

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01D 9/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03124905.1

[45] 授权公告日 2008 年 3 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100374689C

[22] 申请日 2003.9.18 [21] 申请号 03124905.1

[30] 优先权

[32] 2002.9.18 [33] US [31] 10/246028

[73] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 J·C·希林 T·G·瓦科曼

S·J·克莱恩

[56] 参考文献

US 4861228 1989.8.29

US 5622473A 1997.4.22

EP0545656A1 1993.6.9

EP0757161A2 1997.2.5

审查员 高 阳

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 温大鹏 黄力行

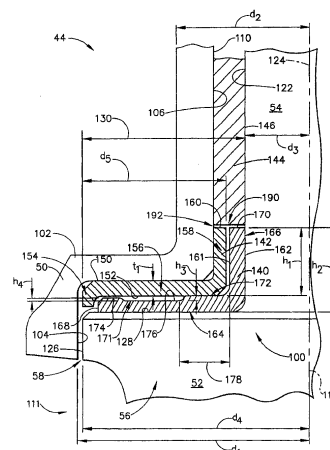
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于密封燃气轮机可变叶片组件的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种可将燃气轮机(10)的可变叶片组件(44)连接到燃气轮机壳体(50)上的方法。可变叶片组件包括一个套管组件(100)和至少一个可变叶片(52)，可变叶片包括平台(56)和叶片杆(54)。该方法包括：以压配合的方式将第一套管(142)连接到燃气轮机壳体上；将第二套管(140)连接到可变叶片上；将可变叶片连接到燃气轮机壳体上，以便第一套管的至少一部分位于燃气轮机壳体和第二套管之间，且第二套管的至少一部分位于第一套管和叶片杆之间。



1. 一种用于连接包括壳体的燃气轮机的可变叶片组件的方法，可变叶片组件包括一个套管组件和至少一个可变叶片，可变叶片包括平台和叶片杆，所述方法包括：

以压配合的方式将外套管连接到燃气轮机壳体上；

将内套管连接到可变叶片上；和

将可变叶片连接到燃气轮机壳体上，以便外套管的至少一部分位于燃气轮机壳体和内套管之间，且内套管的至少一部分位于外套管和叶片杆之间，并且在外套管和内套管之间限定一预定间隙。

2. 根据权利要求1所述的方法，其还包括将套管圆筒形部分（344）连接到叶片杆上，从而使所述套管圆筒形部分位于外和内套管以及叶片杆之间。

3. 根据权利要求1所述的方法，其还包括将套管支承件连接到可变叶片上以便于保持住外套管和内套管中的至少一个。

4. 根据权利要求1所述的方法，其还包括将耐磨涂层涂覆到外套管、内套管和叶片杆中的至少一个上。

5. 一种包括壳体的燃气轮机的可变叶片组件，所述可变叶片组件包括：

可变叶片，该可变叶片包括平台和从所述平台向外延伸的叶片杆；和

套管组件，该套管组件包括外套管和内套管，所述外套管位于所述内套管的径向外侧，从而使所述外套管的至少一部分位于燃气轮机壳体和所述内套管之间，且所述内套管的至少一部分位于所述外套管和所述叶片杆之间，所述内套管定位并靠在所述叶片组件叶片杆上，且所述外套管定位并靠在所述燃气轮机壳体上，从而在所述套管组件的内套管和外套管之间形成预定的间隙。

6. 根据权利要求5所述的可变叶片组件，其中，所述套管组件还包括衬套，所述外和内套管位于所述衬套和所述叶片组件平台之间。

7. 根据权利要求5所述的可变叶片组件，其中，所述内和外套管中的至少一个包括从所述内和外套管中的至少一个向外延伸的至

少一个肩部，该肩部用于与所述的套管组件套管接触，所述肩部便于减小所述内和外套管之间的磨损。

8. 根据权利要求5所述的可变叶片组件，其中，所述内和外套管中的至少一个的至少一部分涂覆有耐磨涂层。

9. 根据权利要求5所述的可变叶片组件，其中，所述套管组件还包括套管支承件，该套管支承件的结构设置成可保持住所述内和外套管中的至少一个。

10. 根据权利要求5所述的可变叶片组件，其中，所述套管组件连接到所述可变叶片周围，从而在所述壳体和所述内和外套管中的至少一个之间形成预定的间隙。

11. 一种用于燃气轮机的压缩机，所述压缩机包括：

转子，该转子包括转子轴和多排转子叶片；

壳体，该壳体围绕所述多排转子叶片沿周向延伸，所述壳体包括多个穿过其延伸的孔；和

至少一排通过多个套管组件可转动地连接到所述壳体上的可变叶片，所述可变叶片在所述多排转子叶片的相邻排之间延伸，每个所述可变叶片包括平台和从所述平台向外延伸的叶片杆，每个所述套管组件包括内套管和外套管，所述外套管位于所述内套管的径向外侧，从而使所述外套管的至少一部分位于所述壳体和所述内套管之间，且所述内套管的至少一部分位于所述外套管和每个相应的叶片杆之间，所述内套管和外套管中的至少一个被压配合到所述燃气轮机壳体上，

其中，所述可变叶片内和外套管连接在所述压缩机内，从而在每个所述内套管和所述外套管之间形成预定的间隙。

12. 根据权利要求11所述的压缩机，其中，每个所述可变叶片的内套管和所述外套管中的至少一个包括向外延伸的肩部，该肩部用于与每个所述其它相应的内和外套管接触。

13. 根据权利要求11所述的压缩机，其中，每个所述可变叶片套管组件还包括衬套，所述衬套围绕所述叶片杆沿周向延伸。

14. 根据权利要求11所述的压缩机，其中，每个所述可变叶片的内套管和外套管中的至少一个的一部分涂覆有耐磨涂层。

15. 根据权利要求11所述的压缩机，其中，每个所述可变叶片套管组件还包括套管支承件，该套管支承件设置成可保持住每个所述可变叶片内和外套管中的至少一个。

16. 根据权利要求11所述的压缩机，其中，所述可变叶片内和外套管连接在所述压缩机内，从而在每个所述内套管和所述外套管之间形成预定的间隙，其中，所述间隙便于在所述套管组件内形成密封。

