



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110177922 B

(45) 授权公告日 2022.05.27

(21) 申请号 201780083179.3

(22) 申请日 2017.12.22

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110177922 A

(43) 申请公布日 2019.08.27

(30) 优先权数据  
2017-003596 2017.01.12 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.07.11

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/046068 2017.12.22

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/131425 JA 2018.07.19

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 白砂大和 伊藤龙太 栗村隆之  
辻良史

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

专利代理师 祝博

(51) Int.Cl.

F01D 9/04 (2006.01)

F01D 11/18 (2006.01)

F01D 25/00 (2006.01)

F01D 25/12 (2006.01)

F01D 25/24 (2006.01)

F02C 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开2004-150325 A, 2004.05.27

CN 106133295 A, 2016.11.16

CN 102782257 A, 2012.11.14

CN 102472169 A, 2012.05.23

US 2005/0232752 A1, 2005.10.20

JP 特开2004-150325 A, 2004.05.27

US 2005/0232752 A1, 2005.10.20

审查员 黄越

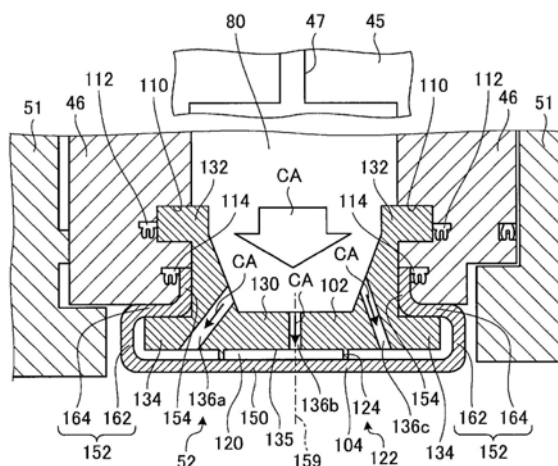
权利要求书4页 说明书16页 附图12页

### (54) 发明名称

分割环表面侧构件、分割环支承侧构件、分割环、静止侧构件单元及方法

### (57) 摘要

本发明更加提高燃气轮机的效率。分割环表面侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置配置的分割环，是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分，具有：表面部，其由陶瓷基复合材料形成，形成所述燃烧气体流路；折回部，其与所述表面部连结且具备向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分；以及突出部，其从所述折回部向所述燃气轮机的径向外侧延伸。



1. 一种分割环支承侧构件,其包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置配置的分割环,对作为供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分的分割环表面侧构件进行支承,所述分割环表面侧构件具有:表面部,其形成所述燃烧气体流路;折回部,其具备从所述表面部向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分;以及突出部,其从所述折回部的所述第二部分的靠所述表面部的中心线侧的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸,所述分割环支承侧构件的特征在于,

该分割环支承侧构件由金属形成,

该分割环支承侧构件具有:

卡合部,其供所述分割环表面侧构件卡合;以及

对置部,其与所述分割环表面侧构件的和形成所述燃烧气体流路的表面部相反的一侧的面相对,且在该对置部与所述表面部之间形成供冷却空气流动的冷却空间,

所述对置部具备对所述冷却空间的流路阻力进行调整的流路阻力调整机构,

所述流路阻力调整机构具有多个贯通孔,该多个贯通孔将所述对置部与供给所述冷却空气的冷却空气供给空间连接且供所述冷却空气流动,并且形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置,

所述贯通孔的合计截面积根据所述燃气轮机的燃烧气体流动方向上的位置而不同,由此使在所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的上游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力高于在燃烧气体流动方向的下游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力,

所述卡合部在与所述分割环表面侧构件的所述第一部分之间形成所述冷却空间的一部分,

所述卡合部的径向外侧的面与所述分割环表面侧构件的所述第二部分的径向内侧的面相接,

所述分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件的所述突出部的靠所述中心线侧的面相对。

2. 根据权利要求1所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述流路阻力调整机构通过所述对置部形成为随着从所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的上游侧朝向下游侧而朝接近所述分割环表面侧构件的方向倾斜而构成。

3. 根据权利要求1所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述流路阻力调整机构包括所述对置部的表面粗糙度根据位置而不同的结构及在所述对置部形成有凹凸部的结构中的至少一方。

4. 根据权利要求1所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述流路阻力调整机构包括分隔部,该分隔部将所述冷却空间在与旋转方向正交的剖面中分离成多个空间。

5. 根据权利要求4所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述分隔部与所述对置部一体地设置。

6. 根据权利要求4所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述分隔部是板状构件,被插入到形成于相相对的位置处的槽中。

7. 根据权利要求4所述的分割环支承侧构件,其特征在于,

所述分隔部的与所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面相接的部分是与所述分割环支承侧构件不同的材料。

8. 一种分割环支承侧构件,其包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置配置的分割环,且为圆弧形形状,所述分割环支承侧构件的特征在于,

该分割环支承侧构件具有:

第一卡合部,其沿所述圆弧形形状的轴向突出;

第二卡合部,其形成在所述圆弧形形状的中心点侧,且沿所述轴向突出;

多个贯通孔,其沿着所述圆弧形形状的中心线形成,且形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置;以及

多个凸部,其形成于所述圆弧形形状的中心点侧的面,且向所述中心点侧突出,并且沿着所述圆弧形形状的圆弧的方向延伸,该多个凸部在所述贯通孔彼此之间各配置一个。

9. 一种分割环,其配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置,其特征在于,

该分割环具有:

分割环表面侧构件,其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,且由陶瓷基复合材料形成,该分割环表面侧构件具有:表面部,其形成所述燃烧气体流路;折回部,其具备从所述表面部的所述燃气轮机的旋转轴方向的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分;以及突出部,其从所述折回部的所述第二部分的靠所述表面部的中心线侧的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸;以及

分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,并且该分割环支承侧构件具有多个贯通孔,该多个贯通孔形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置,

所述分割环表面侧构件在燃烧气体流动的上游侧的所述突出部的所述燃烧气体流动的上游侧及所述燃烧气体流动的下游侧的所述突出部的所述燃烧气体流动的下游侧中的至少一方具有密封机构。

10. 一种分割环,其配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置,所述分割环的特征在于,

该分割环具有:

分割环表面侧构件,其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,由陶瓷基复合材料形成;以及

分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,并且该分割环支承侧构件具有多个贯通孔,该多个贯通孔形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置,

所述分割环支承侧构件具有密封机构,该密封机构配置于在燃气轮机旋转方向上相邻的面,沿所述燃气轮机的轴向延伸,两端与在所述轴向上相邻的构件相接,将所述燃气轮机

的径向的空氣的流动密封，

所述分割环表面侧构件配置在比所述密封机构靠所述燃气轮机的径向内侧的位置。

11. 根据权利要求10所述的分割环，其特征在于，

所述分割环表面侧构件在所述燃气轮机的径向上，在与所述分割环支承侧构件支承于其他构件的位置分离的位置处被支承。

12. 一种静止侧构件单元，其具有：配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置的分割环；以及在所述分割环的两端相邻地配置、且在所述燃气轮机的轴向上夹着所述分割环的隔热环，所述静止侧构件单元的特征在于，

所述分割环具有分割环表面侧构件，该分割环表面侧构件是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分，由陶瓷基复合材料形成，

所述隔热环具有将所述隔热环之间密封的侧面密封机构，

所述分割环表面侧构件的所述燃气轮机的轴向上的两端分别与所述侧面密封机构相接，

所述分割环具有分割环支承侧构件，该分割环支承侧构件配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置，对所述分割环表面侧构件进行支承，在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间，该分割环支承侧构件由金属形成，并且该分割环支承侧构件具有多个贯通孔，该多个贯通孔形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置，

所述分割环支承侧构件具有支承侧密封机构，该支承侧密封机构的所述燃气轮机的轴向上的两端与所述侧面密封机构相接，该支承侧密封机构将相邻的所述分割环支承侧构件之间密封。

13. 根据权利要求12所述的静止侧构件单元，其特征在于，

所述分割环表面侧构件具有：

表面部，其形成所述燃烧气体流路；

折回部，其与表面部连结且具备从所述表面部的所述燃气轮机的旋转轴方向的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分；以及

突出部，其从所述折回部的所述第二部分的靠所述表面部的中心线侧的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸，与所述隔热环相面对。

14. 根据权利要求12或13所述的静止侧构件单元，其特征在于，

所述侧面密封机构具备将所述隔热环与所述分割环表面侧构件之间密封的第一分割环密封机构。

15. 根据权利要求14所述的静止侧构件单元，其特征在于，

所述第一分割环密封机构将所述燃气轮机的径向的空氣流动切断。

16. 一种燃气轮机，其特征在于，

该燃气轮机具有：

涡轮动叶，其安装于能够旋转的涡轮轴；

涡轮静叶，其以在轴向上与所述涡轮动叶对置的方式固定；

权利要求9至11中任一项所述的分割环；以及

机室，其配置在所述分割环的外周，且对所述涡轮静叶进行支承。

17. 一种分割环冷却方法, 其是燃气轮机的分割环的分割环冷却方法, 所述分割环冷却方法的特征在于,

该分割环冷却方法具有如下步骤:

向分割环支承侧构件的径向外侧供给冷却空气的步骤, 该分割环支承侧构件对形成燃烧气体流路的一部分的分割环表面侧构件进行支承;

从所述分割环支承侧构件向所述分割环支承侧构件与由陶瓷基复合材料形成的所述分割环表面侧构件之间的冷却空间供给所述冷却空气的步骤; 以及

使供给到所述冷却空间的所述冷却空气沿着所述燃气轮机的旋转方向流动而进行对流冷却的步骤,

所述进行对流冷却的步骤包括以使在所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的上游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力高于在燃烧气体流动方向的下游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力的方式对流路阻力进行调整的步骤,

使供给到所述冷却空间的所述冷却空气从在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置朝沿着所述燃气轮机的旋转方向的两个方向流动。

18. 根据权利要求17所述的分割环冷却方法, 其特征在于,

通过了所述冷却空间的所述冷却空气在所述分割环支承侧构件与相邻的所述分割环支承侧构件之间流动。

19. 根据权利要求17所述的分割环冷却方法, 其特征在于,

供给到所述冷却空间的所述冷却空气也在所述分割环支承侧构件的轴向侧面与所述分割环表面侧构件的侧面构件之间流动。

20. 一种分割环制造方法, 其是制造燃气轮机的分割环的分割环制造方法, 所述分割环制造方法的特征在于,

所述分割环制造方法具有如下步骤:

利用陶瓷基复合材料来制造分割环表面侧构件, 该分割环表面侧构件具有: 表面部, 其形成所述燃气轮机的燃烧气体流路; 折回部, 其具备从所述表面部的所述燃气轮机的旋转轴方向的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分; 以及突出部, 其从所述折回部的所述第二部分的靠所述表面部的中心线侧的端部向所述燃气轮机的径向外侧延伸;

