外接触。另外,在一个实施例中,可沿着压缩机外壳 30 的外周边提供一个或多个摩擦块(未显示),以提供表面,如果需要,在环 26 的旋转期间,悬吊的同步环 26 可在该表面上滑动。在此类实施例中,如图 3 中所示,可将连接螺栓 58 构造成使得底部部段 78 在固

定到同步环 26 上时相对于环 26 的径向内表面 112 凹陷。因此,可防止连接螺栓 58 在环 26 的旋转期间绊住任何摩擦块和 / 或压缩机外壳 30。

[0095] 另外,在本主题的若干个实施例中,杠杆臂 24 可设计为柔性的。具体地说,杠杆臂 24 可构造为在支撑同步环 26 的同时径向向内和 / 或径向向外弯曲或屈曲。因而,在本主题的一个特殊的实施例中,可选择同步环 26 的直径和 / 或定子叶片 22 的杆柱部段 48 的高度,使得杠杆臂 24 至连接螺栓 58 的连接点设置成比杠杆臂 24 至杆柱部段 48 的连接点径向向外更远。因而,如图 2 中所示,杠杆臂可在其第一端和第二端 66,68 之间径向向外屈曲或弯曲一段距离 114。此类向外的屈曲或弯曲确保了杠杆臂 24 被径向向内加载。因此,当同步环 26 被致动并且杠杆臂 24 在旋转的同时被改变水平度时,杠杆臂 24 可将向内的负载连续地应用于环 26 上,以支撑其重量。杠杆臂 24 的这种向内的负载还可提供在同步环 26 上自动居中的效应,从而容许可变叶片组件 20 进行更有效的装配和校准。此外,如图 2 中所示,在一个实施例中,杠杆臂还可在第一端和第二端 66,68 之间沿着其长度的一部分而限定基本锥形的轮廓 116。此类锥形轮廓 116 通常可防止当臂 24 旋转时响应于同步环 26 的致动而发生在杠杆臂 24 内的应力集中。

[0096] 应该懂得,尽管已经参照可变定子叶片 22 描述了本主题的可变叶片组件 20,但是还可利用该组件来致动压缩机 12 的可变入口导向叶片级或燃气涡轮机 10 的涡轮段 16 的可变涡轮翼片或叶片级。此外,应该很容易明白,所公开的可变叶片组件 20 可与工业燃气涡轮机一起利用,或者可适合于与本领域中已知的任何其它合适的涡轮机械一起使用,例如用于推进应用中的那些涡轮机械。

[0097] 本文使用示例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域技术人员能够实践本发明,包括制造和利用任何装置或系统,并执行任何所含方法。本发明可授予专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这些其它示例包括并非不同于权利要求字面语言的结构元件,或者如果其包括与权利要求字面语言无实质差异的等效的结构元件,则这些其它示例都属于权利要求的范围内。