用于密封燃气轮机可变叶片组件的方法和装置

【技术领域】

本发明涉及燃气轮机，具体地说，本发明涉及用于燃气轮机的可变定子叶片组件。

【背景技术】

至少有些已知的燃气轮机包括一个核心发动机，按照气流顺序排列，核心发动机具有风扇组件和用于对进入发动机的气流进行压缩的高压压缩机、用于燃烧燃料和空气混合物的燃烧室以及低压和高压涡轮，低压和高压涡轮每个都包括多个可从流出燃烧室的气流吸取转动能量的转子叶片。至少有些已知的高压压缩机包括多排沿周向间隔开的转子叶片，其中，相邻排的转子叶片通过可变定子叶片（VSV）组件排间隔开。具体地说，多个可变定子叶片组件固定在压缩机壳体上，其中，每个VSV组件包括一个在相邻转子叶片之间延伸的翼片。VSV翼片相对于压缩机转子叶片的取向是可变的，以便于控制流经压缩机的气流。

至少一种已知的可变定子叶片组件包括一个部分地设置在套筒内的枢轴套管。一部分翼片穿过枢轴套管延伸，且VSV组件通过螺栓固定到压缩机定子壳体上。在至少有些已知的VSV组件中，采用聚合物或碳套管来获得较低的摩擦系数以便于使VSV组件的摩擦和磨损最小。

在工作过程中，暴露在气流中会使VSV套管发生腐蚀。另外，当套管部件发生腐蚀时，就会在叶片组件中形成气流泄漏通道。在VSV翼片外径和套管内径之间就可形成一条这样的泄漏通道。在气流经VSV组件发生泄漏条件下连续工作就会严重地影响发动机的性能。

为避免聚合物套管发生腐蚀，至少有些其它的已知VSV组件采用了金属套管，其中，相互配合的部件由相同的金属材料制成。但是，金属套管比聚合物套管的摩擦系数大，且VSV组件中摩擦较大也会损坏VSV部件。另外，当套管发生磨损时，就需要更换已磨损的套管。但是，VSV组件的结构使得更换套管成为一个非常费时的过程，其中包括了拆卸发动机这样的大量工作。

【发明内容】

本发明一方面提供一种用于连接包括壳体的燃气轮机的可变叶片组件的方法。可变叶片组件包括一个套管组件和至少一个可变叶片，可变叶片包括平台和叶片杆。该方法包括以压配合的方式将第一套管连接到燃气轮机壳体上，将第二套管连接到可变叶片上，并将可变叶片连接到燃气轮机壳体上，以便第一套管的至少一部分位于燃气轮机壳体和第二套管之间，且第二套管的至少一部分位于第一套管和叶片杆之间。

本发明另一方面提供一种包括壳体的燃气轮机的可变叶片组件。可变叶片组件包括可变叶片和套管组件。可变叶片包括平台和从平台向外延伸的叶片杆。套管组件包括外套管和内套管。外套管位于内套管的径向外侧，从而外套管的至少一部分位于燃气轮机壳体和内套管之间，且内套管的至少一部分位于外套管和叶片杆之间。

本发明再一方面是提供一种用于燃气轮机的压缩机。该压缩机包括转子、壳体和至少一排通过多个套管组件可转动地连接到壳体上的可变叶片。转子包括转子轴和多排转子叶片。壳体围绕多排转子叶片沿周向延伸，壳体包括多个穿过其延伸的孔。每排可变叶片在相邻排转子叶片之间延伸。每个可变叶片包括平台和从平台向外延伸的叶片杆。每个套管组件包括内套管和外套管。每个外套管位于内套管的径向外侧，从而使外套管的至少一部分位于壳体和内套管之间，且内套管的至少一部分位于外套管和每个相应的叶片杆之间。

【附图说明】

图1是燃气轮机的示意图；

图2是燃气轮机压缩机的局部示意图；

图3是包含套管组件的图2所示可变叶片组件的局部分解图；

图4是包含另一种套管组件的图2所示可变叶片组件的局部分解图；

图5是包含又一种套管组件的图2所示可变叶片组件的局部分解图；

图6是包含另外一种套管组件的图2所示可变叶片组件的局部分解图。

【具体实施方式】

图1是燃气轮机10的示意图，其包括低压压缩机12、高压压缩机14和燃烧室16。燃气轮机10还包括高压涡轮18和低压涡轮20。压缩机12和涡轮20通过第一轴24连接，压缩机14和涡轮18通过第二轴26连接。在一个实施例中，燃气轮机是通用电气公司（Cincinnati, Ohio）的GE90型燃气轮机。

在工作过程中，空气流经低压压缩机12，且压缩空气从低压压缩机12供应到高压压缩机14。高压压缩的空气进入燃烧室16。来自燃烧室16的气流在离开燃气轮机10之前驱动涡轮18和20。

图2是燃气轮机压缩机14的局部放大示意图。压缩机14包括多级，每一级包括一排转子叶片40和一排可变叶片组件44。在典型实施例中，转子叶片40由转子盘46支承并与转子轴26连接。在压缩机14周围沿周向延伸并支承可变叶片组件44的壳体50包围转子轴26。

每个可变叶片组件44包括可变叶片52和大致从叶片平台56基本垂直伸出的叶片杆54。具体地说，叶片平台56在可变叶片52和叶片杆54之间延伸。每个叶片杆54延伸穿过壳体50中限定的相应的孔58。壳体50包括多个孔58。可变叶片组件44还包括杆臂60，其从每个可变叶片52伸出，并用于有选择地转动可变叶片52以改变叶片52相对于经过压缩机14的流动路径的取向，以便于加强控制流经压缩机14的气流。

图3是可变叶片组件44的局部分解图，可变叶片组件44包括可变叶片52和用于在壳体孔58中将可变叶片52可转动地连接到燃气轮机壳体50上的套管组件100。壳体50包括多个壳体支柱102，壳体支柱102支承每个可变叶片52并在燃气轮机10（在图1中示出）周围沿周向间隔开。每个壳体支柱102包括凹形部分104和从凹形部分104延伸出的大致为圆筒形的部分106。在另一个实施例中，壳体支柱102包括另外的凹形部分（图2中未示出）。壳体支柱部分104和106由内壁110确定，内壁110还确定了孔58，从而使孔58在可变叶片组件44的径向内侧111和可变叶片组件44的径向外侧（图2中未示出）之间延伸。

壳体支柱凹形部分104相对于穿过壳体孔58的中心线112所测量的直径 d_1 大于壳体支柱圆筒形部分106相对于中心线112所测量的直径 d_2 。在典型实施例中，圆筒形部分106大致从凹形部分104垂直向外延伸。

