

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F01D 11/08 (2006.01)

F01D 9/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880007606.0

[43] 公开日 2010年1月13日

[11] 公开号 CN 101627184A

[22] 申请日 2008.3.14

[21] 申请号 200880007606.0

[30] 优先权

[32] 2007.3.15 [33] FR [31] 0753842

[86] 国际申请 PCT/FR2008/050445 2008.3.14

[87] 国际公布 WO2008/132364 法 2008.11.6

[85] 进入国家阶段日期 2009.9.8

[71] 申请人 斯奈克玛动力部件公司

地址 法国勒埃朗

[72] 发明人 G·阿巴鲁 J·马泰奥 E·布永

[74] 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司

代理人 程伟 王锦阳

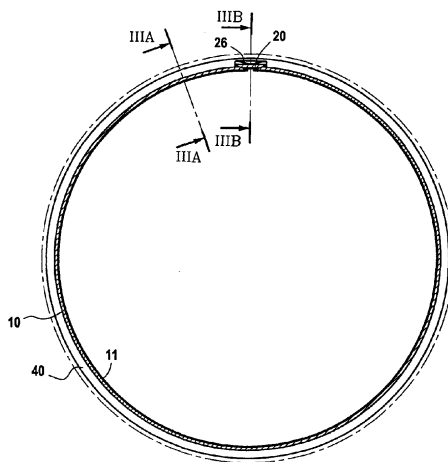
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

[54] 发明名称

用于气体涡轮机的涡轮机环组件

[57] 摘要

一种用于气体涡轮机的涡轮机环组件，其包括：一体的开口环(10)，其由复合陶瓷基材料(CMC)制成；CMC制成的楔形部件(20)，其具有侧面，该侧面在所述开口的两侧上与所述环的端部相接触，以闭合所述环；环绕所述CMC环的环形金属支撑结构(40)，该环形金属支撑结构在其轮廓的大部分上与该CMC环相接触，所述CMC环通过预约束而安装在所述金属结构内；至少一个在所述楔形部件上施加弹性回复力的元件(26)，以当所述开口在所述环形金属结构和所述CMC环之间的不均匀膨胀的作用下开启的时候，保持该楔形部件与所述CMC环的端部相接触；以及至少一个用来锁定所述CMC环绕它的轴线转动的元件。



1. 一种用于气体涡轮机的涡轮机环组件，所述组件包括：
 - 一体的开口环(10; 110)，其由陶瓷基复合(CMC)材料制成；
 - 楔形的 CMC 部件(20; 120)，其具有侧面，该侧面在所述开口的任意一侧上与所述环的端部相接触，以闭合所述环；
 - 环绕所述 CMC 环的环形金属支撑结构(30, 40; 150)，该环形金属支撑结构在其轮廓的大部分上与该 CMC 环相接触，所述 CMC 环通过预应力而安装在所述金属结构内部；
 - 至少一个在所述楔形部件上施加弹性回复力的元件(26; 156)，以当所述开口在所述环形金属结构和所述 CMC 环之间的不均匀膨胀的作用下开启的时候，保持该楔形部件与所述 CMC 环的端部相接触；以及
 - 至少一个用来阻止所述 CMC 环绕它的轴线转动的元件(35, 45; 159)。

2. 如权利要求 1 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述金属结构包括两个环形金属支撑件(30, 40)，所述 CMC 环(10)安装在两个环形金属支撑件(30, 40)之间。

3. 如权利要求 2 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述施加弹性回复形式的元件是预应力的弹性可变形的叶片(26)，该叶片(26)首先挤靠所述环形金属支撑件(30, 40)，其次挤靠所述楔形部件(20)。

4. 如权利要求 1 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述金属结构包括金属箍(150)，该金属箍(150)环绕所述 CMC 环(110)的外圆周表面。

5. 如权利要求 4 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述施加弹性回复力的元件是预应力的弹性可变形的舌状物(156)，该舌状物(156)与所述金属箍(150)一体结合，并且挤靠所述楔形部件(20)。

6. 如权利要求 5 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述金属结构还包括两个环形金属支撑件(130, 140)，所述 CMC 环(110)和所述金属箍(150)安装在这两个环形金属支撑件(130, 140)之间，从而能够使得至少沿着径向方向在所述金属箍(150)和所述环形金属支撑件(130, 140)之间发生不均匀膨胀。

7. 如权利要求 6 所述的涡轮机环组件，其特征在于，它包括用来将所述金属箍(150)和所述 CMC 环(110)居中的装置(160)。

8. 如权利要求 5 或权利要求 6 所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述金属箍(150)通过多个弹性可变形的叶片(160)而安装在所述环形金属支撑件(130, 140)之间。

9. 如权利要求 6 至 8 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，密封垫圈(166)插置于所述 CMC 环(110)的至少一个横向面和所述环形金属支撑件中的一个的对向面之间。

10. 如权利要求 1 至 9 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述楔形部件(20; 120)具有内端面，该内端面在所述涡轮机环组件在工作中通常暴露的温度下，大致与所述 CMC 环(10; 110)的内圆周表面相连贯。

11. 如权利要求 1 至 10 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，它包括可摩擦材料层(11; 111)，该可摩擦材料层(11; 111)位于所述 CMC 环(10; 110)的内圆周表面上。

12. 如权利要求 1 至 11 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述 CMC 环(10; 110)的材料是自愈合陶瓷基复合材料。

13. 如权利要求 1 至 12 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述 CMC 环(10; 110)的材料设有涂层，该涂层形成用来保护

以防腐蚀的环境屏障。

14. 如权利要求 1 至 13 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述 CMC 环(10; 110)包括由三维编织制成的纤维加强件。

15. 如权利要求 1 至 14 中任意一项所述的涡轮机环组件，其特征在于，所述 CMC 环(10; 110)和所述楔形部件(20; 120)由相同材料制成。

16. 一种包括如权利要求 1 至 15 中任意一项所述的涡轮机环组件的气体涡轮机。

用于气体涡轮机的涡轮机环组件

背景技术

本发明涉及用于气体涡轮机的涡轮机环，无论是工业气体涡轮机还是形成飞机发动机的气体涡轮机。

在气体涡轮机中，涡轮机环在涡轮机的转动机轮上限定了流动区，以用于热气流穿过其中。为了尽可能确保最高的效率，十分重要的是，避免气体直接穿过涡轮机机轮的叶片的顶端和所述环的内表面之间。因此，在常规方法中，涡轮机环在其内表面上设有可摩擦材料层，涡轮机顶端能够与该层相接触，而不会在热源的尺寸改变的作用下或者由于施加于叶片的离心力发生明显的损害。