利用金属来制造分割环支承侧构件, 该分割环支承侧构件配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置, 对所述分割环表面侧构件进行支承, 在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间, 并且该分割环支承侧构件具有多个贯通孔, 该多个贯通孔形成于在所述燃气轮机的旋转方向上成为所述分割环支承侧构件的中心的位置; 以及

在所述燃气轮机的径向上, 在所述分割环表面侧构件的所述第二部分成为比所述分割环支承侧构件的突出部靠径向外侧的位置处将所述分割环表面侧构件嵌入到所述分割环支承侧构件, 在所述分割环表面侧构件与所述分割环支承侧构件之间形成冷却空间。

## 分割环表面侧构件、分割环支承侧构件、分割环、静止侧构件 单元及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及利用燃烧气体进行旋转的燃气轮机。

### 背景技术

[0002] 以往,已知有这样的燃气轮机,该燃气轮机具备:旋转轴;相对于旋转轴朝径向外侧延伸的涡轮动叶;在径向外侧与涡轮动叶分开设置的分割环;以及在分割环的轴向上相邻的涡轮静叶。

[0003] 在专利文献1中记载有如下的分割环,该分割环具有:表面侧构件,其配置在与供燃烧气体流动的路径相对的一侧,由陶瓷基复合材料形成;以及支承侧构件,其配置在比表面侧构件靠燃气轮机的径向外侧的位置,对表面侧构件进行支承,且支承于隔热环,由金属形成。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:美国特许第6758653号说明书

### 发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 如专利文献1所示,通过在供燃烧气体流动的面上配置由陶瓷基复合材料形成的构件,与配置由金属形成的构件的情况相比,能够提高耐久性。然而,在专利文献1所记载的结构中,在提高冷却空气的供给效率的方面存在界限。另外,在专利文献1所记载的结构中,在提高各部分的密封性能的方面存在界限。因此,在基于冷却空气的效率及密封性能中的至少一方来提高燃气轮机的效率的方面存在界限。

[0009] 因此,本发明的课题在于,提供一种能够更加提高燃气轮机的效率的分割环表面侧构件、分割环支承侧构件、分割环、静止侧构件单元、以及具有这些构件的燃气轮机、分割环冷却方法及分割环制造方法。

[0010] 用于解决课题的方案

[0011] 为了解决上述课题,本发明的分割环表面侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相对的位置配置的分割环,是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,所述分割环表面侧构件的特征在于,该分割环表面侧构件由陶瓷基复合材料形成,该分割环表面侧构件具有:表面部,其形成所述燃烧气体流路;折回部,其与所述表面部连结且具备向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分;以及突出部,其从所述折回部向所述燃气轮机的径向外侧延伸。

[0012] 为了解决上述课题,本发明的分割环支承侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相对的位置配置的分割环,对作为供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分的分割环表面侧构件进行支承,所述分割环支承侧构件的特征在于,该分割环支承侧构件由金

属形成,该分割环支承侧构件具有:卡合部,其供所述分割环表面侧构件卡合;以及对置部,其与所述分割环表面侧构件的和形成所述燃烧气体流路的表面部相反的一侧的面相对,且在该对置部与所述表面部之间形成供冷却空气流动的冷却空间,所述对置部具备对所述冷却空间的流路阻力进行调整的流路阻力调整机构。

[0013] 另外,优选的是,该分割环支承侧构件具有多个贯通孔,该多个贯通孔将所述对置部与供给所述冷却空气的冷却空气供给空间连接且供所述冷却空气流动,所述贯通孔的大小根据所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的位置而不同。

[0014] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构包括所述对置部与所述分割环表面侧构件的距离根据所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的位置而不同的结构。

[0015] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构包括所述对置部,所述对置部的表面粗糙度根据位置而不同。另外,优选的是,所述流路阻力调整机构包括所述对置部,所述对置部形成有凹凸部。

[0016] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构使在所述燃气轮机的燃烧气体流动方向的上游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力高于在燃烧气体流动方向的下游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力。

[0017] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构包括分隔部,该分隔部将所述冷却空间在与旋转方向正交的剖面中分离成多个空间。

[0018] 另外,优选的是,所述分隔部与所述对置部一体地设置。

[0019] 另外,优选的是,所述分隔部是板状构件,且被插入到形成于相相对的位置处的槽中。

[0020] 另外,优选的是,所述分隔部的与所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面相接的部分是金属以外的材料。

[0021] 另外,优选的是,所述分隔部在与所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面相接的部分配置有防反应件。

[0022] 为了解决上述课题,本发明的分割环支承侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置配置的分割环,且为圆弧形,所述分割环支承侧构件的特征在于,该分割环支承侧构件具有:第一卡合部,其沿所述圆弧形状的轴向突出;第二卡合部,其形成在所述圆弧形状的中心点侧,且沿所述轴向突出;贯通孔,其沿着所述圆弧形状的中心线侧形成;以及凸部,其形成于所述圆弧形状的中心线侧的面,且向所述中心线侧突出,并且沿着所述圆弧形状的圆弧的方向延伸。

[0023] 为了解决上述课题,本发明的分割环配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相相对的位置,所述分割环的特征在于,所述分割环具有:分割环表面侧构件,其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,由陶瓷基复合材料形成;分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成;以及流路阻力调整机构,其配置在所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面与相相对的所述分割环支承侧构件的背面之间,用于调整所述冷却空间的流路阻力。

[0024] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构使在所述燃气轮机的燃烧气体流动方向

的上游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力高于在燃烧气体流动方向的下游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力。

[0025] 另外,优选的是,所述流路阻力调整机构包括分隔部,该分隔部将所述冷却空间在与旋转方向正交的剖面中分离成多个空间,所述分隔部与所述分割环表面侧构件一体地设置。

[0026] 另外,优选的是,所述分隔部与所述分割环支承侧构件一体地设置。

[0027] 另外,优选的是,所述分隔部是板状构件,被插入到形成于相面对的位置的槽中。

[0028] 另外,优选的是,所述分隔部的与所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面相接的部分为金属以外的材料。

[0029] 另外,优选的是,所述分隔部在与所述分割环表面侧构件的和所述表面部相反的一侧的面相接的部分配置有防反应件。

[0030] 为了解决上述课题,本发明的分割环支承侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置配置的分割环,是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,对分割环表面侧构件进行支承,所述分割环支承侧构件的特征在于,该分割环支承侧构件由金属形成,该分割环支承侧构件具有:卡合部,其供所述分割环表面侧构件卡合;对置部,其与所述分割环表面侧构件的和形成所述燃烧气体流路的表面部相反的一侧的面相对,且在该对置部与所述表面部之间形成供冷却空气流动的冷却空间;以及多个贯通孔,其将所述对置部与供给所述冷却空气的冷却空气供给空间连接,且供所述冷却空气流动,在所述燃气轮机的旋转方向上,中心区域的贯通孔的合计面积大于端部区域的贯通孔的合计面积。

[0031] 为了解决上述课题,本发明的分割环支承侧构件包含于在燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置配置的分割环,是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,对分割环表面侧构件进行支承,所述分割环支承侧构件的特征在于,该分割环支承侧构件由金属形成,该分割环支承侧构件具有:卡合部,其供所述分割环表面侧构件卡合;对置部,其与所述分割环表面侧构件的和形成所述燃烧气体流路的表面部相反的一侧的面相对,且在该对置部与所述表面部之间形成供冷却空气流动的冷却空间;以及密封结构,其配置于在燃气轮机旋转方向上相邻的面,且配置在比所述卡合部的所述燃气轮机的径向外侧的端部靠径向内侧的位置。

[0032] 另外,优选的是,所述密封结构具有密封槽,且具有插入到所述密封槽中的密封板,所述密封板为与所述分割环表面侧构件不同的材料。另外,优选的是,所述密封板为金属。

[0033] 另外,优选的是,所述密封结构将与在周向上相邻的其他分割环支承侧构件之间密封。

[0034] 另外,优选的是,该分割环支承侧构件还具有外侧密封机构,该外侧密封机构配置在比所述密封结构靠径向外侧的位置,将该分割环支承侧构件与在所述燃气轮机的轴向上相邻的其他构件之间密封。

[0035] 为了解决上述课题,本发明的分割环配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置,所述分割环的特征在于,该分割环具有:分割环表面侧构件,其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,由陶瓷基复合材料形成;以及分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支



承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,所述分割环表面侧构件具有形成所述燃烧气体流路的表面部以及与所述表面部连结、且卡止于所述分割环支承侧构件的折回部,所述分割环支承侧构件具有密封结构,该密封结构配置于在燃气轮机旋转方向上相邻的面,且配置在比所述折回部的所述燃气轮机的径向外侧的端部靠径向内侧的位置。

[0036] 另外,优选的是,所述密封结构具有密封槽,且具有插入到所述密封槽中的密封板,所述密封板为与所述分割环表面侧构件不同的材料。另外,优选的是,所述密封板为金属。

[0037] 为了解决上述课题,本发明的分割环的特征在于,该分割环具有:上述记载的分割环表面侧构件;以及分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,所述分割环表面侧构件在所述燃烧气体流动的上游侧的所述突出部的所述燃烧气体流动的上游侧及所述燃烧气体流动的下游侧的所述突出部的所述燃烧气体流动的下游侧中的至少一方具有密封机构。

[0038] 为了解决上述课题,本发明的分割环配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置,所述分割环的特征在于,该分割环具有:分割环表面侧构件,其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,由陶瓷基复合材料形成;以及分割环支承侧构件,其配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,所述分割环支承侧构件具有密封机构,该密封机构沿所述燃气轮机的轴向延伸,两端与在所述轴向上相邻的构件相接,将所述燃气轮机的径向的空氣的流动密封,所述分割环表面侧构件配置在比所述密封机构靠所述燃气轮机的径向外侧的位置。

[0039] 优选的是,所述分割环表面侧构件在所述燃气轮机的径向上,在与所述分割环支承侧构件支承于其他构件的位置分离的位置处被支承。

[0040] 为了解决上述课题,本发明的静止侧构件单元具有:配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相面对的位置的分割环;以及在所述分割环的两端相邻地配置、且在所述燃气轮机的轴向上夹着所述分割环的隔热环,所述静止侧构件单元的特征在于,所述分割环具有分割环表面侧构件,该分割环表面侧构件是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分,由陶瓷基复合材料形成,所述隔热环具有将所述隔热环之间密封的侧面密封机构,所述分割环表面侧构件的所述燃气轮机的轴向的两端分别与所述侧面密封机构相接。

[0041] 另外,优选的是,所述分割环具有分割环支承侧构件,该分割环支承侧构件配置在比所述分割环表面侧构件靠所述燃气轮机的径向外侧的位置,对所述分割环表面侧构件进行支承,在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间,该分割环支承侧构件由金属形成,所述分割环支承侧构件具有支承侧密封机构,该支承侧密封机构的所述燃气轮机的轴向的两端与所述侧面密封机构相接,该支承侧密封机构将相邻的所述分割环支承侧构件之间密封。