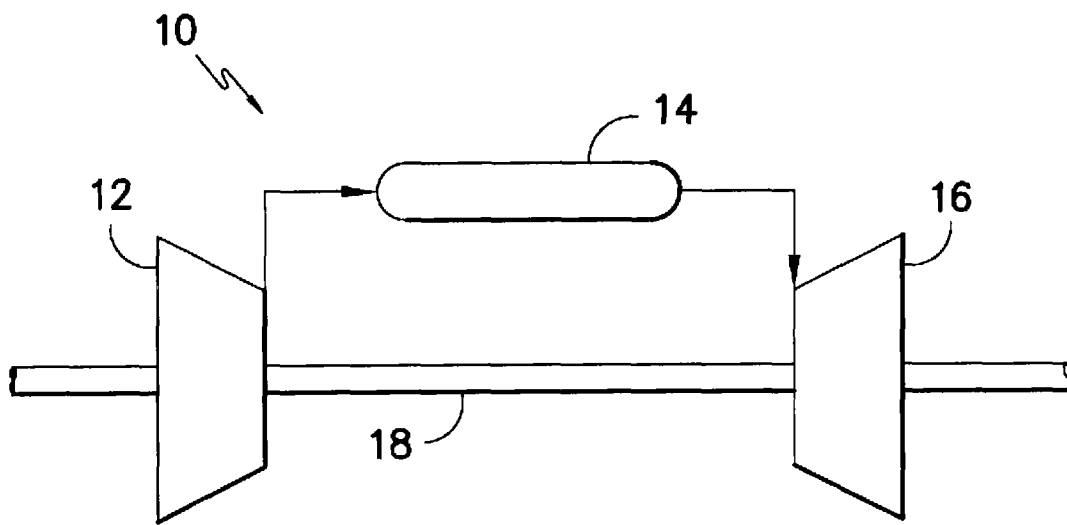


图 1