涡轮机环通常制成为多个金属材料的邻接部分。

例如，文献 US 6 758 653 提出了利用热结构复合材料来代替涡轮机环部分的金属材料，更加具体而言，利用陶瓷基复合(CMC)材料来代替。这种材料具有机械属性，使其适合于构成结构元件，并具有在高温下保持这些属性的能力，而其密度却远低于通常使用在这种应用中的那些金属材料的密度。

因此，用 CMC 材料来代替涡轮机环部分的金属材料很有吸引力。然而，必须设计一种用于相当复杂的环部分的组件，以适应 CMC 材料的膨胀系数和金属外壳(环部分被组装在在该金属外壳内)的材料的膨胀系数之间的差异，同时将邻接部分的渗漏降到最低。

发明目的和发明内容

本发明的目的是提供一种简化的 CMC 涡轮机环组件，其也用来将所述环的支撑结构和流动区之间的气体渗漏降到最低，所述流动区在所述环内穿过涡轮机机轮。

通过一种用于气体涡轮机的涡轮机环组件而实现该目的，所述组件包括：

- 由陶瓷基复合(CMC)材料制成的一体的开口环；

- 楔形的 CMC 部件，其具有侧面，该侧面在所述开口的任意一侧上与所述环的端部相接触，以闭合所述环；

- 环绕所述 CMC 环的环形金属支撑结构，该环形金属支撑结构的轮廓的大部分与该 CMC 环相接触，所述 CMC 环通过预应力而安装在所述金属结构内部；

- 至少一个在所述楔形部件上施加弹性回复力的元件，以当所述开口在所述环形金属结构和所述 CMC 环之间的不均匀膨胀的作用下开启的时候，保持该楔形部件与所述 CMC 环的端部相接触；以及

- 至少一个用来阻止所述 CMC 环绕它的轴线转动的元件。

因此，利用一体的环，所述涡轮机环组件的结构得以简化。此外，使用 CMC 材料可以减少冷却需求，从而减少了对冷却空气流的需要。

在第一实施例当中，所述金属结构包括两个环形金属支撑件，所述 CMC 环安装在该两个环形金属支撑件之间。

所述施加弹性回复力的元件可以是预应力的弹性可变形的叶片，该叶片首先挤靠所述环形金属支撑件，其次挤靠所述楔形部件。

在第二实施例当中，所述金属结构包括金属箍，该金属箍环绕所述 CMC 环的外圆周表面。

那么，所述施加弹性回复力的元件可以是预应力的弹性可变形的舌状物，该舌状物与所述金属箍一体结合，并且挤靠所述楔形部件。

所述金属结构还包括两个环形金属支撑件，所述 CMC 环和所述金属箍安装在这两个环形金属支撑件之间，从而能够使得至少沿着径向方向在所述金属箍和所述环形金属支撑件之间发生不均匀膨胀。

有利地，设置有居中装置，以用来将所述金属箍和所述 CMC 环居中。

所述金属箍可以通过多个弹性可变形的叶片而安装在所述环形金属支撑件之间。

有利地，密封垫圈插置于所述 CMC 环的至少一个横向面和所述环形金属支撑件中的一个的对向面之间。

在两个实施例当中，优选地，所述楔形部件具有内端面，该内端面在所述涡轮机环组件在工作中通常暴露的温度下，大致与所述 CMC 环的内圆周表面相连贯。

所述 CMC 环可以设有可摩擦材料层，该可摩擦材料层位于所述 CMC 环的内圆周表面上。

有利地，所述 CMC 环的材料是自愈合陶瓷基复合材料。

所述 CMC 环的材料可以设有涂层，该涂层形成用来保护以防腐蚀的环境屏障。

有利地，所述 CMC 环包括由三维编织制成的纤维加强件。

还是有利地，所述 CMC 环和所述楔形部件由相同材料制成。

附图说明

通过阅读由参考附图而进行非限定表示的下述描述，能够更好地理解本发明，其中：

- 图 1 为显示了本发明的涡轮机环组件的第一实施例的高度图示性的局部轴向半截面视图，其中涡轮机环组件处于结合在气体涡轮机中的环境当中；

- 图 2 是图 1 中 II-II 平面上的局部截面图；

- 图 3A 和图 3B 为放大尺寸的局部径向截面图，其显示了图 2 中 IIIA-III A 平面和 IIIB-IIIB 平面上的涡轮机环组件；

- 图 4 为放大尺寸的局部立体图，其显示了图 1 和图 2 的涡轮机环组件的细节；

- 图 5A 和图 5B 分别放大地显示了当涡轮机环组件是冷却的和当它在使用条件下的高温下时，图 2 的截面的细节；

- 图 6 为放大尺寸的局部视图，其显示了图 1 和图 2 的涡轮机环组件的细节；

- 图 7 为显示了本发明的涡轮机环组件的第二实施例如何结合在气体涡轮机中它的环境中的高度图示性的局部轴向半截面视图；

- 图 8 为显示本发明第二实施例中的 CMC 环和金属箍的横向正视图；

- 图 9 是图 8 中的 IX-IX 平面上的截面图；

- 图 10 为放大尺寸的局部立体图，其显示在图 7 至图 9 的第二实施例中的 CMC 环和环绕所述环的金属箍；

- 图 11 放大显示了图 9 的截面视图的细节；

- 图 12 和图 13 为放大尺寸的局部径向截面图，其显示了图 8 和图 9 中的涡轮机环组件的细节；
- 图 14 显示了用于本发明的涡轮机环组件的 CMC 环的互锁编织类型的三维编织纤维加强件的实例。

具体实施方式

参考图 1 至图 6 对本发明的第一实施例进行描述。

图 1 以高度图示性的形式，沿着气流通过气体涡轮机的流动方向从上游到下游而显示了：燃烧腔室 1；设在所述燃烧腔室的出口处的涡轮机喷嘴 2；高压(HP)涡轮机 3；流动矫直机 4；以及低压(LP)涡轮机的第一级 5。

HP 涡轮机 3 包括涡轮机环组件和机轮 6，该机轮 6 可进行转动，并携带有叶片 7。

所述涡轮机环组件包括由 CMC 材料制成的一体的开口涡轮机环 10。CMC 环 10 由金属结构所支撑，该金属结构包括上游金属环形支撑件 30 和下游金属环形支撑件 40，环 10 设置在该两个支撑件 30、40 之间。

金属支撑件 30、40 连接至涡轮机外壳 8。环形空间 9 形成在环 10 的外部，并形成在支撑件 30 和 40 之间，且被底壁 9a 所限定。冷却空气以公知的方式供给至环形空间 9。

如图 3A 和 3B 更加详细地显示，环 10 的横向部分接合在圆柱形机架中，该横向部分邻接所述环的相对的横向面 12a 和 12b，所述机架由面朝环 10 设置的支撑件 30 和 40 的内表面 32、42 中的台阶所形成。