可变叶片杆54具有相对于可变叶片组件44的外表面122和相对于穿过叶片组件44延伸的对称中心轴线124测量的直径 d_3 。可变叶片杆的直径 d_3 小于壳体支柱圆筒形部分的直径 d_2 。可变叶片平台56的外径 d_4 大于可变叶片杆的直径 d_3 ，并小于壳体支柱凹形部分的直径 d_1 。具体地说，叶片平台56的径向外表面128的外边缘126从叶片杆54向外伸出一定的距离130。因此，壳体支柱圆筒形部分106的尺寸设计得可将可变叶片杆54容纳在其中，且壳体支柱凹形部分104的尺寸设计得可将可变叶片平台56容纳在其中。

套管组件100包括径向内套管140、径向外套管142和衬套144。衬套144在可变叶片杆54的周围沿周向延伸，衬套144的内表面146与叶片杆的外表面122和壳体支柱圆筒形部分106密封接触。衬套144由摩擦系数低于制造套管140和142的材料的摩擦系数的材料制成。在一个实施例中，衬套144由聚合材料制成。在另一个实施例中，衬套144由非聚合材料制成。

径向外套管142包括外表面150和内表面152。套管142还包括挡环154、大致为平面的部分156和大致为圆筒形的部分158。平面部分156在挡环154和圆筒形部分158之间延伸，在典型实施例中，圆筒形部分158大致从平面部分156垂直伸出。套管142的径向高度 h_1 是从平面部分156到圆筒形部分158的端表面160进行测量的。套管的径向高度 h_1 可根据可变叶片组件44中所产生的赫兹接触应力可变化地进行选择。当径向内套管140的外表面161和外套管的内表面152沿圆筒形部分158发生磨损时，挡环154便于使叶片52二次对中。

套管142还具有外径 d_5 。套管外径 d_5 选择成使得在可变叶片组件44完全安装好时，套管挡环的外表面150仍保留在可变叶片平台外表面128的标记区域内。在典型实施例中，套管142具有大致恒定的厚度 t_1 。

径向内套管140包括径向外表面161和径向内表面162。套管140还包括平台部分164和大致为圆筒形的部分166。平台部分164从套管140的外边缘168延伸到圆筒形部分166，圆筒形部分166从平台部分164大致垂直地伸出。套管140的径向高度 h_2 是从平台部分164到圆筒形部分166的端表面170进行测量的。套管的径向高度 h_2 可根据可变叶片组件44内所产生的赫兹接触应力可变化地进行选择。

径向内套管平台部分164包括凹形部分171，凹形部分171确定了一对环形的肩部172和174。具体地说，肩部172位于肩部174和套管圆筒形部分166之间，并具有相对于凹形部分171的下表面176测量的径向高度 h_3 ，该高度大于肩部174相对于表面176所测量的径向高度 h_4 。肩部172的宽度178选择成在均匀加载的情况下在套管140和142之间提供径向接触量。具体地说，径向接触量是内部压力载荷和作用于套管组件44的力值的函数。

套管140和142由耐磨材料制成。在典型实施例中，套管140和142由耐磨材料制成，例如但不限于triballoy。

在装配可变叶片组件44的过程中，衬套144沿周向连接在叶片杆54和壳体50的周围（衬套144主要由壳体50支承，并且配合在表面110上比配合在表面122上更紧密），径向外套管142与燃气轮机壳体50相连，径向内套管140与可变叶片52相连。具体地说，径向外套管142与燃气轮机壳体50相连，从而套管平面部分156的外表面150在壳体凹形部分104内定位并靠在壳体内壁110上，套管圆筒形部分158在壳体圆筒形部分106内定位并靠在壳体内壁110上。另外，径向内套管140连接靠在可变叶片52上，从而内套管圆筒形部分166定位并靠在叶片杆54上，内套管平台部分164定位并靠在叶片平台56上。在典型实施例中，内套管140压配合在叶片52上，外套管142压配合在壳体50上。

然后，包括内套管140和衬套144的可变叶片52在通过紧固件（未示出）连接到壳体50上之前穿过相应的壳体孔58和杆臂60（图3中未示出）。具体地说，当完全连接到壳体50上时，内套管肩部172与外套管142接触，并在外套管圆筒形部分158和内套管圆筒形部分166之间形成预定的间隙190。间隙190有助于弥补套管140和142之间的初始套管磨损以及相互配合的套管140和142之间的热膨胀。另外，当可变叶片52完全连接到壳体50上时，衬套144与壳体内壁110密封接触，以便于防止空气通过可变叶片组件44产生泄漏。

在均匀加载的情况下，径向接触肩部174还便于在套管140和142与衬套144之间形成径向总装配间隙192。具体地说，由于肩部172不是延伸在整个套管平台部分164上，肩部172减轻了肩部174和内套管边缘168的点载荷，因此与其中套管部分164基本上是平面的其它套管相比，减小了可变叶片组件44内所产生的摩擦载荷量。因此，减小了

摩擦载荷可使衬套144可由不同于套管140和142的材料制成，可变叶片组件44所产生的内部载荷可通过套管组件100进行分布。另外，由于衬套144可由低摩擦系数的材料制成，因此，与只包括金属部件的其它组件相比，可变叶片组件44内所产生的全部摩擦都可保持在一个较低的水平上。

在工作过程中，肩部174将在加压过程中与外套管142接触，以便于减小空气通过可变叶片组件44产生泄漏。但是，较小尺寸的肩部174有助于使工作过程中套管140和142之间所产生的力矩最小。另外，由于当径向内套管外表面161和外套管内表面152产生磨损时肩部174可与套管142接触，因此，有助于减小叶片的倾斜。另外，在工作过程中，肩部174便于使套管142比内套管140磨损得更多。因此，由于套管组件100是一个多部件组合件，因此，在不需要拆卸整个燃气轮机的情况下，就可对套管进行更换，因此套管组件100有助于降低维护费用。

图4是包括另一种套管组件200的可变叶片组件44的局部分解图。套管组件200基本上与图3所示的套管组件100类似，在套管组件200中，与套管组件100的部件相同的部件在图4中采用与图3相同的标号。因此，套管组件200包括径向内套管140和衬套144。套管组件200还包括套管支承件202和径向外套管204。

径向外套管204包括外表面210和内表面212。套管204还包括从大致为平面的部分216基本上垂直伸出的挡环214。具体地说，平面部分216在挡环214和内边缘218之间延伸，挡环214从平面部分216延伸出一段距离220。当叶片组件44全部装配好后，挡环距离220可使外套管204从叶片平台56和燃气轮机壳体50之间的壳体凹形部分104伸出。