[0042] 另外,优选的是,所述分割环表面侧构件具有:折回部,其与所述表面部连结且具

备向所述燃气轮机的径向外侧延伸的第一部分及从所述第一部分的端部向所述表面部的中心线侧延伸的第二部分；以及突出部，其从所述折回部向所述燃气轮机的径向外侧延伸，与所述隔热环相对。

[0043] 另外，优选的是，所述侧面密封机构具备将所述隔热环与所述分割环表面侧构件之间密封的第一分割环密封机构。

[0044] 另外，优选的是，所述第一分割环密封机构将所述燃气轮机的径向的空气流动切断。

[0045] 另外，优选的是，燃气轮机具有：涡轮动叶，其安装于能够旋转的涡轮轴；涡轮静叶，其以在轴向上与所述涡轮动叶对置的方式固定；上述任一项记载的分割环；以及机室，其配置在所述分割环的外周，且对所述涡轮静叶进行支承。

[0046] 为了解决上述课题，在本发明的分割环的分割环冷却方法中，分割环配置于燃气轮机的静止侧且在与动叶相对的位置，具有：分割环表面侧构件，其是供燃烧气体流动的燃烧气体流路的一部分，由陶瓷基复合材料形成；以及分割环支承侧构件，其配置在比所述分割环表面侧构件靠燃气轮机的径向外侧的位置，对所述分割环表面侧构件进行支承，在该分割环支承侧构件与所述分割环表面侧构件之间形成供冷却空气流动的冷却空间，该分割环支承侧构件由金属形成；该分割环冷却方法的特征在于，具有如下步骤：从所述分割环支承侧构件向所述冷却空间供给所述冷却空气；以及使供给到所述冷却空间的所述冷却空气沿着所述燃气轮机的旋转方向流动。

[0047] 另外，优选的是，使供给到所述冷却空间的所述冷却空气从供给到所述冷却空间的位置朝沿着所述燃气轮机的旋转方向的两个方向流动。

[0048] 优选的是，通过了所述冷却空间的所述冷却空气在所述分割环支承侧构件与相邻的所述分割环支承侧构件之间流动。

[0049] 优选的是，供给到所述冷却空间的所述冷却空气也在所述分割环支承侧构件的轴向侧面与所述分割环表面侧构件的侧面构件之间流动。

[0050] 为了解决上述课题，本发明的分割环制造方法是制造燃气轮机的分割环的分割环制造方法，所述分割环制造方法的特征在于，所述分割环制造方法具有如下步骤：利用陶瓷基复合材料来制造分割环表面侧构件；利用金属来制造分割环支承侧构件；以及在所述燃气轮机的径向上，在所述分割环表面侧构件的突出部成为比所述分割环支承侧构件的突出部靠径向外侧的位置处将所述分割环表面侧构件嵌入到所述分割环支承侧构件，在所述分割环表面侧构件与所述分割环支承侧构件之间形成冷却空间。

[0051] 发明效果

[0052] 根据本发明，能够较高地维持密封性，或者能够有效地供给冷却空气。由此，能够更加提高燃气轮机的效率。

## 附图说明

[0053] 图1是本实施方式的燃气轮机的概要结构图。

[0054] 图2是本实施方式的燃气轮机的涡轮周围的局部剖视图。

[0055] 图3是本实施方式的分割环的侧视图。

[0056] 图4是示出本实施方式的燃气轮机的分割环的剖面的附近的局部放大图。

- [0057] 图5是示出本实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。
- [0058] 图6是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的主视图。
- [0059] 图7是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的俯视图。
- [0060] 图8是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的侧视图。
- [0061] 图9是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的旋转方向端部的剖视图。
- [0062] 图10是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的立体图。
- [0063] 图11是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的主视图。
- [0064] 图12是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的俯视图。
- [0065] 图13是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。
- [0066] 图14是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。
- [0067] 图15是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。
- [0068] 图16是示出分割环制造方法的一例的流程图。

### 具体实施方式

[0069] 以下,参照附图对本发明进行说明。需要说明的是,本发明并不通过以下的实施方式来限定。另外,下述实施方式中的构成要素包括本领域技术人员能够且容易置换的构成要素、或者实质上相同的构成要素。在下述实施方式中,作为产业用燃气轮机的情况来说明,但只要是燃气轮机即可,例如,也能够应用于在航空机中使用的燃气轮机发动机。

[0070] 如图1所示,燃气轮机1由压缩机5、燃烧器6以及涡轮7构成。另外,涡轮轴8贯穿压缩机5、燃烧器6及涡轮7的中心部而配置。压缩机5、燃烧器6及涡轮7沿着涡轮轴8的轴心CL从空气或燃烧气体的流动方向的上游侧朝向下游侧依次排列设置。

[0071] 压缩机5对空气进行压缩,使其成为压缩空气。压缩机5在具有取入空气的空气取入口11的压缩机壳体12内设置有多级压缩机静叶13及多级压缩机动叶14。各级压缩机静叶13安装于压缩机壳体12且在周向上排列设置有多个,各级压缩机动叶14安装于涡轮轴8且在周向上排列设置有多个。这些多级压缩机静叶13与多级压缩机动叶14沿着轴向交替设置。

[0072] 燃烧器6向由压缩机5压缩后的压缩空气供给燃料,由此生成高温/高压的燃烧气体。作为燃烧筒,燃烧器6具有将压缩空气与燃料混合而使它们燃烧的内筒21、从内筒21向涡轮7引导燃烧气体的尾筒22、以及覆盖内筒21的外周且向内筒21引导来自压缩机5的压缩空气的外筒23。该燃烧器6配置在涡轮壳体31内,且在周向上配置有多个。需要说明的是,由压缩机5压缩后的空气暂时贮存在由涡轮壳体31围成的机室24中,之后向燃烧器6供给。

[0073] 涡轮7利用由燃烧器6生成的燃烧气体而产生旋转动力。在涡轮7的成为外壳的涡轮壳体31内设置有多级涡轮静叶32及多级涡轮动叶33。各级涡轮静叶32安装于涡轮壳体31且在周向上呈环状地配置有多个,各级涡轮动叶33固定于以涡轮轴8的轴心CL为中心的圆盘状的盘构件的外周,且在周向上呈环状地配置有多个。这些多级涡轮静叶32与多级涡轮动叶33沿着轴向交替设置有多个。

[0074] 在涡轮壳体31的轴向的下游侧,设置有在内部具有与涡轮7连续的扩散器部54的排气室34(参照图1)。涡轮轴8设置为,压缩机5侧的端部由轴承部37支承,排气室34侧的端部由轴承部38支承,并以轴心CL为中心而旋转自如。而且,在涡轮轴8的排气室34侧的端部

连接有发电机(未图示)的驱动轴。

[0075] 以下,参照图2对涡轮7具体进行说明。如图2所示,涡轮静叶32由外护罩51、从外护罩51向径向内侧延伸的叶形部53、以及设置在叶形部53的径向内侧的内护罩(未图示)一体地形成。此外,涡轮静叶32经由隔热环46、叶环45由涡轮壳体31支承,成为固定侧。多级涡轮静叶32构成为从燃烧气体的流动方向FG的上游侧起依次包括第一涡轮静叶32a、第二涡轮静叶32b、第三涡轮静叶32c以及第四涡轮静叶32d。第一涡轮静叶32a由外护罩51a、叶形部53a以及内护罩(未图示)一体地形成。第二涡轮静叶32b由外护罩51b、叶形部53b以及内护罩(未图示)一体地形成。第三涡轮静叶32c由外护罩51c、叶形部53c以及内护罩(未图示)一体地形成。第四涡轮静叶32d由外护罩51d、叶形部53d以及内护罩(未图示)一体地形成。

[0076] 多级涡轮动叶33与多个分割环52对置地分别配置在径向内侧。各级的涡轮动叶33相对于各分割环52隔开规定的间隙地分开设置,成为可动侧。多级涡轮动叶33构成为从燃烧气体的流动方向FG的上游侧起依次包括第一涡轮动叶33a、第二涡轮动叶33b、第三涡轮动叶33c以及第四涡轮动叶33d。而且,第一涡轮动叶33a设置在第一分割环52a的径向内侧。同样,第二涡轮动叶33b、第三涡轮动叶33c及第四涡轮动叶33d设置在第二分割环52b、第三分割环52c及第四分割环52d的径向内侧。

[0077] 因此,多级涡轮静叶32及多级涡轮动叶33配置为从燃烧气体的流动方向FG的上游侧起依次为第一涡轮静叶32a、第一涡轮动叶33a、第二涡轮静叶32b、第二涡轮动叶33b、第三涡轮静叶32c、第三涡轮动叶33c、第四涡轮静叶32d、第四涡轮动叶33d,且设置为分别在轴向上对置。

[0078] 如图2所示,涡轮壳体31具有配置在其径向内侧且由涡轮壳体31支承的叶环45。叶环45绕涡轮轴8形成环状,且在周向及轴向上被分割为多个,由涡轮壳体31支承。另外,多个叶环45构成为从燃烧气体的流动方向(轴向)FG的上游侧起依次包括第一叶环45a、第二叶环45b、第三叶环45c以及第四叶环45d。在叶环45的径向内侧配设有隔热环46,涡轮静叶32经由隔热环46而由叶环45支承。多个隔热环46从燃烧气体的流动方向(轴向)FG的上游侧起依次包括第一隔热环46a、第二隔热环46b、第三隔热环46c以及第四隔热环46d。

[0079] 在叶环45的内侧,多个涡轮静叶32与多个分割环52彼此在轴向上相邻地设置。

[0080] 而且,多个涡轮静叶32及多个分割环52配置为从燃烧气体的流动方向FG的上游侧起依次为第一涡轮静叶32a、第一分割环52a、第二涡轮静叶32b、第二分割环52b、第三涡轮静叶32c、第三分割环52c、第四涡轮静叶32d、第四分割环52d,且设置为分别在轴向上对置。

[0081] 另外,第一涡轮静叶32a及第一分割环52a经由第一隔热环46a而安装于第一叶环45a的径向内侧。同样,第二涡轮静叶32b及第二分割环52b经由第二隔热环46b而安装于第二叶环45b的径向内侧,第三涡轮静叶32c及第三分割环52c经由第三隔热环46c而安装于第三叶环45c的径向内侧,第四涡轮静叶32d及第四分割环52d经由第四隔热环46d而安装于第四叶环45d的径向内侧。

[0082] 而且,在多个涡轮静叶32的外护罩51及多个分割环52的内周侧与涡轮静叶32的内护罩及涡轮动叶33的平台的外周侧之间形成的环状的流路成为燃烧气体流路R1,燃烧气体沿着燃烧气体流路R1流动。

[0083] 在上述那样的燃气轮机1中,当使涡轮轴8旋转时,从压缩机5的空气取入口11取入空气。然后,取入了的空气通过多级压缩机静叶13和多级压缩机动叶14而被压缩,由此成为