在环 10 的横向部分中，环 10 具有它的横向面 12a 和 12b，该横向面 12a 和 12b 邻接所述机架的端壁 32a 和 42a，并且环 10 通过它的外圆周表面 14 来挤压同一机架的圆周的圆柱壁 32b 和 42b(图 3A)。开口环 10 利用圆周预应力而在它的弹性变形的能力限度内插入到支撑件 30 和 40 的机架中，从而如下所述，在支撑件 30 和 40 由于热量的原因而膨胀的情况下，考虑到制成它们的金属材料的膨胀系数大于环 10 的 CMC 材料的膨胀系数，环 10 和圆柱壁 32b、42b 之间的通过压力的接触被继续保持。

当冷的时候，环 10 几乎闭合，它的端部之间的缝隙很小。环 10 的端部 10a 和 10b 被斜切，并且楔形的闭合部件 20 挤压环 10 的端部的斜切表面 15a 和 15b(图 5A, 5B)。部件 20 的截面大致为具有后表面 22a 和较短前表面 22b 梯形，所述较短前表面 22b 通过倾斜的侧表面 24a 和 24b 连接至后表面 22a，该倾斜的侧表面 24a 和 24b 对斜切表面 15a 和 15b 进行挤压，倾斜的侧表面 24a 和 24b 与斜切表面 15a 和 15b 一样具有大致相同的倾斜角度。部件 20 由 CMC 材料制成，优选地由与环 10 一样的材料制成，并且部件 20 宽度大致等于环 10 的宽度。

部件 20 利用弹性可变形叶片 26 所施加的弹性承压力来挤压环 10 的斜切端部，所述弹性可变形叶片 26 以预应力状态容纳在部件 20 的后表面 22a 和机架 36、46 的端壁 36a、46a 之间，所述端壁 36a、46a 从每个环形支撑件 30、40 的内表面 32 和 42 开始，跨过每个环形支撑件 30、40 的部分而形成(图 3B 和图 4)。在所示的例子中，叶片 26 为弯曲形，它的中心部分挤压部件 20，并且它的端部挤压壁 36a 和 46a。部件 20 的前表面 22b 具有圆形轮廓，其半径大致等于环 10 的内圆周表面 16 的半径。

图 5A 和 5B 分别显示了当冷和热的时候，环 10 和部件 20 的相对位置，热的时候是指：当气体涡轮机在正常条件下工作的时候达到了工作温度的时候，其中所述涡轮机环组件安装在该气体涡轮机当中。当冷的时候，部件 20 从环 10 的内表面 16 缩进。当热的时候，环 10 中的开口由于环 10 “跟随”了金属环形支撑件 30 和 40 的膨胀而增大，其中所述环 10 通过预应力而进行组装。部件 20 的尺寸依据环 10 和支撑件 30、40 之间的不均匀膨胀而进行选定，从而当热的时候，部件 20 的前表面 22b 大致与环 10 的内表面 16 相连贯，弹性叶片 26 在部件 20 上持续施加压力。

环 10 的外表面 14 和表面 32b、42b 之间通过预应力的持续挤压确保了环 10 居于中心。这种持续挤压还用来限制环 10 的外部 and 环 10 内的热气流动区之间的渗漏。当涡轮机环组件在工作中，通过将空气供给至涡轮机环的外部而被冷却的时候，渗漏到热气流动区的冷却空气能够被最小化，甚至如果需要的话，通过在环 10 和下游环形支撑件 40 之间设置环形密封垫圈来限制渗漏。

在环 10 的内圆周表面上, 环 10 设有可摩擦材料层 11, 被环 10 所环绕的转动机轮的叶片的顶端能够与该可摩擦材料层 11 相接触, 而没有明显的损害。在所示的例子当中, 层 11 设置在环形缩进 18 中, 该环形缩进 18 沿着轴向方向在环 10 的大部分宽度上形成在内表面 16 中。因此, 层 11 的暴露面、位于层 11 的任一侧上的内表面 16 的部分、以及环形金属支撑件 30、40 的内圆周表面 38、48 限定了热气流动区的连续表面, 该表面在直径上不具有任何突变。然而, 可以设想将可摩擦材料层 11 形成在环 10 的内表面 16 上的额外厚度。有利地, 可摩擦材料层 21 形成在部件 20 的前表面 22b 上, 从而当热的时候, 它与层 11 相连贯。

环 10 被阻止相对于环形支撑件 30 和 40 进行转动, 或至少被阻止相对于其中之一进行转动。这确保了转动机轮的叶片顶端和可摩擦涂层 11 之间的接触不会引起所述环转动。通过例子来说, 可以凭借齿状物 35 和 45(图 6)来阻止转动, 所述齿状物 35 和 45 从壁 32 和 42 中突出, 并接合在凹口中, 所述凹口形成在环 10 的横向面 12a 和 12b 当中。

以下参考图 7 至图 14 来描述本发明的涡轮机环组件的第二实施例。

图 7 为气体涡轮机的轴向半截面的局部图示视图, 该气体涡轮机大致与图 1 中不同的是 CMC 开口涡轮机环 110 安装在环形金属支撑件 130 和 140 之间, 气体涡轮机的其它元件与图 1 类似, 并且附图标记也相同。

开口环 110 在其弹性变形的能力限度之内通过圆周预应力而安装在金属箍 150 的内部。所述安装被执行, 从而在涡轮机环组件工作中所遇到的温度下热源的不均匀膨胀的情况下, 环 110 的外圆周表面和箍 150 的内表面之间的通过压力的接触被持续保持, 箍 150 的金属材料的膨胀系数大于环 110 的 CMC 材料的膨胀系数。箍 150 的宽度略小于环 110 的宽度, 且箍 150 的横向边从环 110 的横向面 112a 和 112b 缩进(图 8 和图 12)。

当冷的时候, 环 110 几乎闭合, 且它端部之间的缝隙很小。环 110 的端部 110a 和 110b 被斜切, 并且楔形的闭合部件 120 挤压所述环的端部的斜切表面 115a 和 115b(图 9、10 和 11)。部件 120 类似于上述实施

例的部件 20。它具有后表面 122a、前表面 122b 和横向面 124a、124b，所述前表面 122b 的曲率与环 110 的内圆周表面 116 的曲率大致相等，所述横向面 124a、124b 挤压斜切表面 115a 和 115b。部件 120 由 CMC 材料制成，优选地由与环 110 相同的材料制成，且部件 120 的宽度与环 110 的宽度大致相等。