套管支承件202从靠近衬套144的第一端部（未示出）的第一端部（未示出）延伸到靠近叶片平台56、套管140和套管内边缘218的第二端部230。肩部232从套管支承件202的内表面236基本上垂直地伸出一个距离234。具体地说，当完全安装好后，肩部232在衬套144和径向内套管140之间向叶片杆54延伸。在一个实施例中，叶片杆54还包括一个可使肩部232从套管支承件内表面236延伸一个较长距离234的辅助切口（未示出）。

径向内套管140涂覆有耐磨材料240。具体地说，在内套管圆筒形部分166上延伸的一部分套管外表面161上涂覆有耐磨材料240。在一个实施例中，材料240是陶瓷涂层。

在安装可变叶片组件44的过程中，径向外套管204与燃气轮机壳体50相连，径向内套管140与可变叶片52相连。具体地说，径向外套管204与燃气轮机壳体50相连，从而使套管平面部分216的外表面210在壳体凹形部分104中定位并靠在壳体内壁110上，并使套管内边缘218位于壳体凹形部分104的标记区域内。象如上所述的那样径向内套管140与可变叶片52相连。在典型实施例中，内套管140压配合在叶片52上，外套管204压配合到壳体50上。

然后，套管支承件202与燃气轮机壳体50相连，从而套管支承件202在壳体圆筒形部分106内压靠在壳体内壁110上。套管支承件202便于使内套管140、外套管204和衬套144保持对中。然后将包括内套管140的可变叶片52经相应的壳体孔58插入。具体地说，当完全连接到壳体50上后，内套管肩部172在外套管边缘218附近与外套管204相接触。衬套144沿周向连接到叶片杆54周围，从而衬套144以密封接触的方式与套管支承件内表面206相接触，以避免空气经可变叶片组件44产生泄漏，并使衬套144的径向内端部254定位并靠在套管支承件的肩部232上。

当叶片组件44完全连接到壳体50上时，在均匀加载的情况下，径向接触肩部172还便于在套管支承件肩部232和径向内套管140之间形成径向总装配间隙260。

在工作过程中，肩部174只在肩部172和表面212之间接触的极端情况下与外套管204相接触，以便于减小空气经可变叶片组件44发生泄漏。但是，在工作过程中，尺寸相对较小的肩部172便于使套管140和204之间所产生的力矩最小。另外，肩部174与套管142接触，可便于减小叶片的倾斜。套管支承件202在不需要拆卸整个燃气轮机的情况下便于对外套管进行更换，因此套管组件200有助于降低维护费用。

图5是包括另外一种套管组件300的可变叶片组件44的局部分解图。具体地说，套管组件300供另一个壳体支柱302使用。壳体支柱302基本上与壳体支柱102（图3所示）类似，在壳体支柱302中，与壳体支柱102的部件相同的部件在图5中采用与图3相同的标号。因此，壳

体支柱302包括一个附加的凹形部分304, 该凹形部分从壳体支柱圆筒形部分的内壁110向壳体支柱302沿径向向外伸出, 壳体支柱302沿轴向设置, 并从凹形部分104延伸并进入凹形部分104中。壳体支柱凹形部分304相对于壳体孔中心线112所测量的直径 d_6 大于壳体支柱圆筒形部分的直径 d_2 , 并小于壳体支柱凹形部分的直径 d_1 。

套管组件300基本上与图3所示的套管组件100类似, 在套管组件300中, 与套管组件100的部件相同的部件在图5中采用与图3相同的标号。因此, 套管组件300包括径向内套管310、径向外套管312和环形平台密封件314。

径向内套管310包括外表面320和内表面322。套管310还包括大致为圆筒形的部分324和从圆筒形部分324径向向外伸出的平台部分326。在典型实施例中, 圆筒形部分324大致垂直于平台部分326。套管310的径向高度 h_6 是从平台部分326到圆筒形部分324的端部表面328进行测量的。

套管平台部分326包括从套管内表面322向套管外表面320延伸的凹形区域330。凹形区域330形成一对从套管平台部分326向可变叶片平台56向外延伸的凸起332。凹形区域330具有在凸起332之间测量的宽度334和相对于凸起332所测量的深度333。平台密封件314的高度 h_5 大于凹形区域的深度333, 其宽度336略小于凹形区域的宽度334。因此, 当可变叶片组件44完全装配好后, 一部分平台密封件314以密封接触的方式容纳在凸起332之间的凹形区域330中。

径向外套管312包括内表面340和外表面342。套管312还包括大致为圆筒形的部分344和从圆筒形部分344沿径向向外伸出的挡环部分346。具体地说, 在典型实施例中, 挡环部分346从套管圆筒形部分344大致垂直延伸到套管312的外端部表面350, 圆筒形部分344从套管312的内端部表面352沿轴向延伸到套管挡环部分346。套管312的径向高度 h_7 是从挡环部分346测量到套管内端部表面352。套管径向高度 h_7 可根据可变叶片组件44内所产生的赫兹接触应力而可变地进行选择。套管312和310每一个都由与壳体50相适应的材料制成。

在装配可变叶片组件44的过程中, 外套管的外表面340上涂覆有耐磨材料360, 与制造套管310和312的材料相比, 耐磨材料360具有相对较低的摩擦系数。径向内套管310与燃气轮机壳体50相连, 径向外

套管310与壳体50相连。具体地说，径向内套管310与燃气轮机壳体50相连，从而使径向内套管的外表面320在壳体凹形部分104中定位并靠在壳体内壁110上，并使套管圆筒形部分324在壳体凹形部分304中定位并靠在壳体内壁110上。

径向外套管312与燃气轮机壳体50相连，从而外套管圆筒形部分344至少部分地在壳体圆筒形部分106内贴靠在壳体内壁110上，且一部分外套管312以滑动配合的方式叠置在径向内套管314上。在典型实施例中，内套管314和外套管312都压配合在壳体50上。另外，径向外套管312与燃气轮机壳体50相连，并在径向外套管挡环部分346和燃气轮机壳体支柱302的径向外边缘368之间形成预定的间隙364作为总间隙。间隙364便于使内套管310、壳体支柱302和套管312进行叠置，以便于使杆臂60和外套管挡环部分346之间所形成的间隙376最小。间隙376最小就可使空气经可变叶片组件44所产生的泄漏最小。间隙364还可在不需要拆卸整个燃气轮机的情况下便于对套管312进行更换，因此套管组件300有助于降低维护费用。