高温/高压的压缩空气。从燃烧器6向该压缩空气供给燃料,生成高温/高压的燃烧气体。该燃烧气体通过涡轮7的多级涡轮静叶32和多级涡轮动叶33而驱动涡轮轴8进行旋转。由此,与涡轮轴8连结的发电机被赋予旋转动力,从而进行发电。之后,驱动涡轮轴8进行旋转后的燃烧气体从排气室34内的扩散器部54向系统外部排出。

[0084] 接着,基于图2至图5,对分割环52进行说明。图3是本实施方式的分割环的侧视图。图4是示出本实施方式的燃气轮机的分割环的剖面的附近的局部放大图。图5是示出本实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。图4是图3的A-A线剖视图。图5是从图3的B-B线观察到的图。这里,在图2至图5中,仅示出第二分割环52b的周围的分割环冷却结构,但其他分割环也具备同样的结构。以下,作为代表,将第二分割环52b设为分割环52来进行说明。另外,也将燃气轮机1的包含分割环52和隔热环46在内的单元称为静止侧构件单元。

[0085] 如图3所示,燃气轮机1的多个分割环52在旋转方向(燃气轮机1的旋转方向、涡轮轴8的旋转方向、涡轮动叶33的旋转方向)上串联排列。多个分割环52在旋转方向上排列而成为环形状。即,一个分割环52在从旋转轴方向观察的情况下成为圆弧形。分割环52如上述那样配置在隔热环46之间,且支承于隔热环46。

[0086] 从由涡轮7的机室24和叶环45围成的叶环腔室41供给向分割环52供给的冷却空气。在叶环45上形成有供给开口47。在隔热环46、叶环45以及分割环52之间设置有成为空间的腔室80。腔室80在整个周向上设置成环状。腔室80经由供给开口47而与叶环腔室41连通。此外,分割环52形成有与腔室80连通的冷却流路。供给到叶环腔室41的冷却空气CA经由供给开口47向腔室80供给。本实施方式的冷却空气CA使用压缩机出口侧的机室空气或者从压缩机抽出的抽气空气。向腔室80供给的冷却空气CA被供给到分割环52,在配设于分割环52的冷却流路中通过而将分割环52冷却。

[0087] 隔热环46支承于相邻的外护罩51。隔热环46在燃烧气体流动方向的端面、即沿着与旋转轴正交的方向的面上,形成有供分割环52的一部分插入的凹部110。凹部110形成在面向腔室80的面上。凹部110沿燃气轮机1的旋转轴方向延伸,凹部110的燃气轮机1的旋转轴方向的端部成为底面。

[0088] 另外,隔热环46具有将与分割环52接触的接触面密封的密封机构(第二分割环密封机构)112、密封机构(第一分割环密封机构)114。另外,隔热环46设置有供将相邻的隔热环46之间密封的密封板125配置的密封槽116。密封槽116(116a、116b、116c)也可以供给用于将密封机构112、114向分割环52侧施力的密封空气。在密封槽116的密封槽116b、密封槽116c中插入有密封板125。密封板125被插入到相邻的隔热环46的相面对的两个密封槽116b中而将隔热环46之间密封。另外,密封板125被插入到相邻的隔热环46的相面对的两个密封槽116c中而将隔热环46之间密封。密封槽116b、116c、插入到密封槽116b、116c的密封板125以及与密封板125相接的密封机构112、114成为侧面密封机构。隔热环46的密封机构112、114、密封槽116和密封板125成为隔热环密封机构111。密封机构112配置在凹部110的底面。即,密封机构112与分割环52的正交于燃气轮机1的旋转轴的面相接。密封机构114配置在隔热环46的沿着与旋转轴正交的方向的面、且配置在比密封机构112靠燃气轮机1的径向内侧的位置。密封机构114也与密封机构112同样地,与分割环52的正交于燃气轮机1的旋转轴的面相接。密封机构112、114由具备与隔热环46同样的耐热性的材料形成,且具备弹性。密封

机构112、114例如能够使用E密封件。密封机构112、114将所设置的位置处的燃气轮机的径向的空气流动切断。密封槽116通过被插入密封板125而将隔热环46之间密封。另外,密封槽116分支为多个,分支后的部分的端部分别与密封机构112、114相面对。具体而言,密封槽116包括密封槽116a、116b、116c。密封槽116a与供给密封空气的密封空气供给源相连。密封槽116b与密封槽116a相连。密封槽116b的一方的端部与外护罩51相面对,另一方的端部与密封机构112相面对。在密封槽116b与外护罩51之间的一方的端部配置有密封机构。密封槽116c的一方的端部与密封槽116b连接,另一方的端部与密封机构114相面对。密封槽116被供给压力比向腔室80供给的空气高的密封空气。抑制燃烧气体从隔热环46与其他构件的间隙泄漏。另外,向密封槽116供给的空气对密封机构112、114朝向分割环52施力。由此,将隔热环46与分割环52之间密封,能够抑制冷却空气CA从隔热环46与分割环52之间泄漏。另外,密封机构112、114成为如下结构:通过从密封槽116供给密封空气,即便在空气泄漏的情况下也是密封空气的一部分泄漏。需要说明的是,本实施方式的密封机构112、114设置有呈槽形状地与要密封的对象物接触而进行密封的弹性构件,但不局限于此,也可以仅为槽。在该情况下,密封机构112、114通过向密封槽供给密封空气而使密封空气向其他区域泄漏,从而来抑制要密封的对象的气体(抑制泄漏的气体)泄漏。

[0089] 分割环52的旋转方向的剖面(与旋转方向正交的面)的形状为基本上相同的形状。分割环52具有分割环支承侧构件102和分割环表面侧构件104。分割环支承侧构件102与隔热环46连结。分割环支承侧构件102由隔热环46支承。分割环表面侧构件104配置在比分割环支承侧构件102靠燃气轮机1的径向(涡轮轴8的径向)内侧的位置,支承于分割环支承侧构件102。分割环表面侧构件104在燃烧气体流动的流路中露出,与涡轮动叶33相面对。另外,在分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104之间设置有冷却流路120。以下对各部分进行说明。

[0090] 使用图3至图9,对分割环支承侧构件102详细进行说明。图6是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的主视图。图7是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的俯视图。图8是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的侧视图。图9是本实施方式的分割环的分割环支承侧构件的旋转方向端部的剖视图。图9是图7的C-C线剖视图。需要说明的是,在图6至图9中,以直线示出燃气轮机1的周向的形状,但如图3所示,形成为圆弧形。

[0091] 分割环支承侧构件(也仅称为“支承侧构件”)102是燃气轮机1的静止侧的部件,对分割环表面侧构件104进行支承。支承侧构件102由金属、例如耐热性镍合金等形成。支承侧构件102是一体成型的部件,具有主体部130、第一突起部(第一卡合部)132以及第二突起部(第二卡合部)134。支承侧构件102的燃气轮机1的径向内侧的端面成为对置部(对置面)135。在对置部135形成有流路阻力调整机构122。另外,在支承侧构件102形成有贯通孔136a、136b、136c。

[0092] 如图4至图6所示,主体部130是在腔室80侧具有凹部的板状构件。主体部130通过成为具有凹部的形状,能够增大与腔室80相接的面积。第一突起部132分别设置在主体部130的燃气轮机1的轴向的两端。第一突起部132比主体部130向燃气轮机1的轴向侧突出。向隔热环46的凹部110插入第一突起部132。第一突起部132的燃气轮机1的轴向的端部、即最远离主体部130的面与密封机构112相接。

[0093] 第二突起部134设置在比主体部130的第一突起部132靠燃气轮机1的径向内侧的

位置。第二突起部134分别设置在主体部130的燃气轮机1的轴向的两端。第二突起部134成为与分割环表面侧构件104卡合的卡合部。在支承侧构件102中,第二突起部134的燃气轮机1的径向内侧的端面与主体部130的径向内侧的端面成为同一平面的对置部135。

[0094] 贯通孔136a、136b、136c是将腔室80与形成在支承侧构件102和分割环表面侧构件104之间的冷却流路120相连的通路。贯通孔136a、136b、136c从燃烧气体流动方向的上游侧朝向下游侧按照贯通孔136a、贯通孔136b、贯通孔136c的顺序形成。另外,本实施方式的贯通孔136a、136b、136c形成于在燃气轮机1的旋转方向上成为支承侧构件102的中心的位置。

[0095] 密封槽138、139形成在支承侧构件102的燃气轮机1的旋转方向的端面。密封槽138沿与燃气轮机1的轴向平行的方向延伸,一方的端部形成于一方的第二突起部134,另一方的端部形成于另一方的第二突起部134。密封槽139的一方的端部与密封槽138相接,另一方的端部形成于另一方的第一突起部132。密封槽139的另一方的端部形成至与密封机构112相接的位置。由此,支承侧构件102通过密封槽138、139而形成从密封机构112相连至密封机构112的槽。如图9所示,向密封槽138插入密封板126。同样地,也向密封槽139插入密封板128。向对置的两个支承侧构件102的密封槽138、139插入密封板126而将燃气轮机1的旋转方向上的支承侧构件102之间密封。密封板128与密封板126相接,将密封机构112与密封机构112之间且相邻的支承侧构件102之间密封。密封板126与密封板128成为支承侧密封机构。这样,分割环52利用密封板126、128将支承侧构件102与隔热环46之间密封,由此能够利用密封机构112和支承侧构件102将隔热环46与隔热环46之间密封。由此,支承侧构件102在燃气轮机1的旋转方向的端部,利用密封板126将腔室80与燃烧气体的流路分离。另外,包含密封槽116b及插入后的密封板125在内的侧面密封机构成为支承侧构件用侧面密封机构,该支承侧构件用侧面密封机构形成与和密封机构112相接的支承侧构件102相连的密封机构。

[0096] 使用图3至图5以及图10至图12,对分割环表面侧构件104进行说明。图10是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的立体图。图11是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的主视图。图12是本实施方式的分割环的分割环表面侧构件的俯视图。分割环表面侧构件(也仅称为“表面侧构件”)104由陶瓷基复合材料(Ceramic Matrix Composites:也称为“CMC”)形成。CMC是通过将无机颗粒、金属颗粒、晶须、短纤维及长纤维等与陶瓷复合化而提高了强度的材料。CMC例如与镍基超合金相比,比重小,耐热性高,因此,适于分割环的材料。CMC大体分为氧化物系(例如 $Al_2O_3$ (氧化铝))和非氧化物系(例如SiC(碳化硅)),在本实施方式中,使用使SiC纤维与非氧化物系的SiC陶瓷复合化而得到的CMC。

[0097] 表面侧构件104具有表面部150、折回部152以及突出部154。表面侧构件104的表面部150、折回部152以及突出部154连结,例如为通过将一片板弯折而能够形成的形状。表面部150是沿燃气轮机1的旋转轴方向及径向延伸的板状构件。表面部150是成为分割环52的燃气轮机1的径向内侧的端面的部分,成为气体流路的一部分。即,表面部150的燃气轮机1的径向内侧的面即表面170向燃烧气体流路R1露出。表面部150的与表面170相反的一侧的面即背面172与对置部135相对。背面172与对置部135之间的空间成为冷却流路120。