部件 120 通过弹性可变形的舌状物 156 所施加的弹性压力而挤压环 110 的斜切端部。如图 10 和 11 所示，箍 150 在连接至箍的剩余部分的大直径部分 158 的范围内与所述环相隔一定距离，从而在环 110 的端部附近为部件 120 留出空隙，所述环仍旧在其轮廓的大部分范围内挤压箍 150 的内表面。在所示的例子当中，舌状物 156 沿着圆周方向在箍 150 的部分 158 的中间区域而被切割，并在其一端仍旧与部分 158 相连接。在被切割之后，所述舌状物变形，从而弯曲并挤压部件 120，所述舌状物施加弹力来抵抗部件 120，包括当热的部件 120 通过使它的前表面 122b 与环 110 的内表面 116 大致连贯从而来对环 110 中的开口进行闭合的时候。当然，可以使用其它形状的弹性可变形部件来在部件 120 上施加压力，例如类似于上述实施例中的叶片。

环 110 与箍 150 一起设置在金属环形支撑件 130 和 140 之间，所述环的横向面 112a 和 112b 邻近于面向环 110 设置的支撑件 130、140 的内横向面 112a、112b。

设有箍 150 的环 110 通过径向延伸的弹性可变形金属叶片 160(图 8、10 和 12)而被保持在支撑件 130 和 140 之间。提供有多个叶片 160，这些叶片 160 优选地为绕着环 110 的轴线平均分布，至少有三个这样的叶片。每个叶片 160 具有连接至箍 150 的外表面 152 的中心部分 162，该外表面 152 连接至从表面 152 远离而延伸的弯曲的横向部分 162a 和 162b。横向部分 162a 和 162b 的端部接合在对应的凹进 134 和 144 内，所述凹进 134 和 144 在支撑件 130 和 140 的表面 132 和 142 中形成。叶片 160 连接至箍 150 的外表面 152，例如通过夹紧固定、焊接或铆接。在所示的例子当中，叶片 160 在它们的中心部分 162 的任一侧上设有钩子 164a 和 164b，所述钩子利用弹性变形结合在机架内，所述机架形成在箍 150 的外表面 152 内(图 10)。

叶片 160 能够保持环 110 在箍 150 中所希望的居中，同时仍旧允

许箍 150 和环形支撑件 130、140 之间沿着径向方向发生不均匀膨胀。如上所述,对于上述的实施例而言,能够希望对环 110 的外部 and 环 110 内部的热气流动区之间的渗漏,至少在下游环形支撑件 140 的旁边的渗漏,进行最小化或控制。为此,弹性垫圈 166 设置在形成于环形支撑件 140 的内表面 142 的凹槽 143 中(图 12 和 13)。该弹性垫圈是具有预应力的,且它的圆周外端挤压凹槽 143 的底部,并且它的圆周内端挤压推力垫圈 168,该推力垫圈 168 挤压环 110 的横向面 112b。在变型中,可以使用 ω 形状轮廓的密封垫圈。

多个孔可以穿过弹性垫圈 166 形成,以在垫圈 166 的任一侧上平衡凹槽 143 内的压力,并使得冷却空气流穿过,以用于环形支撑件 140。

在环 110 的内圆周上,环 110 设有可摩擦材料层 111。如上述实施例中所述的那样,层 111 容纳在形成于环 110 的内表面 116 内的环形缩进 118 中,以与环形金属支撑件 130、140 的内圆周表面 138、148 相配合来形成热气流动区的连续表面,而没有任何直径上的突变。类似的可摩擦涂层 121 形成在部件 120 的前表面 122a 上。当然,可以构想形成涂层 111,其从环 110 的内表面 116 中突出。

如上述的实施例中所述的那样,带有箍 150 的环 110 被防止相对于支撑件 130 和 140 转动,或者至少相对于其中之一转动。例如,这借助销 159(图 13)而得以实现,所述销 159 固定至箍 150,并接合在形成于环 110 的外表面 116 内的盲孔中。箍 150 依靠叶片 160 而被防止相对于支撑件 130、140 转动,所述叶片 160 的端部接合在表面 132、142 中的凹进 134、144 中。在变型中,凹进 134、144 可以是连续凹槽的形式,在这种情况下,箍 150 可以通过其它装置而被防止相对于支撑件 130、140 转动,例如,通过在表面 132、142 中的至少一个上形成一个或多个齿状物,每个所述齿状物接合在凹口中,所述凹口形成于箍 150 内,可选择地形成在环 110 内。

环 10 或 110 以及部件 20 或 120 的 CMC 材料可以通过利用陶瓷基来对纤维预制件进行致密化而获得的已知类型,所述纤维预制件提供了材料的纤维加强件。预制件的纤维是耐热纤维,例如碳纤维或陶瓷纤维,比如碳化硅(SiC)纤维。应当注意到,术语“陶瓷”也包括耐热氧化物类型的混合物。

第一步骤可以是制作纤维预制件，以用来当被陶瓷基致密化后，获得一个部件，环 10 或 110 或者楔形部件 20 或 120 能够由该部件被加工或切割出来。应当注意到，所述加工优选地在致密化的中间阶段进行，以确保在致密化的随后的最终阶段之后，纤维预制件的纤维被基质层很好地保护。

制作用于环 10 或 110 的纤维预制件的一个方法是：通过三维编织来制作所需厚度的带。图 14 是显示了适合于三维编织(纬纱用截面显示)的互锁类型编织的视图。编织带的端部可以制成对应于所述环的斜切端的渐减的厚度。该渐减的厚度可以通过在编织过程中，逐渐减小经纱和纬纱的层数而获得。可以使用除了互锁编织以外的三维编织，例如多层编织，比如如文献 WO 2006/136755 所述的多平纹或多缎类型的多层编织。

还可以构想制作用于环 10 或 110 的纤维预制件的其它方法。例如，可以形成所需厚度的带，通过将多个纤维股重叠，例如编织织布带，其中带被诸如缝纫的方法结合在一起。

所述陶瓷基可以是诸如 SiC 的耐热陶瓷基，或者有利地，它可以是“自愈合”陶瓷基。“自愈合”陶瓷基通过由某种材料制成所述基质的至少一个组分相而获得，所述材料通过在特定温度范围内到达胶粘状态而能够填充或“愈合”在基质中形成的裂缝，尤其在热循环的作用下。具有“自愈合”性能的复合物特别是玻璃复合物，例如铝硅酸盐类型的玻璃复合物，或者是在氧化作用下能够形成玻璃复合物的那些复合物。碳化硼 B_4C 的基质相或者 Si-B-C 三元系统的基质相是玻璃复合物的前体。所述基质可以通过化学气相渗透(CVI)而形成，并且间期涂层(interphase coating)，例如热解碳(PyC)或氮化硼 BN 的间期涂层，可以提前形成在预制件的纤维上。所述纤维预制件可以在致密化的初始阶段保持所需的形状，直到预制件被强化为止，亦即，直到它已经局部致密化到一定程度，而足以使预制件能够从此之后不需要工具的帮助而保持它的形状。文献 US 5 965 266、US 6 291 058 和 US 6 068 930 中特别描述了利用自愈合陶瓷基制作复合材料的方法。