然后将平台密封件314设置在可变叶片52上。然后在可变叶片52通过紧固件370与壳体50相连之前，将可变叶片52经相应的壳体孔58和杆臂60插入，从而使平台密封件314以密封接触的方式容纳在内套管凹形区域330中。具体地说，当完全连接到壳体50上后，外套管耐磨材料360以密封接触的方式沿外套管圆筒形和挡环部分344和沿表面371与叶片杆54相接触，以避免空气在可变叶片组件44中产生泄漏。

另外，当可变叶片52连接到壳体50上时，在杆臂60和外套管挡环部分346之间形成预定装配/拆卸间隙376。

图6是包括另外一种套管组件400实施例的可变叶片组件44的局部分解图。具体地说，套管组件400与壳体支柱302一起使用。套管组件400基本上与图5所示的套管组件300类似，在套管组件400中，与套管组件300的部件相同的部件在图6中采用与图5相同的标号。因此，套管组件400包括径向内套管310和环形平台密封件314。套管组件400还包括套管支承件402、环形外径向垫圈404、外轴颈套管406和内轴颈套管408。外径向垫圈404基本上与平台密封件314类似，并在外轴颈套管406和套管支承件402与杆臂60之间围绕叶片杆54延伸。

套管支承件402包括外表面410和内表面412。套管支承件402还包括大致为圆筒形的部分414和从圆筒形部分414径向向外伸出的挡环部分416。具体地说，在典型实施例中，挡环部分416从靠近杆臂60的套管圆筒形部分414大致垂直伸出。套管支承件圆筒形部分414从挡环部分416延伸到内阻挡装置420，上述内阻挡装置420从叶片平台56附近的圆筒形部分414沿径向向内延伸。

外轴颈套管406和内轴颈套管408每个都围绕可变叶片杆54沿周向延伸，从而使每个套管406和408各自的内表面430和432以密封接触的方式贴靠在叶片杆外表面122上。具体地说，外轴颈套管406基本上呈圆筒形，其外径 d_{10} 在径向外端部440和径向内端部442之间基本上保持恒定。内轴颈套管408也基本上呈圆筒形，其外径 d_{11} 在径向外端部446和径向内端部448之间基本上保持恒定。密封件450在外和内轴颈套管406和408之间围绕叶片杆54延伸。

在装配可变叶片组件44的过程中，如上所述，径向内套管310与燃气轮机壳体50相连，套管支承件402与燃气轮机壳体50和径向内套管310相连。具体地说，套管支承件402压配合在位于套管支承件挡环部分416附近的一部分套管支承件圆筒形部分414内的燃气轮机壳体上。当按如上所述进行压配合后，径向内套管310附近的一部分套管支承件402与径向内套管310滑动配合。外轴颈套管406和内轴颈套管408每个都与叶片杆54相连，从而使密封件450位于套管406和408之间。

然后在通过紧固件370与壳体50相连之前，将可变叶片52经相应的壳体孔58和杆臂60插入。当完全连接到壳体50上后，轴颈套管406和408与套管支承件420密封接触以避免空气经VSV组件44产生泄漏。另外，当完全连接到壳体50上时，套管支承件阻挡装置420与外轴颈套管端部410相连，并在套管支承件420和燃气轮机壳体50之间形成预定的间隙476。间隙476可在不需要拆卸整个燃气轮机的情况下便于对套管进行更换，因此套管组件400有助于降低维护费用。

上述可变叶片组件成本低、可靠性高。该VSV组件包括套管组件，套管组件便于减小空气经VSV产生泄漏，因此降低了套管在VSV组件中的磨损。套管组件包括压配合到燃气轮机壳体上的第一套管和与VSV组件相连的第二套管，因此，可在不需要拆卸整个燃气轮机的情况下

对套管组件从外部进行更换。另外，由于套管组件由不同的材料制成，因此，该VSV组件便于在可变叶片和壳体之间进行有效的低摩擦载荷传递。因此，套管组件以较低的成本和可靠的方式延长了VSV组件的使用寿命。

上面详细地描述了VSV组件的典型实施例。该系统并不局限于这里所描述的特定实施例，但是，每个组件的部件可与这里所描述的其它部件单独和分开进行使用。每个VSV组件的部件还可与其它VSV组件的部件一起使用。