[0098] 折回部152分别设置在表面部150的燃气轮机1的旋转轴方向的两端。折回部152具有第一部分162和第二部分164。第一部分162的一方的端部与表面部150的燃气轮机1的旋转轴方向的端部连结,另一方的端部处于比一方的端部靠燃气轮机1的径向外侧的位置。

即,第一部分162从表面部150的燃气轮机1的旋转轴方向的端部向燃气轮机1的径向外侧延伸。第二部分164的一方的端部与第一部分162的另一方的端部连结,第二部分164的另一方的端部与一方的端部相比,在燃气轮机1的旋转轴方向上处于表面侧构件104的中心线159侧。即,第二部分164从第一部分162的端部向表面部150的中心线159侧延伸。折回部152的第二部分164配置在比支承侧构件102的第二突起部134靠燃气轮机1的径向外侧的位置。第二部分164的燃气轮机1的径向内侧的面与第二突起部134的燃气轮机1的径向外侧的面相对并接触。由此,表面侧构件104利用表面部150和折回部152而与支承侧构件102的第二突起部134卡合。折回部152的第二部分164与第二突起部134相接,第一部分162与第一突起部132非接触。

[0099] 突出部154从折回部152向燃气轮机1的径向外侧延伸。突出部154的在燃气轮机1的旋转轴方向上成为表面侧构件104的中心线159侧的面与支承侧构件102相面对。突出部154的在燃气轮机1的旋转轴方向上成为表面侧构件104的端部侧的面与隔热环46相面对。突出部154的与隔热环46相面对的面与密封机构114相接。由此,突出部154与隔热环46之间被密封机构114密封。通过利用密封机构114将突出部154与隔热环46之间密封,从而能够利用密封机构114与表面侧构件104将隔热环46之间密封。另外,包含密封槽116c及插入后的密封板125在内的侧面密封机构成为表面侧构件用侧面密封机构,该表面侧构件用侧面密封机构形成与和密封机构114相接的表面侧构件104相连的密封结构。

[0100] 流路阻力调整机构122设置于冷却流路120。流路阻力调整机构122对冷却流路120的流路阻力、空气的流动容易度进行调整,使燃气轮机1的燃烧气体流动上游侧的冷却流路120的冷却空气的压力高于下游侧的冷却流路120的冷却空气的压力。流路阻力调整机构122具备两个分隔板124和贯通孔136a、136b、136c。分隔板124向与对置部135分离的方向突出,前端与表面侧构件104相接。一个分隔板124配置在贯通孔136a与贯通孔136b之间,另一个分隔板124配置在贯通孔136b与贯通孔136c之间。分隔板124在燃气轮机1的旋转方向上从分割环52的一端延伸至另一端。另外,贯通孔136a、136b、136c的孔径按照贯通孔136a、贯通孔136b、贯通孔136c的顺序而变小。即,贯通孔136a的孔径比贯通孔136b的孔径大。贯通孔136b的孔径比贯通孔136c的孔径大。换言之,贯通孔的孔径随着从燃烧气体流动的上游到下游而变小。由此,流路阻力调整机构122能够使由分隔板124分隔出的冷却流路120的三个空间的流路阻力成为不同的阻力。由此,燃气轮机1的燃烧气体流动上游侧的流路阻力比下游侧的流路阻力小,因此,压力损失变小,从而供给压力更高的冷却空气。

[0101] 接着,通过对在分割环52流动的冷却空气CA的流路进行说明来说明分割环冷却方法。分割环52使供给到腔室80的冷却空气CA通过贯通孔136a、136b、136c而向由分隔板124分隔出的冷却流路120分别供给。即,冷却空气CA通过分割环支承侧构件102,向分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104之间的冷却流路流入。通过了贯通孔136a、136b、136c的冷却空气CA在冷却流路120内从燃气轮机1的旋转方向的中心朝向端部流动。冷却空气CA在冷却流路120中沿着燃气轮机1的旋转方向朝两个方向流动,即,朝在旋转方向上与贯通孔136a、136b、136c分离的两个方向流动。另外,流入到冷却流路120的冷却空气CA也向分割环支承侧构件102的轴向侧面与分割环表面侧构件104的第一部分(侧面构件)162之间的冷却空间流动。由此,能够将分割环支承侧构件102的轴向侧面和第一部分162冷却,即,将分割环支承侧构件与分割环表面侧构件中的在冷却流路120内在轴向上相面对的部分冷却。移



动至分割环52的燃气轮机1的旋转方向的端部的冷却空气CA从分割环52的间隙向燃烧气体流路R1排出。即,移动至分割环52的燃气轮机1的旋转方向的端部的冷却空气CA从分割环表面侧构件104与在旋转方向上相邻的分割环表面侧构件104之间向燃烧气体流路R1排出。另外,移动至分割环52的燃气轮机1的旋转方向的端部的冷却空气CA也在分割环支承侧构件102与相邻的分割环支承侧构件102之间流动,将分割环支承侧构件102的旋转方向的侧面冷却。通过像这样使冷却空气CA流动而将分割环52冷却。

[0102] 如以上那样,分割环52通过将由CMC形成的分割环表面侧构件104配置在由金属形成的分割环支承侧构件102的燃气轮机1的径向的内侧,且分割环表面侧构件104形成为构成燃烧气体流路R1的形状,从而能够提高分割环52的耐热性。

[0103] 分割环52通过在比折回部152的燃气轮机1的径向外侧的端部靠径向内侧的位置设置密封槽138及密封板126,从而能够缩短腔室80与冷却流路120的距离。由此,能够有效地将分割环支承侧构件102冷却,能够抑制分割环支承侧构件102的温度上升。

[0104] 另外,分割环52通过在分割环表面侧构件104设置突出部154并在突出部154与隔热环46之间设置密封机构114来进行密封,从而能够使密封机构形成为环形状,能够简化设置且提高密封性。通过能够提高密封性,从而能够抑制空气的泄漏,能够有效地利用各空气。具体而言,能够适当地将分割环52冷却,且降低向燃烧气体流路泄漏的空气的量。由此,能够降低用于冷却空气的压缩空气的量,并且,还能够降低使燃烧气体的温度下降的泄漏空气的量,能够提高燃气轮机1的效率。

[0105] 另外,分割环52通过将背面172与对置部135之间设为冷却通路、使折回部152的第二部分164与第二突起部134相接,且使第一部分162与第一突起部132非接触,从而能够使支承侧构件102的与表面侧构件104接触的部分成为远离燃烧气体流路的位置。由此,能够降低支承侧构件102与表面侧构件104接触的部分的周围温度,能够抑制支承侧构件102的温度上升。另外,能够抑制支承侧构件102与表面侧构件104在温度高的位置处接触。

[0106] 另外,分割环52通过设置流路阻力调整机构122来调整在冷却流路120中流动的冷却空气的压力平衡,从而能够使冷却空气CA有效地流动,能够降低冷却空气CA的量。

[0107] 另外,分割环52利用流路阻力调整机构122而使在燃气轮机1的燃烧气体流动方向的上游侧的冷却流路120中流动的冷却空气的压力高于在燃烧气体流动方向的下游侧的所述冷却空间流动的冷却空气的压力,从而能够使冷却空气CA有效地流动。

[0108] 另外,分割环52通过设置分隔板(分隔部)124来作为流路阻力调整机构122,在与旋转方向正交的剖面中将冷却流路120分离成多个空间,从而能够在燃烧气体的流动方向上将冷却流路120分离,能够容易根据燃烧气体的流动方向的位置而使冷却空气的压力变化。

[0109] 另外,分割环52通过将分隔板124设置于分割环支承侧构件102,从而能够简化分割环表面侧构件104的结构。另外,分割环52通过将分割环表面侧构件104如本实施方式那样设为剖面能够一笔写出的形状、即通过将一片板弯折而能够得到的结构,从而能够简化制造。

[0110] 另外,分割环52通过仅在燃气轮机1的旋转方向的中心附近设置贯通孔136a、136b、136c,使在冷却流路120中流动的空气沿着燃气轮机1的旋转方向流动,从而能够以适当的平衡将分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104冷却。具体而言,通过将在冷却

流路120中流动的空气设为沿着燃气轮机1的旋转方向流动的对流冷却,从而与设为冲击冷却的情况相比,相对于分割环支承侧构件102的冷却量而能够减少分割环表面侧构件104的冷却量。由此,分割环52能够充分地冷却由金属形成的分割环支承侧构件102,且能够抑制过度地冷却由CMC形成的耐热性高的分割环表面侧构件104。

[0111] 如本实施方式那样,分割环52通过将贯通孔136a、136b、136c形成于燃气轮机1的旋转方向上的、成为支承侧构件102的中心的位置,且使燃气轮机1的旋转方向上的、中心区域的贯通孔的合计面积大于端部区域的贯通孔的合计面积,从而能够使供给到与分割环表面侧构件104之间的冷却流路120的冷却空气从燃气轮机1的旋转方向的中心向端部有效地流动,能够有效地进行对流冷却。这里,在将燃气轮机1的旋转方向上的、从分割环52的中心到端部的距离设为L的情况下,中心区域是从中心起算的 $(1/4)L$ 的区域,端部区域是从端部起算的 $(1/4)L$ 的区域。

[0112] 接着,使用图13来说明其他实施方式的分割环。图13是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。图13所示的分割环52a除了一部分形状之外,与分割环52是同样的。以下,重点对分割环的结构的不同点进行说明,相同的结构的部分标注相同的附图标记,并省略说明。

[0113] 图13所示的分割环52a的流路阻力调整机构122a由与分割环支承侧构件102a及分割环表面侧构件104a不同的构件形成。流路阻力调整机构122a具有分隔板180和缓冲件186。分割环支承侧构件102a在供分隔板180配置的位置处形成有凹部182。凹部182沿燃气轮机1的旋转方向延伸。分隔板180与流路阻力调整机构122的分隔板124同样地是将冷却流路120分离成多个空间的板。分隔板180无需将空间完全分离,只要能够维持压力差,则空气也可以流动。分隔板180向凹部182插入并朝向分割环表面侧构件104a突出。缓冲件186配置在分隔板180与分割环表面侧构件104a之间。缓冲件186由具有耐热性且与形成分割环表面侧构件104a的CMC的反应性低的材料、例如金属以外的材料形成。作为缓冲件186,例如能够使用SiC毡。

[0114] 这样,也可以将分割环52a的流路阻力调整机构122a设为与分割环支承侧构件102a及分割环表面侧构件104a不同的构件。由此,能够简化各构件的制造。