在致密化和加工之后，CMC 材料可以以公知的方式通过环境保护屏障而被防止腐蚀。这种屏障例如可以包括钇稳定的氧化锆外层和莫

来石的结合底层。还已知，通过借助由化合物制成的层来提供抗腐蚀性能，所述化合物的类型包括碱土金属的铝硅酸盐，例如化合物 $\text{BaO}_{0.75}\text{SrO}_{0.25}\text{Al}_2\text{O}_3(\text{SiO}_2)_2$ ，通常熟知其简称为 BSAS。利用包含有硅的 CMC 材料，可以接着插入化学屏障层，例如莫来石层或包括莫来石加 BSAS 的混合物的层，同时可以提供 Si 的结合或键控(keying)底层。BSAS 层上可以形成有钇稳定的氧化锆的热屏障层。以下文件中具体描述了特别适合于具有包含硅的基质的 CMC 材料的环境屏障：US 6 866 897、EP 1 416 066、US 6 759 151、FR 06/51880 和 FR 06/55578。环境屏障的各种层可以通过物理气相沉积而进行沉积，例如通过等离子或热等离子溅射或者通过化学气相沉积(CVD)，其可以借助等离子帮助。

例如，可摩擦材料层由诸如氧化锆或氧化铝的耐热氧化物制成。它可以通过物理气相沉积形成，例如等离子或热等离子溅射。优选地，可摩擦材料是多孔的。在公知的方式中，它的多孔性可以通过将可摩擦层的材料和诸如聚乙烯粉末的材料粉末一同进行沉积而得以控制，该材料粉末在高温下能够被消除。

所述可摩擦材料层可以形成在环境保护屏障上。

具有可摩擦材料层 21 或 121 的楔形部件 20 或 120 能够以类似于所描述的用于环 10 或 110 的方式而获得。然而，为了制作它的纤维预制件，可以通过三维编织或将纤维股重叠并结合在一起，而形成所需厚度的纤维结构的带，接着将所述带切割成具有对应于部件 20 或 120 所需形状的形状的预制件。