尽管上面已按照特定实施例对本发明进行了描述，但本领域技术人员可以认识到在本发明宗旨和权利要求书所限定的范围内本发明还可作出多种的变型。

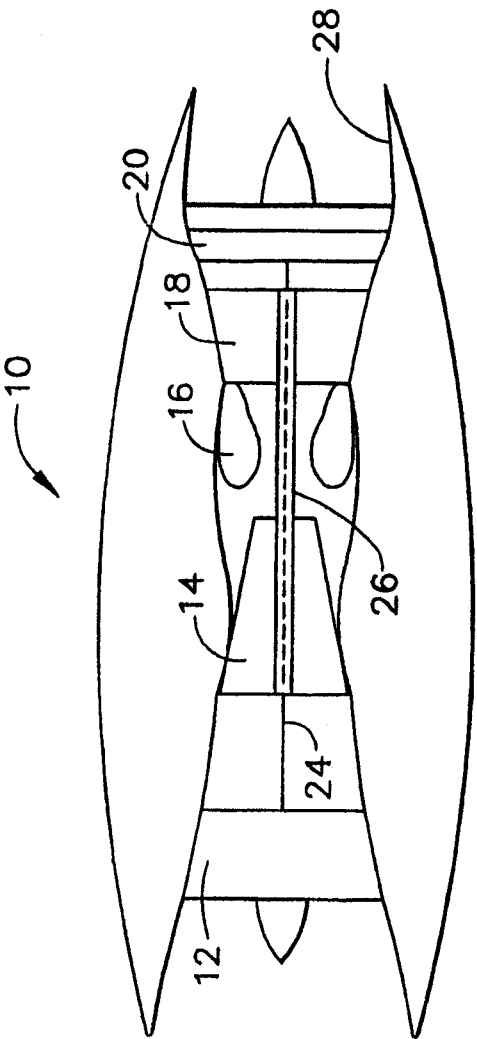


图 1