[0115] 另外,分割环52a通过在分隔板180与分割环表面侧构件104a之间设置由与CMC的反应性低的材料形成的缓冲件186来作为防反应层,从而能够提高分割环表面侧构件104a的耐久性。这里,分割环表面侧构件104a的表面部150由于与燃烧气体流路相接而成为高温。成为高温的表面部150是在接触时发生反应的金属。与此相对,通过配置缓冲件186,即便表面部150成为高温,也能够抑制与其他构件发生反应,能够提高耐久性。另外,在本实施方式中设置有缓冲件186,但也可以由具有耐热性且与形成分割环表面侧构件104a的CMC的反应性低的材料形成分隔板180。即,通过将作为在较高的温度下与CMC相接的部分的、与分割环表面侧构件104a的背面相接的构件由与CMC的反应性低的材料形成,能够得到同样的效果。另外,优选在分割环52的分隔板124与表面部150之间设置缓冲件。这样,通过将分隔板(分隔部)的与分割环表面侧构件的和表面部相反的一侧的面相接的部分设为金属以外的材料,从而能够保护分割环表面侧构件,能够提高耐久性。

[0116] 接着,使用图14对其他实施方式的分割环进行说明。图14是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。图14所示的分割环52b除了一部分形状之

外,与分割环52是同样的。以下,重点对分割环52b的结构的不同点进行说明,相同的结构的部分标注相同的附图标记,并省略说明。

[0117] 分割环52b具有分割环支承侧构件102b和分割环表面侧构件104b。分割环52b在流路阻力调整机构122b包括对置部135b。分割环52b包括分割环支承侧构件的对置部的燃气轮机的径向的位置不同的结构。在本申请的一个实施方式中,分割环支承侧构件102b的对置部135b相对于分割环表面侧构件104b的背面172而倾斜。具体而言,对置部135b随着从燃烧气体流动方向的上游朝向下流,朝接近分割环表面侧构件104b的背面172的方向倾斜。

[0118] 分割环52b通过将流路阻力调整机构122b设为对置部135b随着从燃烧气体流动方向的上游朝向下流而接近分割环表面侧构件104b的背面172的形状,从而成为随着从燃烧气体流动方向的上游朝向下流而冷却流路变窄的结构。由此,流路阻力调整机构122b随着从燃烧气体流动方向的上游朝向下流,能够提高流路阻力,能够使上游侧的冷却空气的压力高于下游侧的冷却空气的压力。

[0119] 另外,在流路阻力调整机构122b中,虽然使对置部135b的倾斜变化,但只要是流路阻力成为不同的阻力的结构即可,可以使对置部135b的表面粗糙度变化,也可以设置突起。另外,流路阻力调整机构122b也可以在燃气轮机1的旋转轴方向上使流路阻力变化。即,流路阻力调整机构122b也可以形成为随着从燃气轮机1的旋转轴方向上的中心朝向端部而冷却流路120的高度变低的形状。另外,流路阻力调整机构122b也可以进一步设置分隔板。另外,流路阻力调整机构122b也可以将分隔板设为在燃气轮机1的旋转轴方向上宽度变化的形状。

[0120] 本说明书中公开的分割环52、52a、52b的流路阻力调整机构122、122a、122b分别可以单独地使用,还可以通过组合来实施。分割环52、52a、52b通过组合多个流路阻力调整机构122、122a、122b,从而容易做成随着从燃烧气体流动方向的上游朝向下流而能够提高流路阻力的结构,能够使上游侧的冷却空气的压力更加高于下游侧的冷却空气的压力。

[0121] 接着,使用图15对其他实施方式的分割环进行说明。图15是示出其他实施方式的燃气轮机的分割环的侧面的附近的局部放大图。图15所示的分割环52c除了一部分形状之外与分割环52是同样的。以下,重点对分割环52c的结构的不同点进行说明,相同的结构的部分标注相同的附图标记,并省略说明。

[0122] 分割环52c具有分割环支承侧构件102c和分割环表面侧构件104c。分割环表面侧构件104c除了不具备突出部154以外,是与分割环表面侧构件104同样的结构。分割环52c的分割环支承侧构件102c与密封机构114相接。

[0123] 分割环52c通过采用不具备突出部154的结构,即便密封性下降,但通过利用流路阻力调整机构122来调整压力,由此能够有效地利用密封空气。

[0124] 接着,使用图16对分割环制造方法进行说明。图16是示出分割环的制造方法的一例的流程图。在本实施方式中,作为制造分割环52的情况来说明。首先,利用陶瓷基复合材料来制造分割环表面侧构件104(步骤S12)。另外,分割环表面侧构件104能够通过对由陶瓷基复合材料制作的部件进行制造的方法来制造。接着,利用金属来制造分割环支承侧构件102(步骤S14)。分割环支承侧构件102能够通过进行铸造、切削、研磨等机械加工来制造。步骤S12和步骤S14可以按照相反的步骤来执行,还可以并行地执行。另外,分割环支承侧构件104和分割环表面侧构件102也可以同时制造多个。

[0125] 接着,向分割环支承侧构件嵌入分割环表面侧构件(步骤S16)。具体而言,在燃气轮机1的径向上,在分割环表面侧构件104的第二部分(突出部)164成为比分割环支承侧构件102的第二突起部(突出部)134靠径向外侧的位置处,将分割环表面侧构件104嵌入到分割环支承侧构件102,在分割环表面侧构件104与所述分割环支承侧构件102之间形成冷却流路120。分割环支承侧构件102和分割环表面侧构件104通过使分割环支承侧构件102和分割环表面侧构件104沿延伸方向(设置时沿着燃气轮机的旋转方向的方向)相对移动,从而能够向分割环支承侧构件102嵌入分割环表面侧构件104。

[0126] 接着,将分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104的单元即分割环在周向上连结(步骤S18)。通过将分割环连结多个而形成环形状,成为供燃烧气体通过的流路的外周面的一部分。另外,分割环52在与其他分割环52连结时,在相邻的分割环52之间配置密封板126。另外,分割环52也可以在使分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104嵌合之后设置于隔热环46,还可以在向隔热环46设置分割环支承侧构件102之后,使分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104嵌合。

[0127] 如以上那样,分割环52通过使分割环支承侧构件102与分割环表面侧构件104组合,并且,在分割环表面侧构件104的第二部分(突出部)164成为比分割环支承侧构件102的第二突起部(突出部)134靠径向外侧的位置处将分割环表面侧构件104嵌入到分割环支承侧构件102,从而能够通过组装而简单地进行制造。

[0128] 附图标记说明

- [0129] 1 燃气轮机;
- [0130] 5 压缩机;
- [0131] 6 燃烧器;
- [0132] 7 涡轮;
- [0133] 8 涡轮轴;
- [0134] 11 空气取入口;
- [0135] 12 压缩机壳体;
- [0136] 13 压缩机静叶;
- [0137] 14 压缩机动叶;
- [0138] 21 内筒;
- [0139] 22 尾筒;
- [0140] 23 外筒;
- [0141] 24 机室;
- [0142] 31 涡轮壳体;
- [0143] 32 涡轮静叶;
- [0144] 33 涡轮动叶;
- [0145] 41 叶环腔室;
- [0146] 45 叶环;
- [0147] 46 隔热环;
- [0148] 51 外护罩;
- [0149] 52 分割环;

- [0150] 53 叶形部；
- [0151] 80 腔室；
- [0152] 102 分割环支承侧构件；
- [0153] 104 分割环表面侧构件；
- [0154] 110 凹部；
- [0155] 112、114 密封机构；
- [0156] 116 密封槽；
- [0157] 120 冷却流路；
- [0158] 122 流路阻力调整机构；
- [0159] 124 分隔板；
- [0160] 126 密封板；
- [0161] 130 主体部；
- [0162] 132 第一突起部；
- [0163] 134 第二突起部；
- [0164] 135 对置部(对置面)；
- [0165] 136a、136b、136c 贯通孔；
- [0166] 138、139 密封槽；
- [0167] 150 表面部；
- [0168] 152 折回部；
- [0169] 154 突出部；
- [0170] 159 中心线；
- [0171] 162 第一部分；
- [0172] 164 第二部分；
- [0173] 170 表面；
- [0174] 172 背面；
- [0175] CA 冷却空气。