本发明的涡轮机环组件特别适合于气体涡轮机中的 HP 涡轮机。然而，它也可以用于 LP 涡轮机，或者如果气体涡轮机具有多于两个级的话，它确实可以用于中间涡轮机。

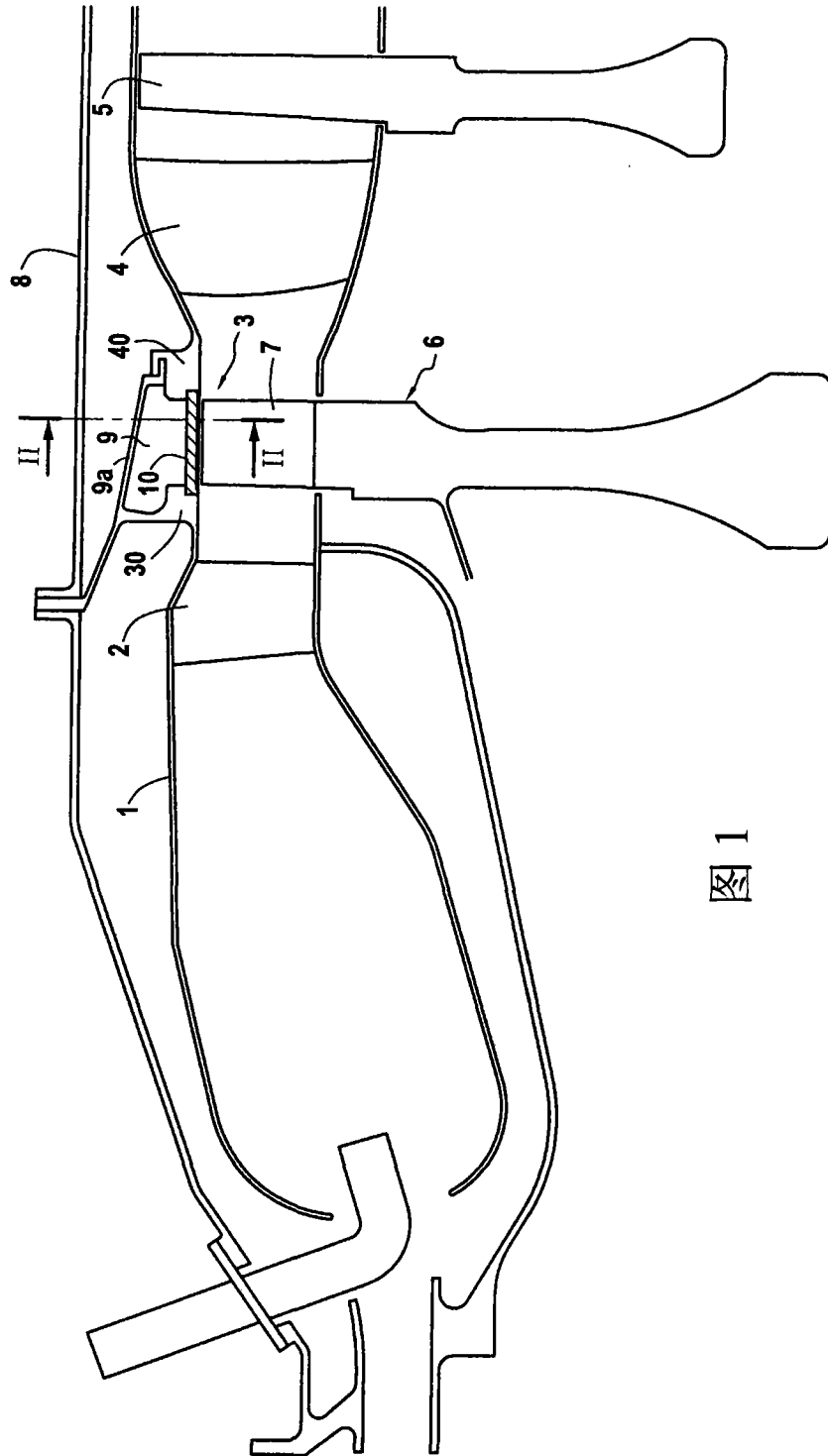


图1

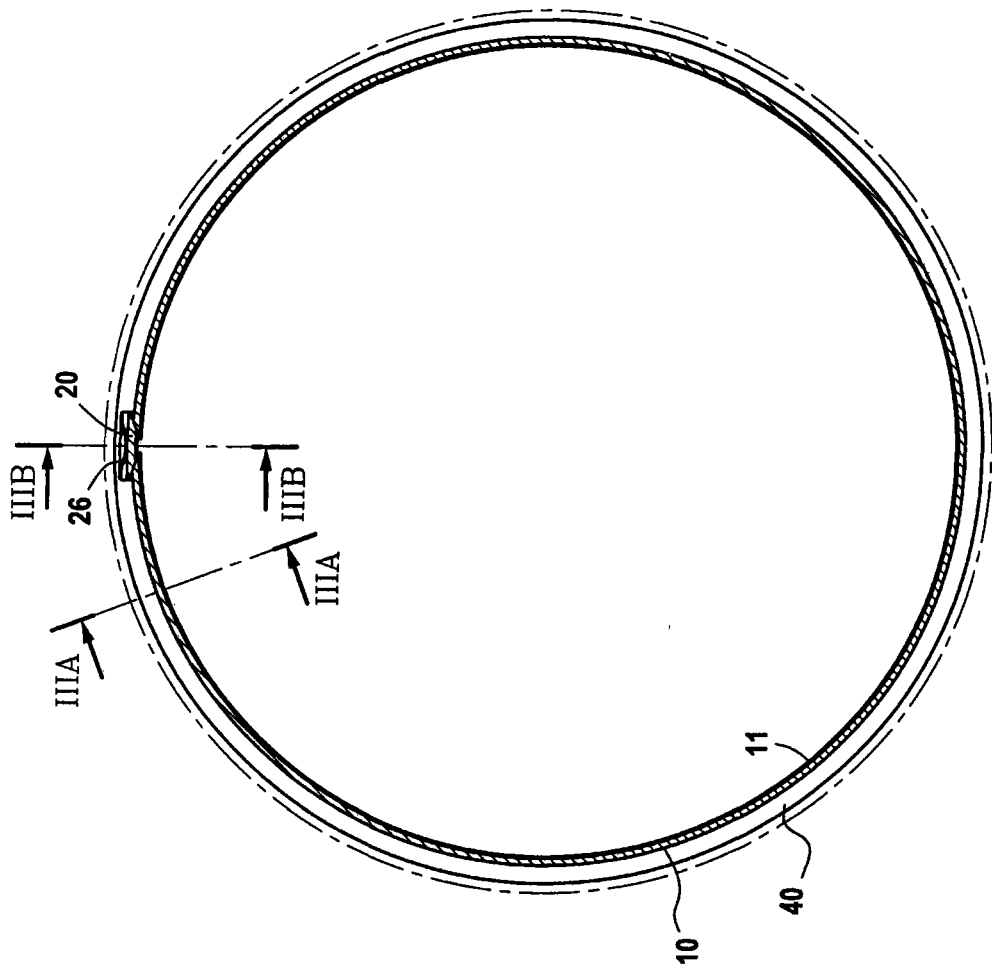


图 2

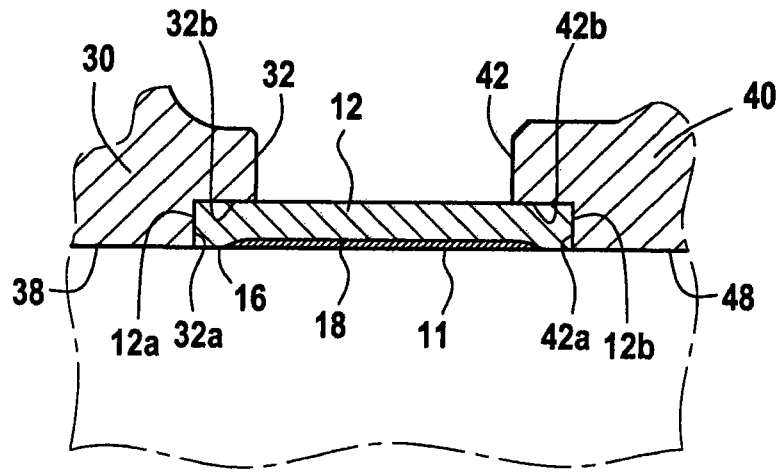


图 3A

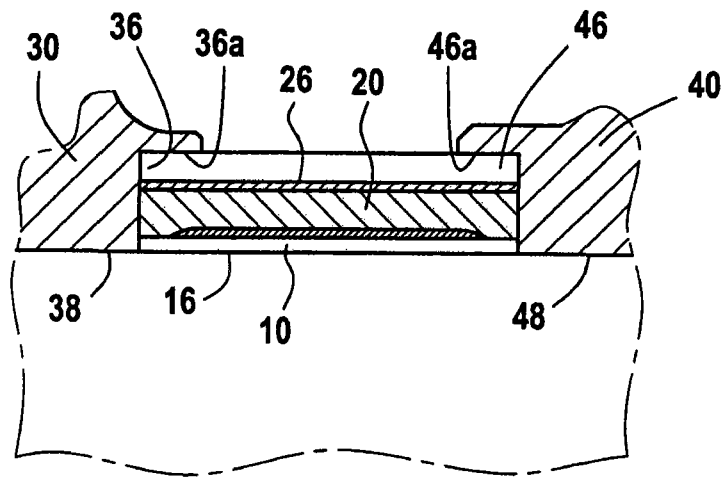


图 3B