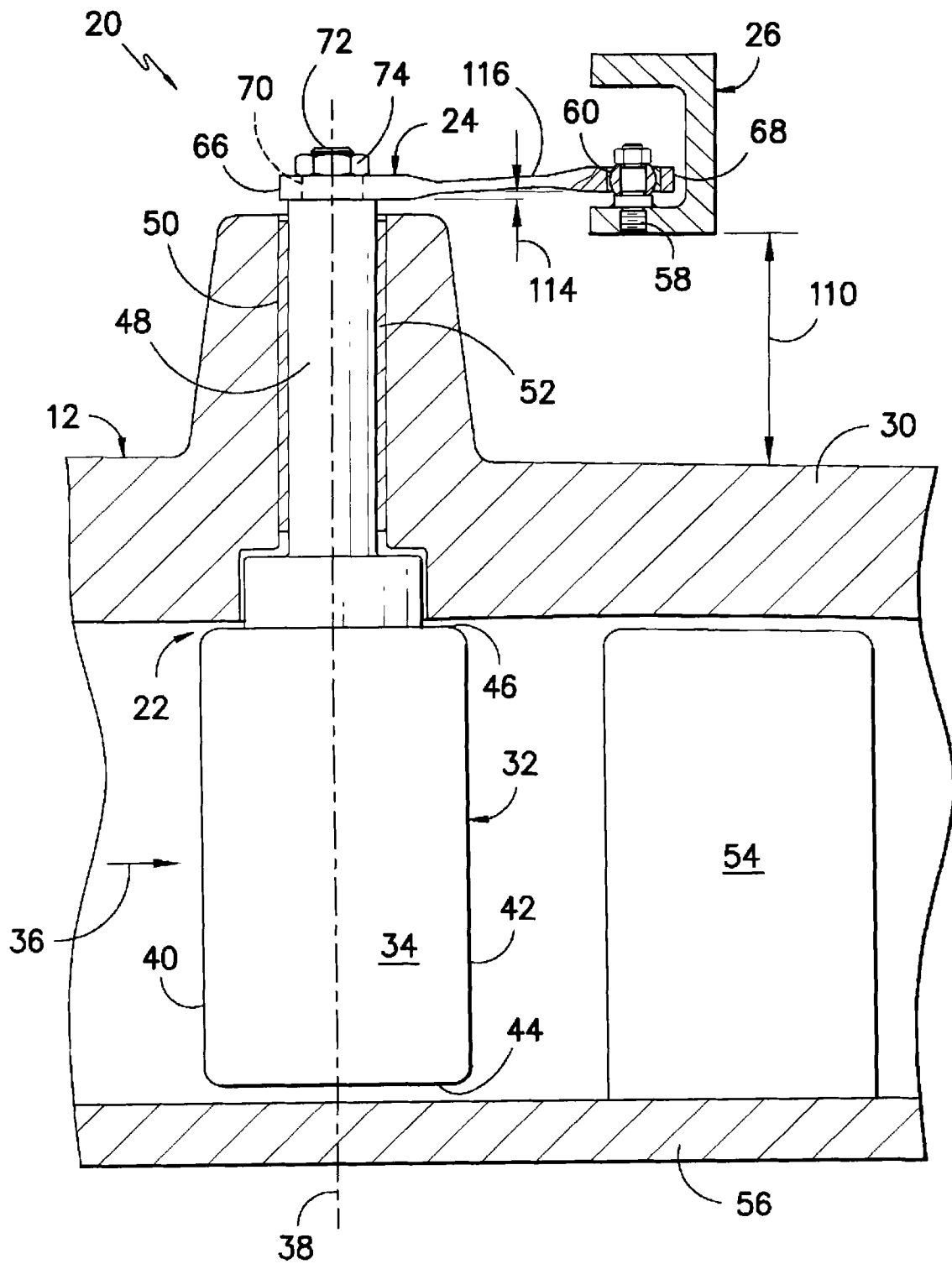


图 2

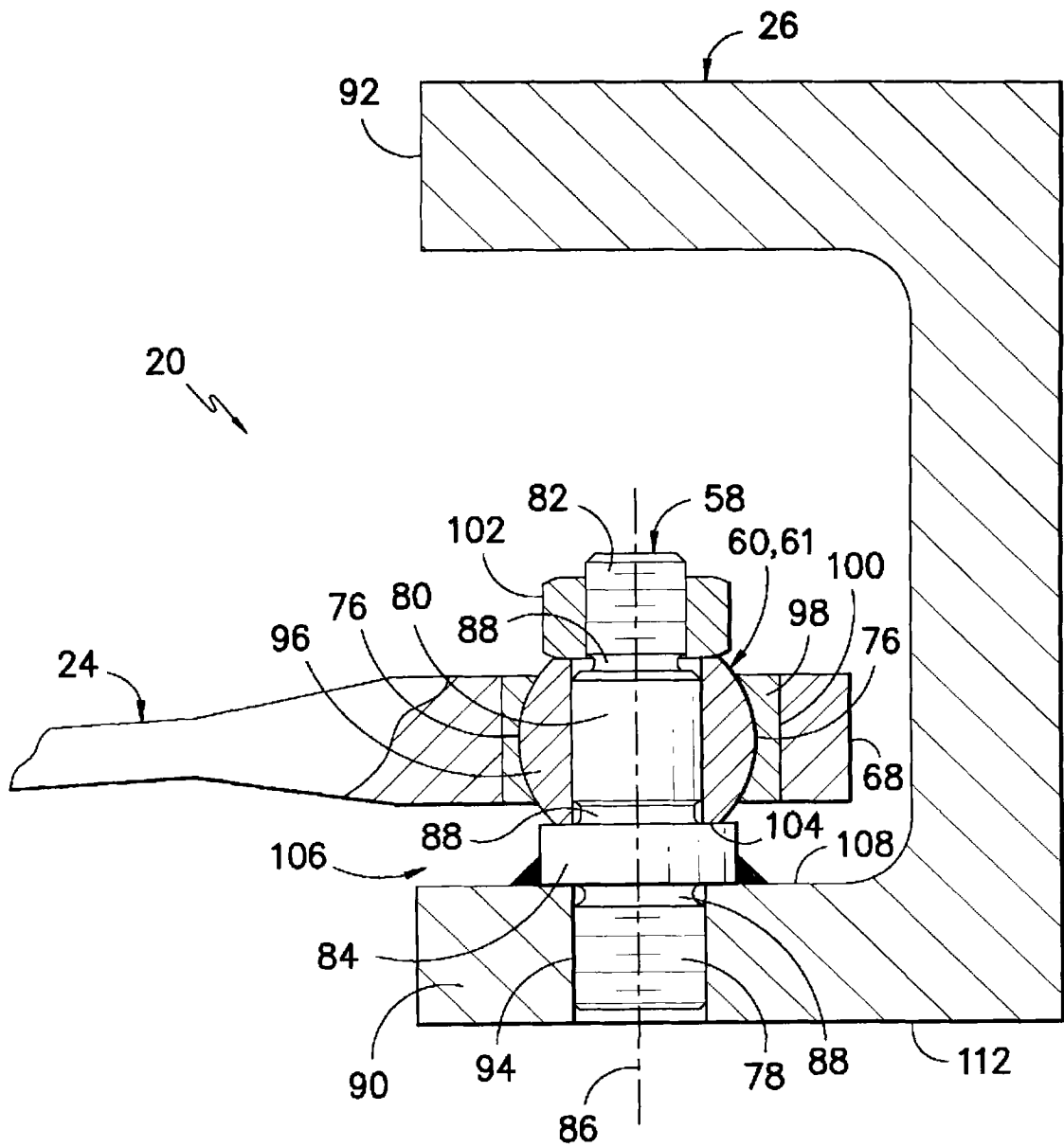