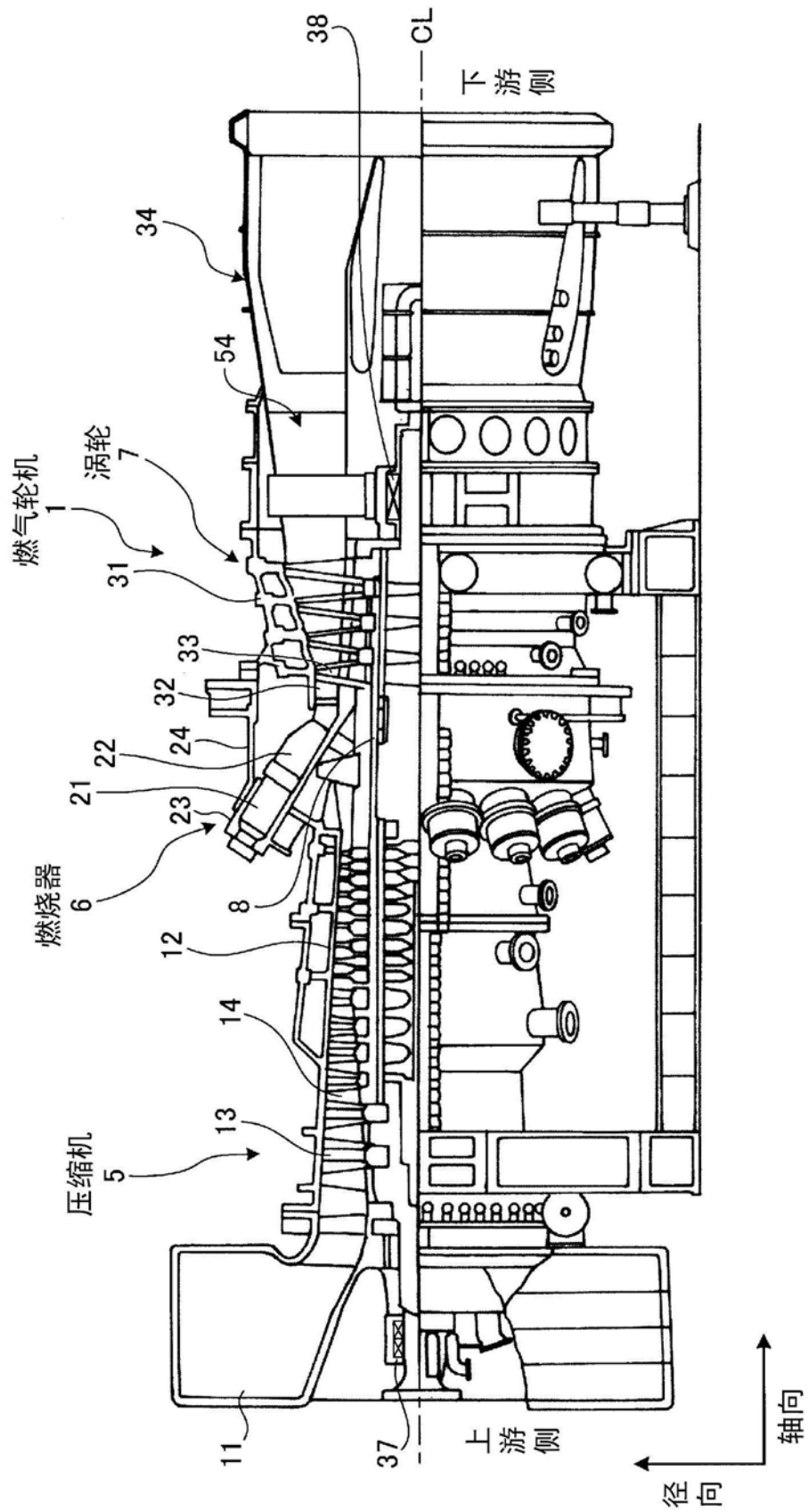


图1

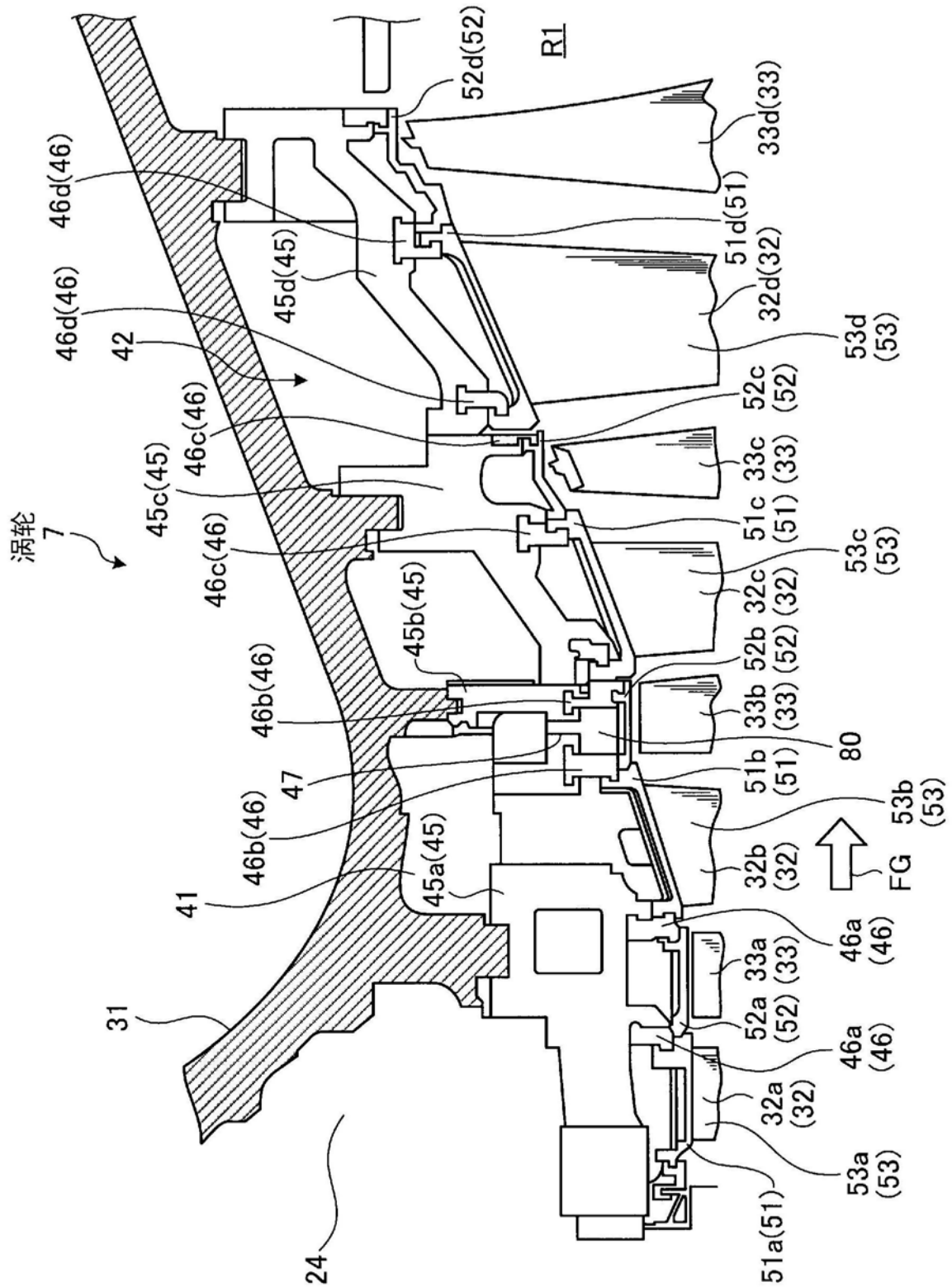


图2

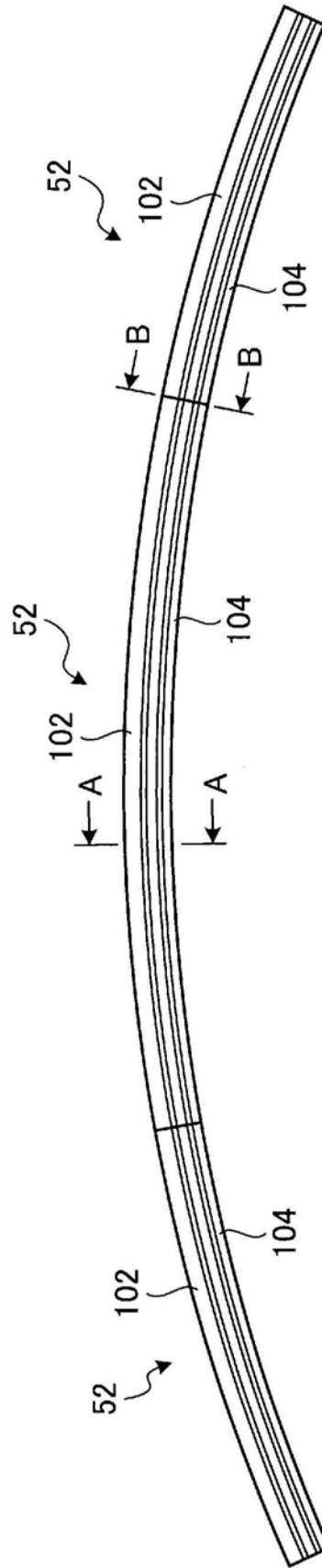


图3



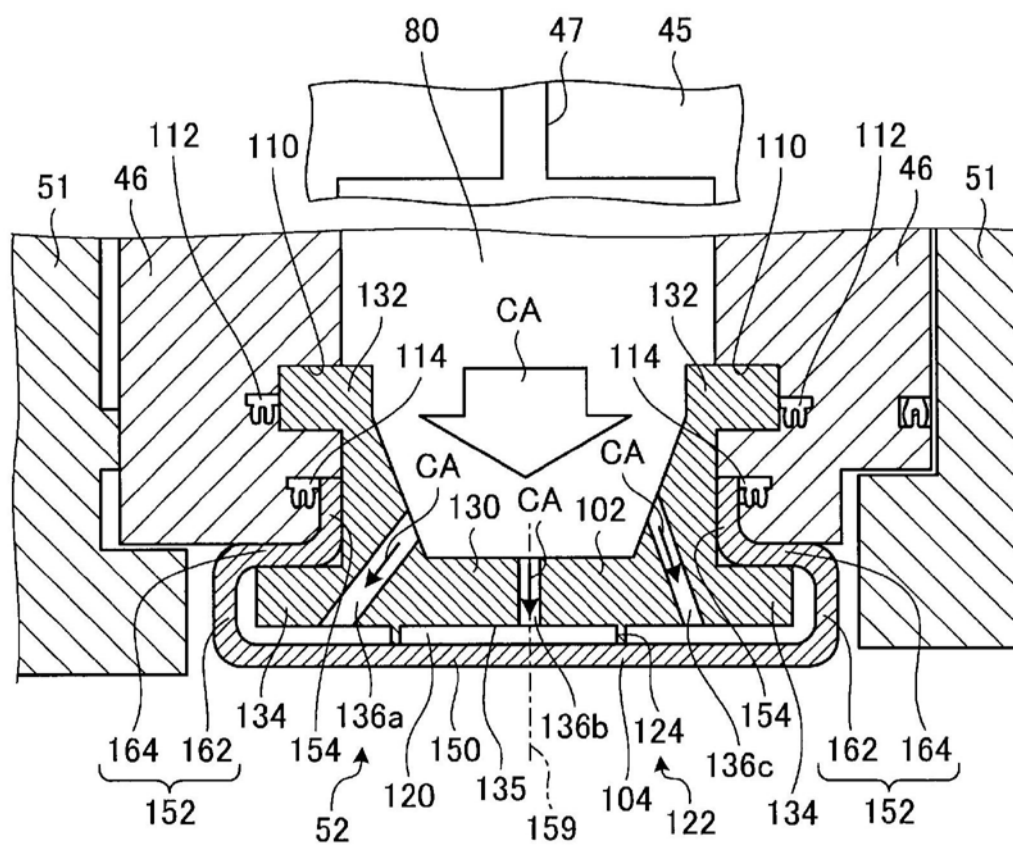


图4

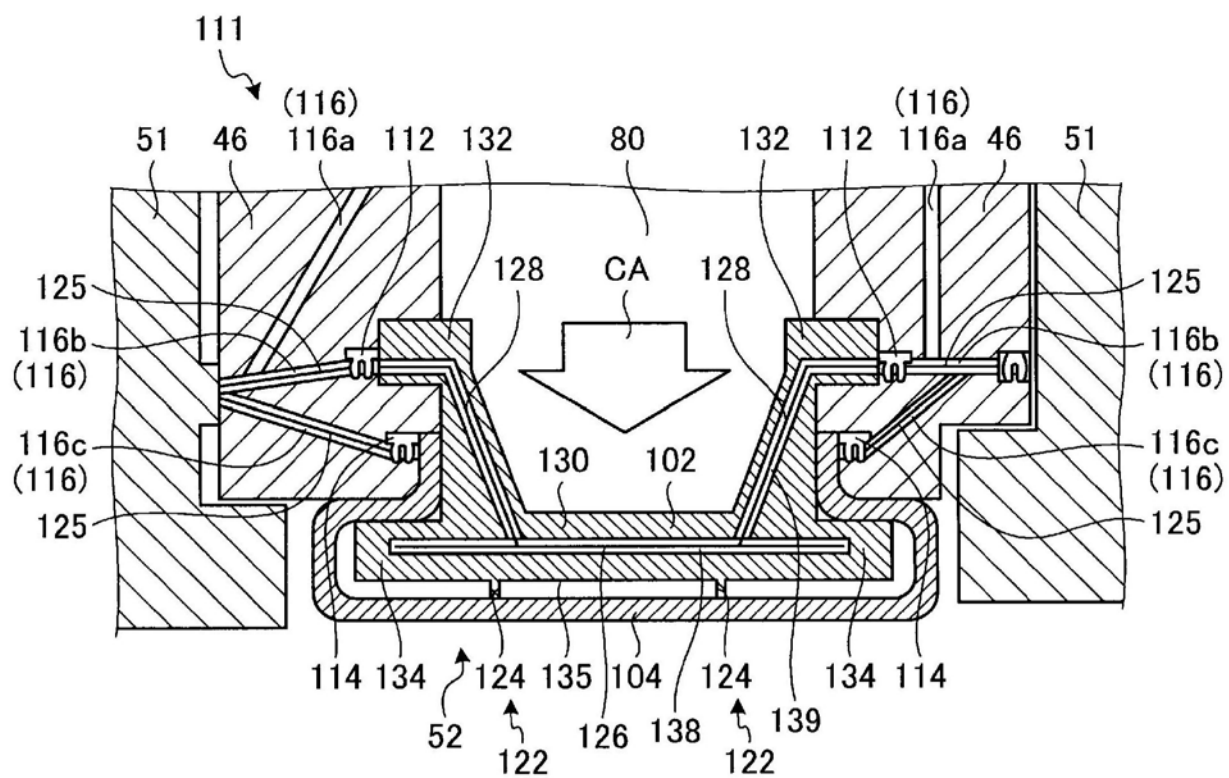


图5