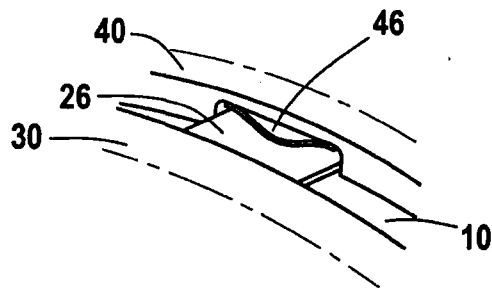


图 4

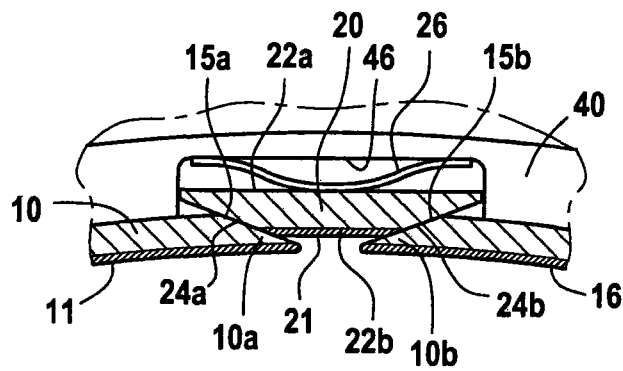


图 5A

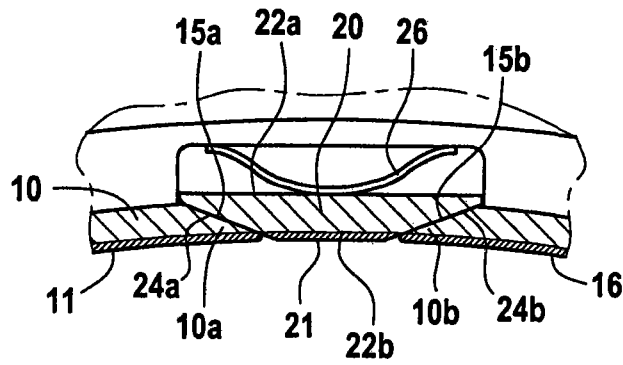


图 5B

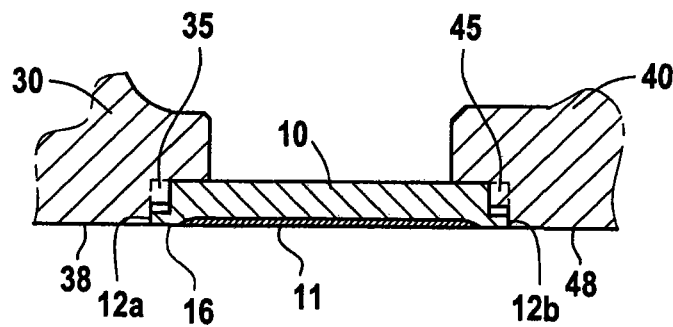


图 6

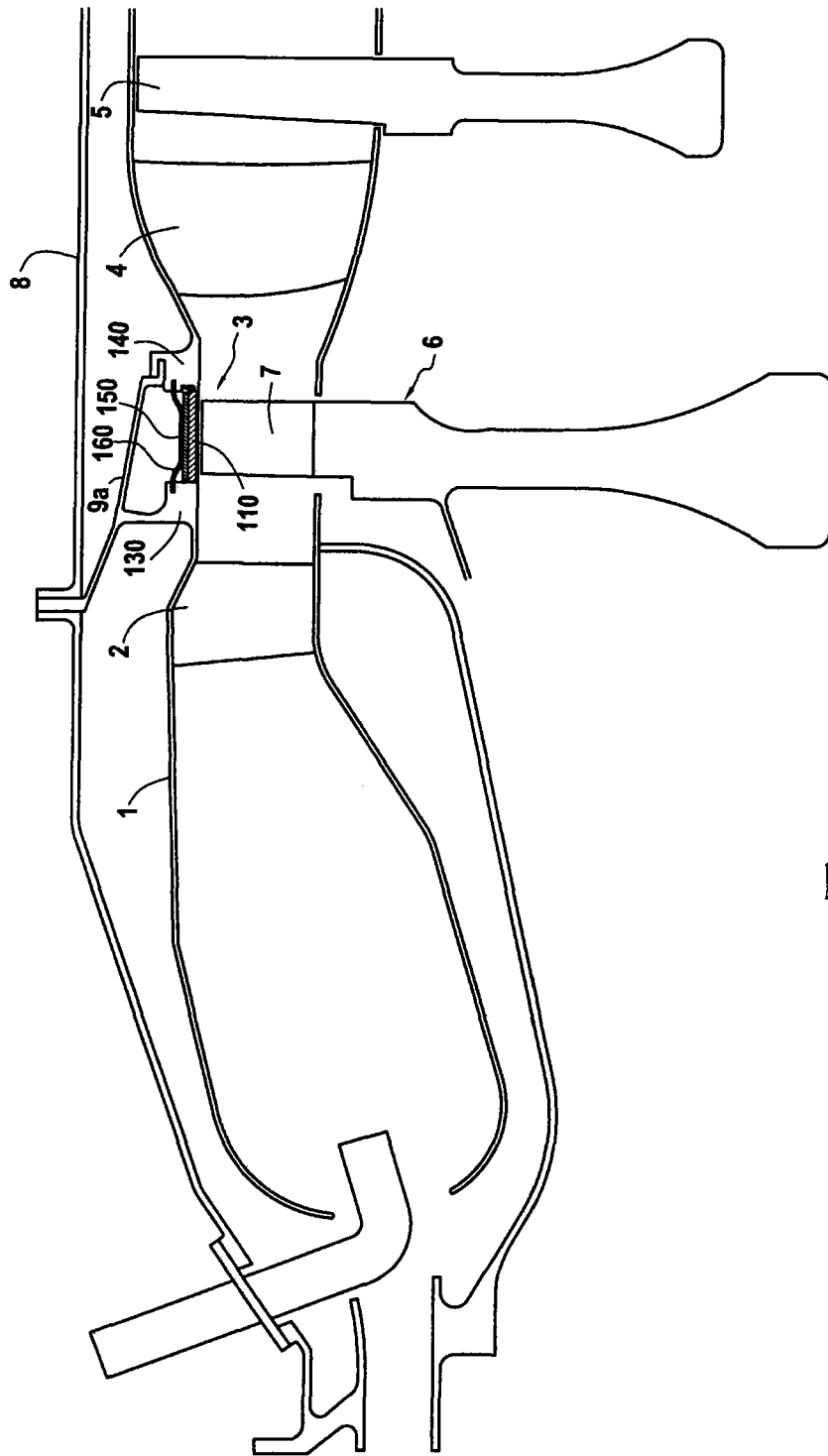


图7

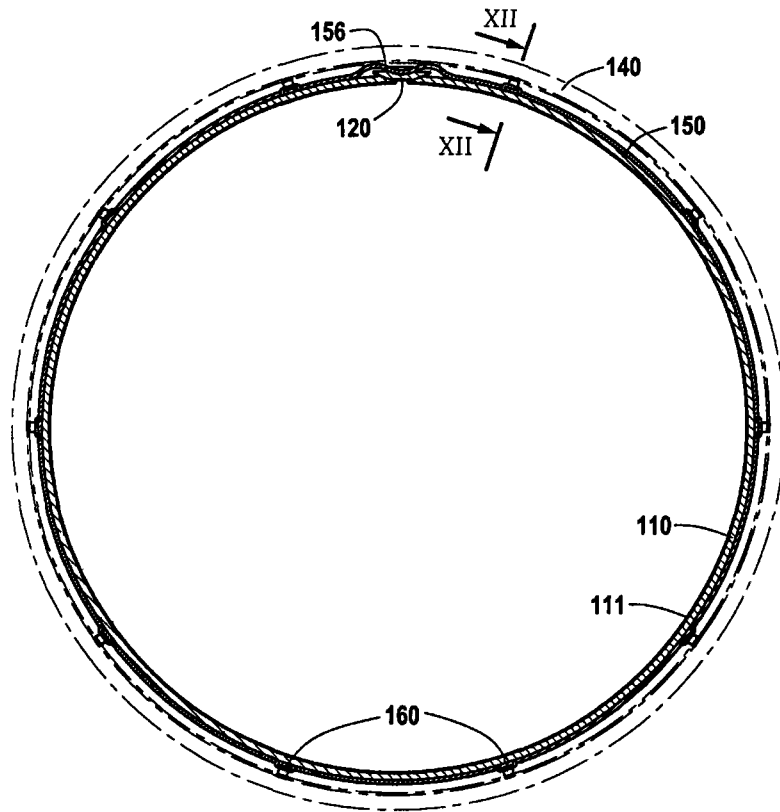


图 9