图 3

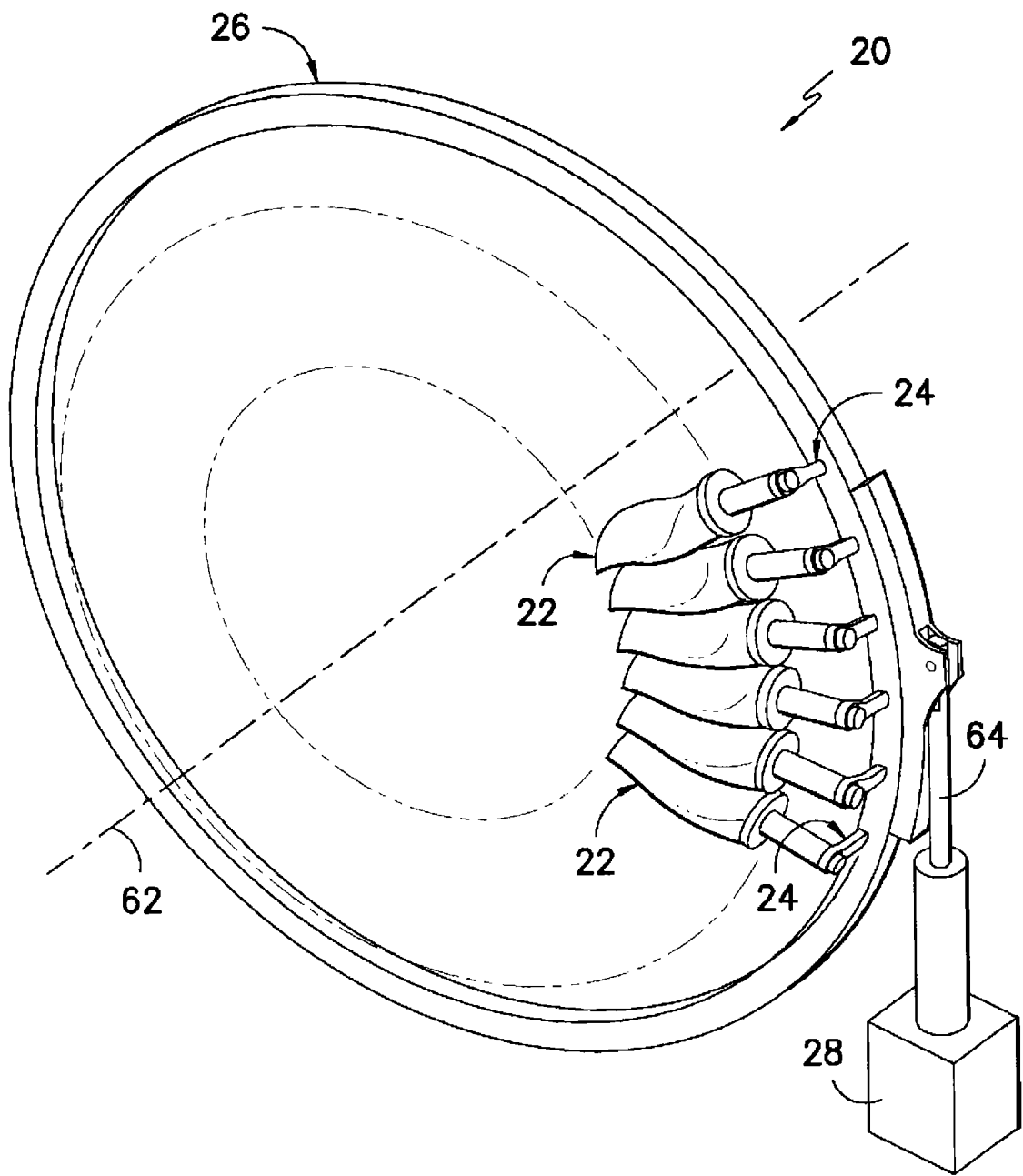


图 4