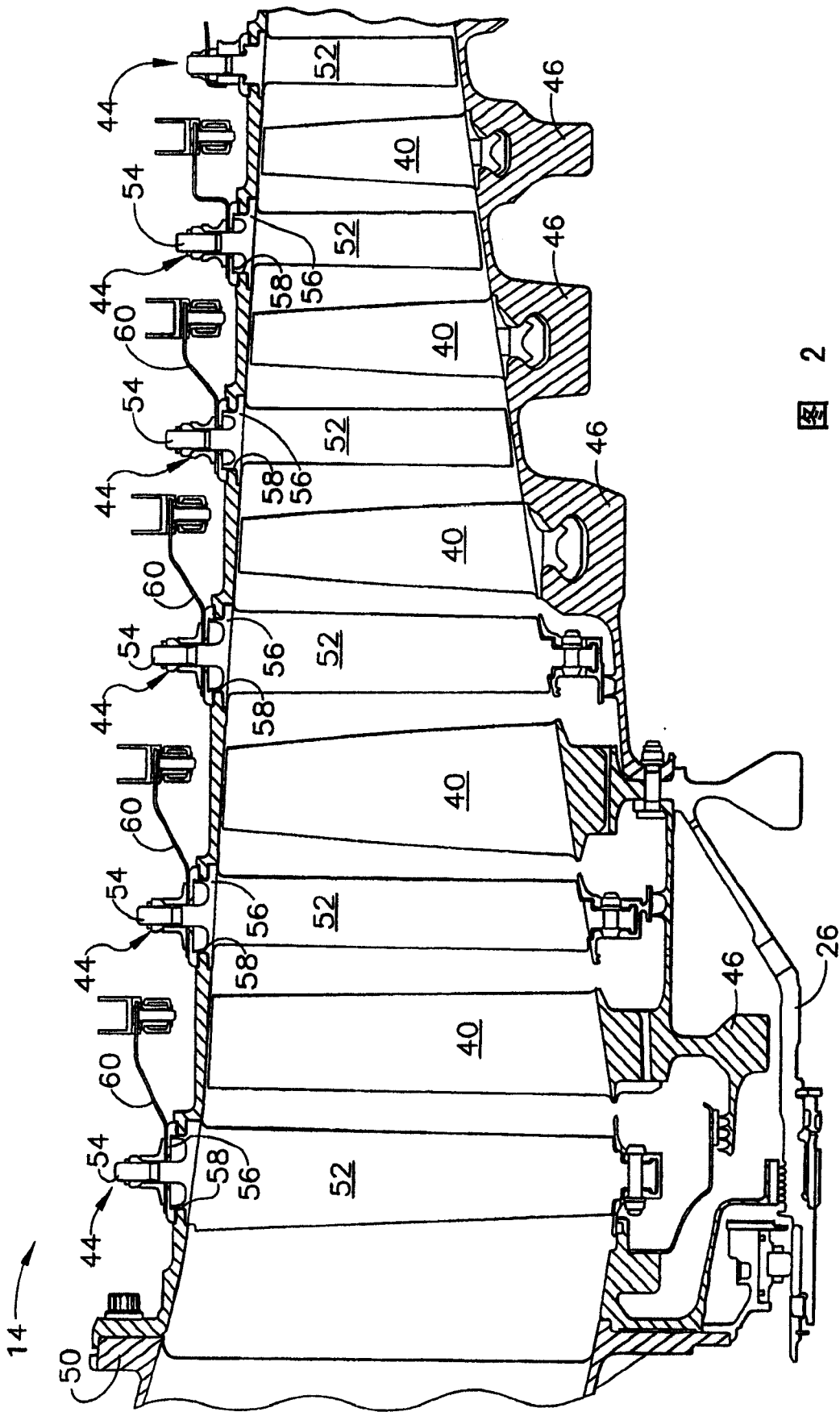


图 2

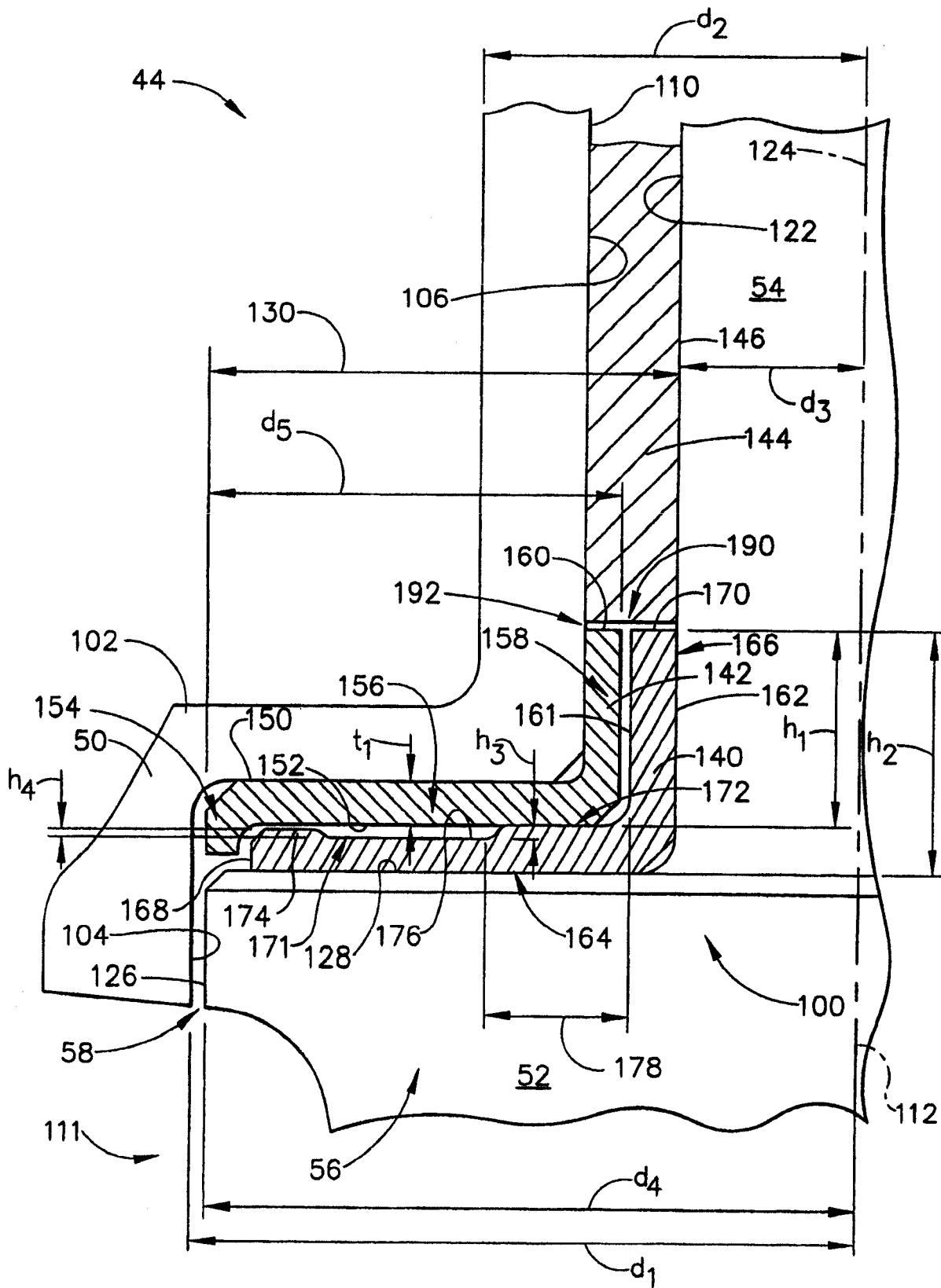


图 3

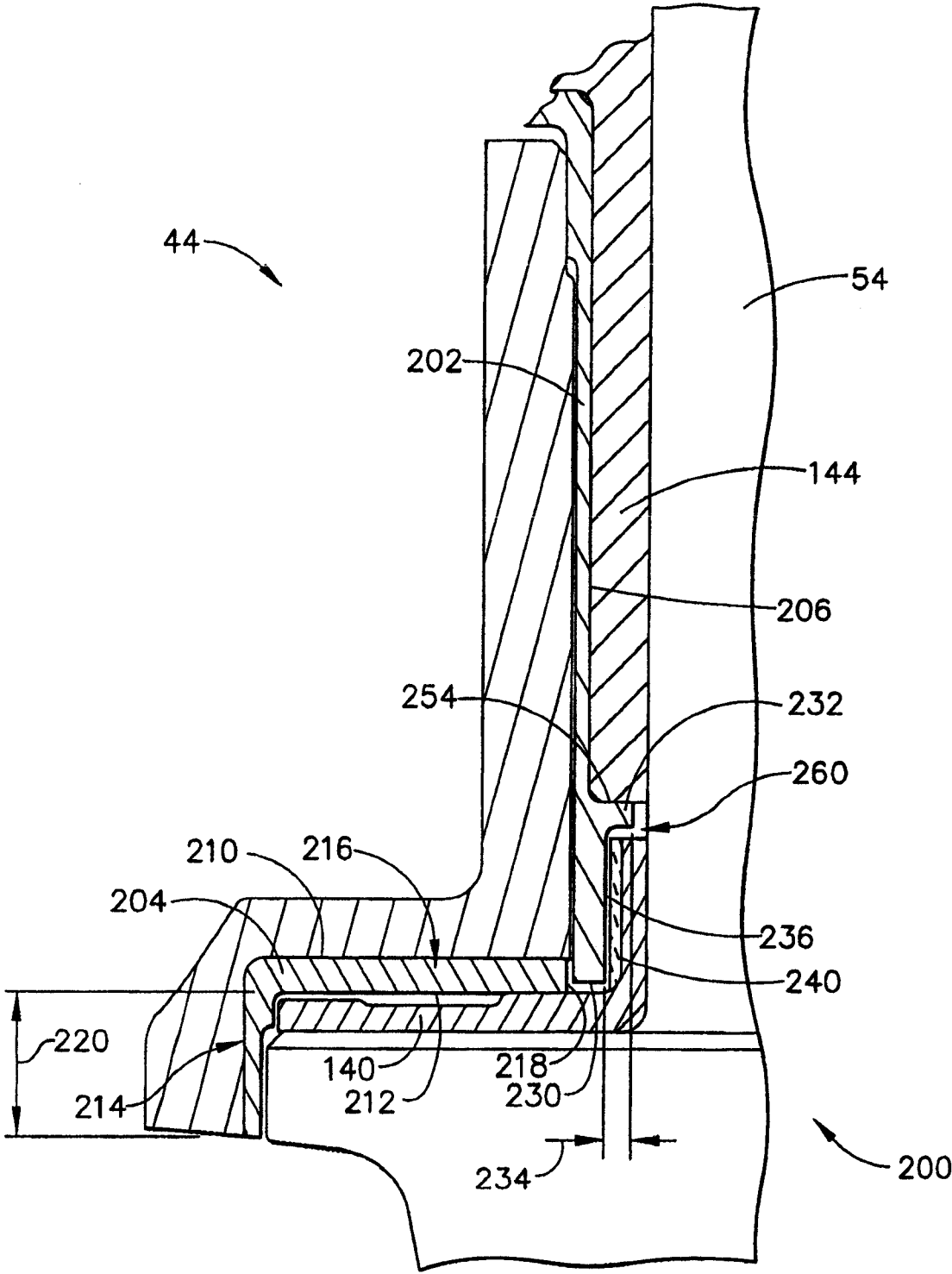