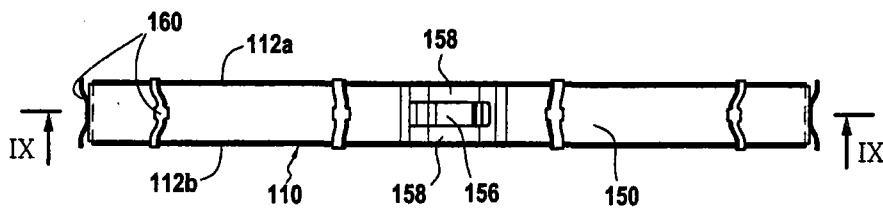


图 8

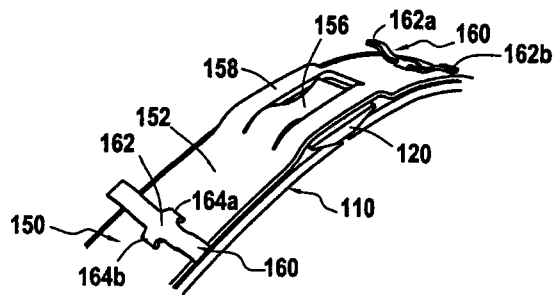


图 10

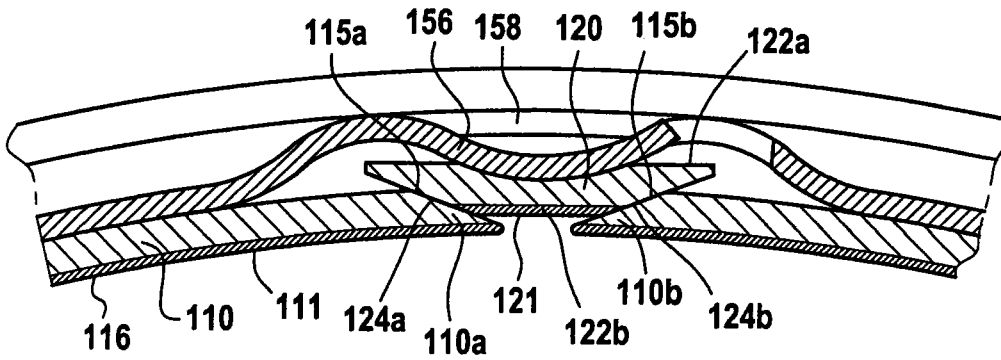


图 11

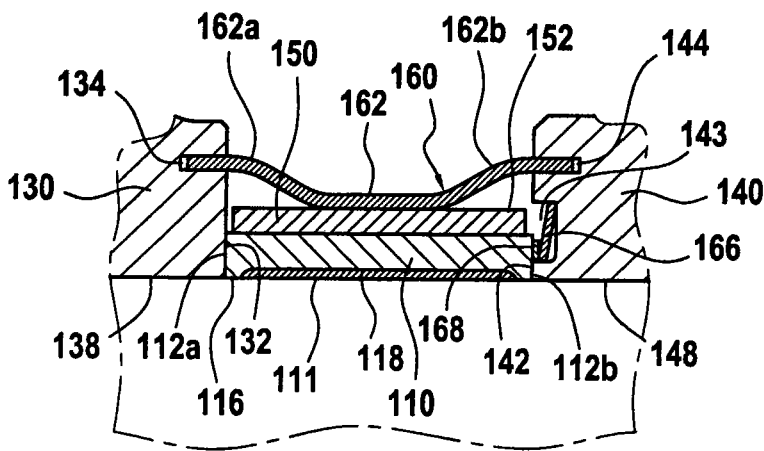


图 12

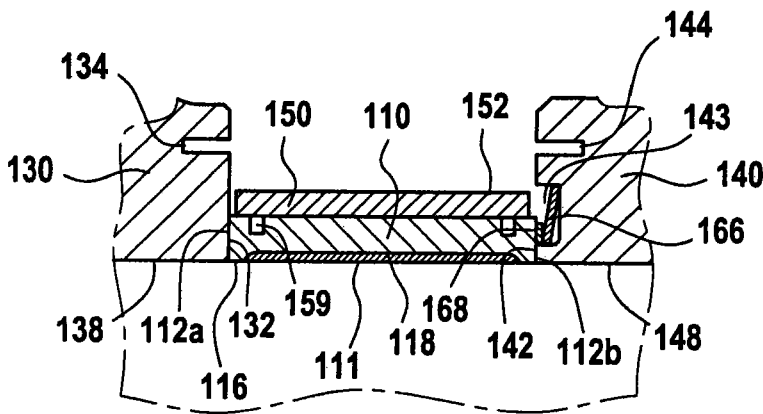


图 13

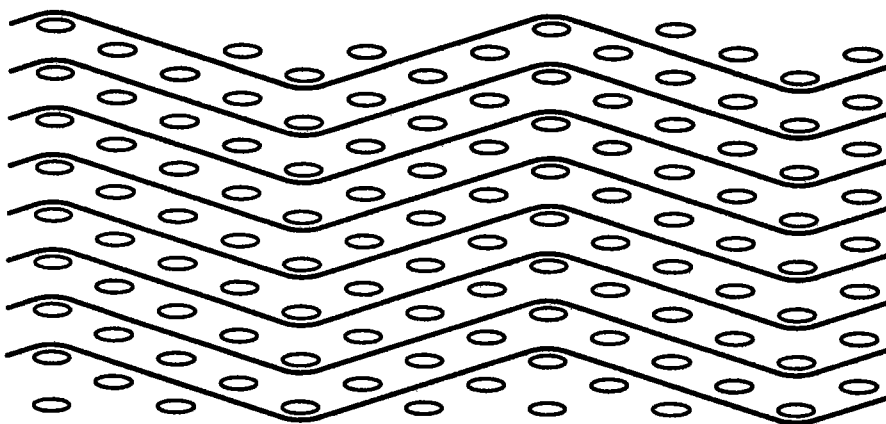


图 14