图 4

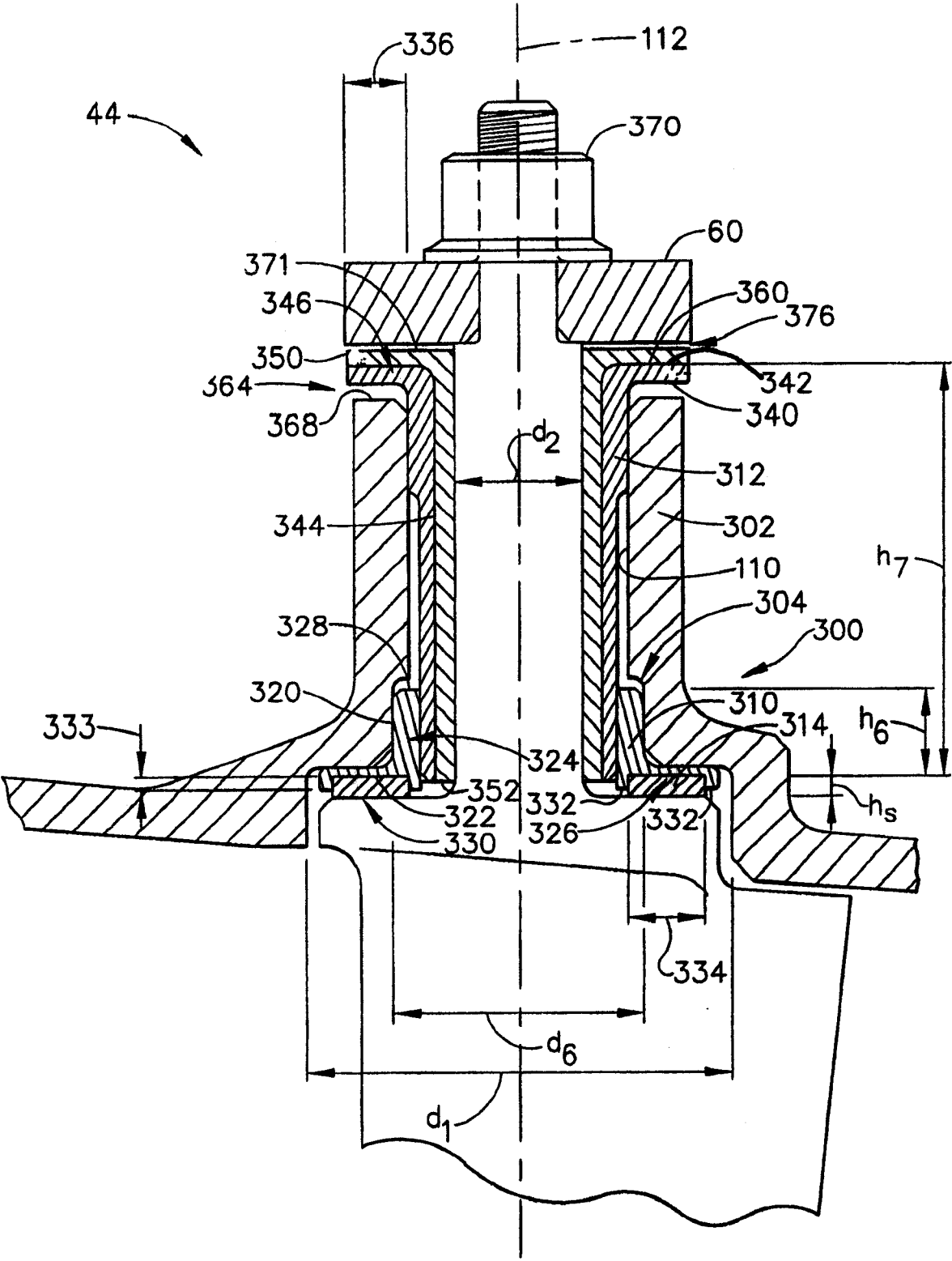


图 5

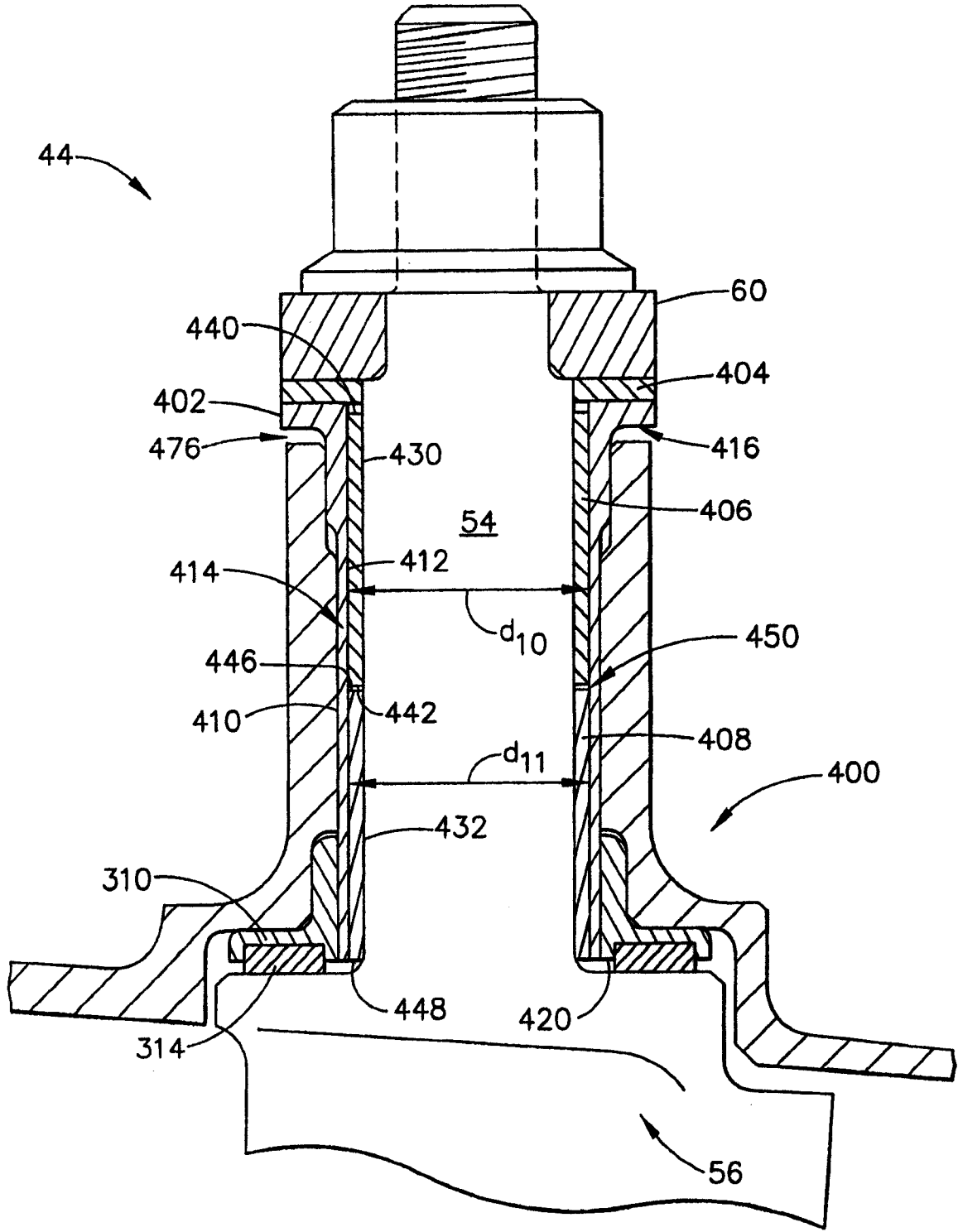


图 6