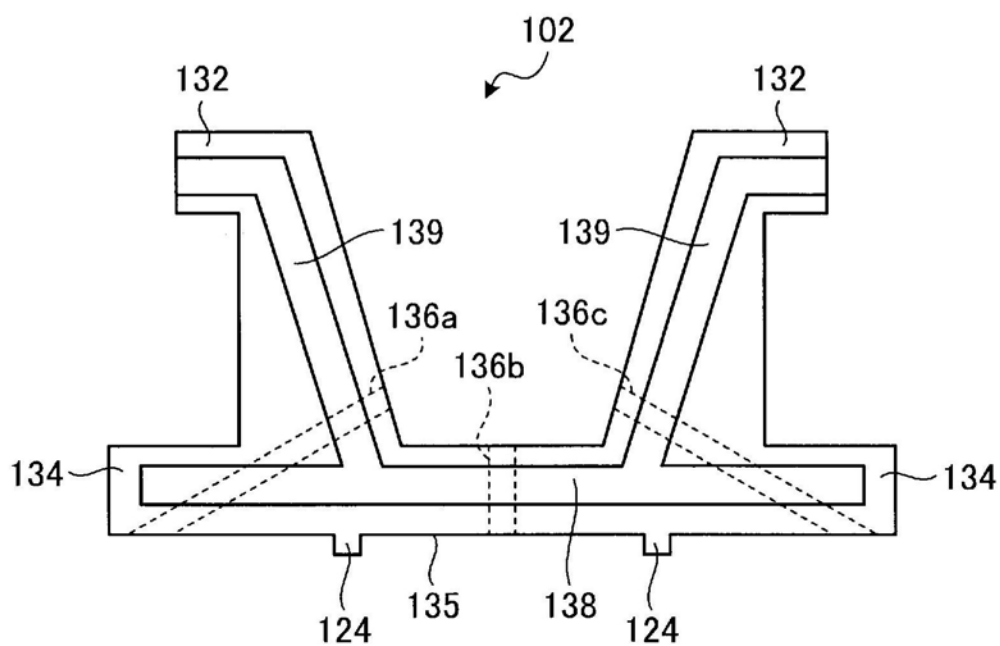


图6

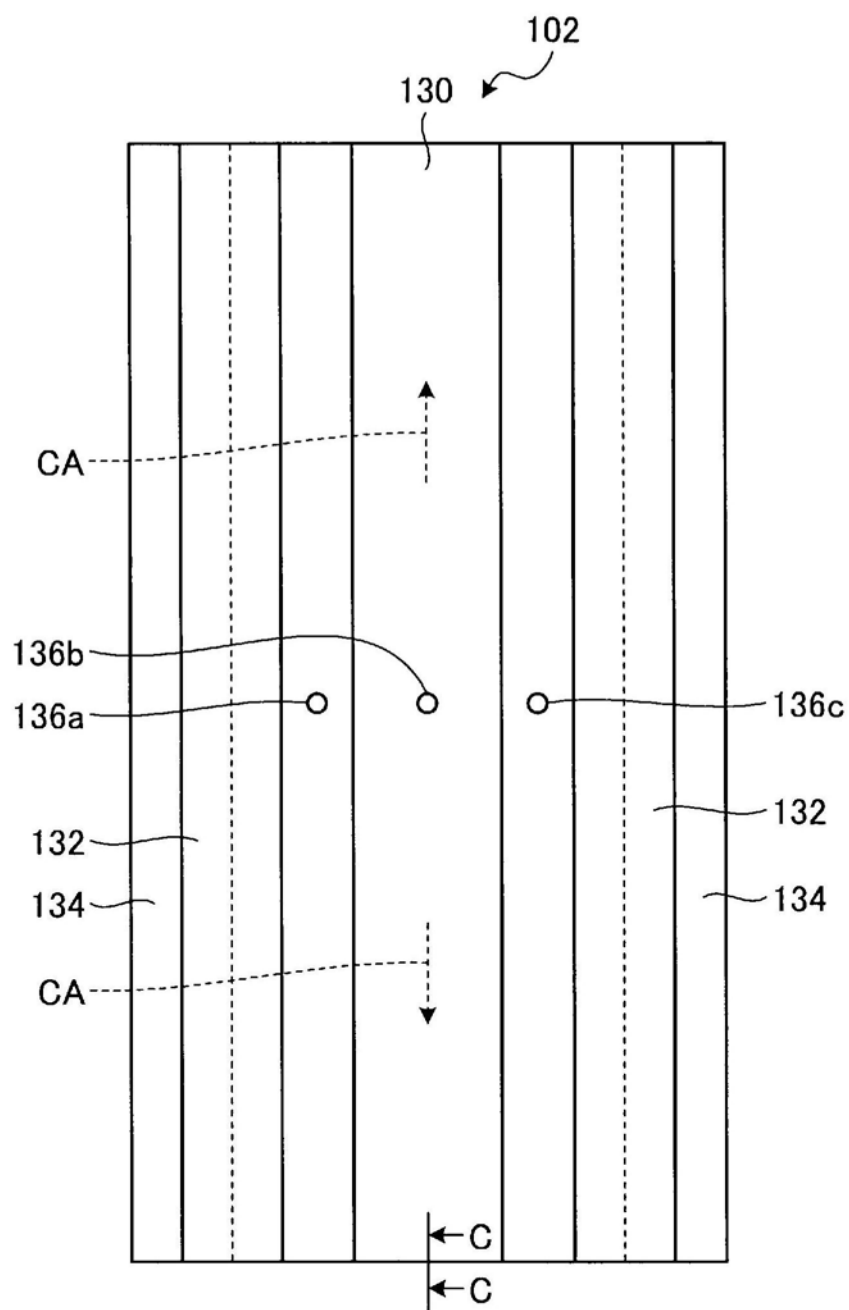


图7

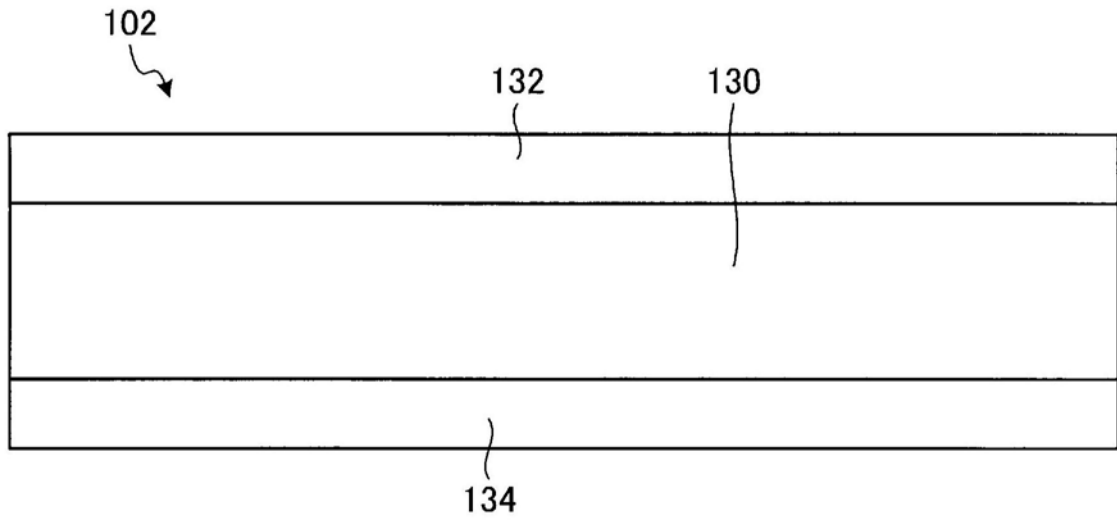


图8

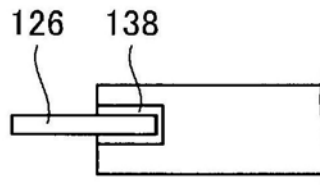


图9

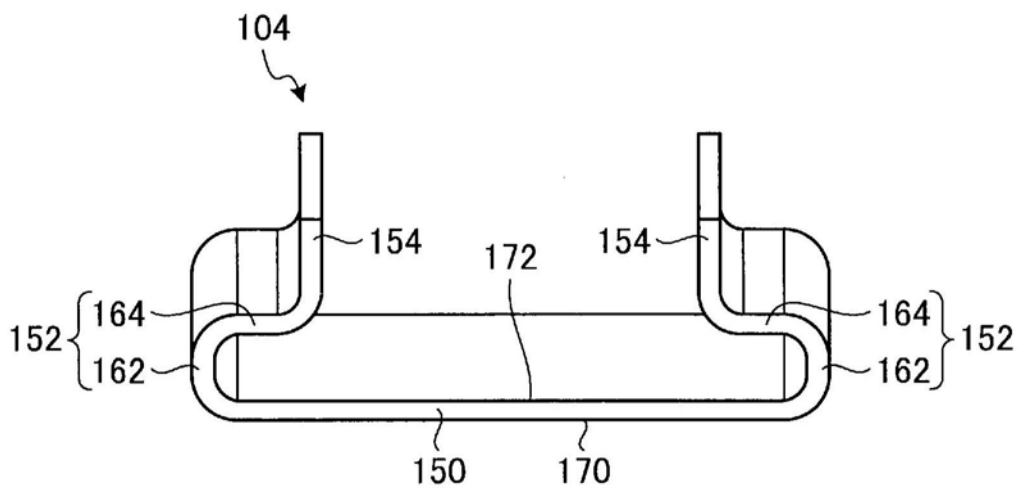


图10

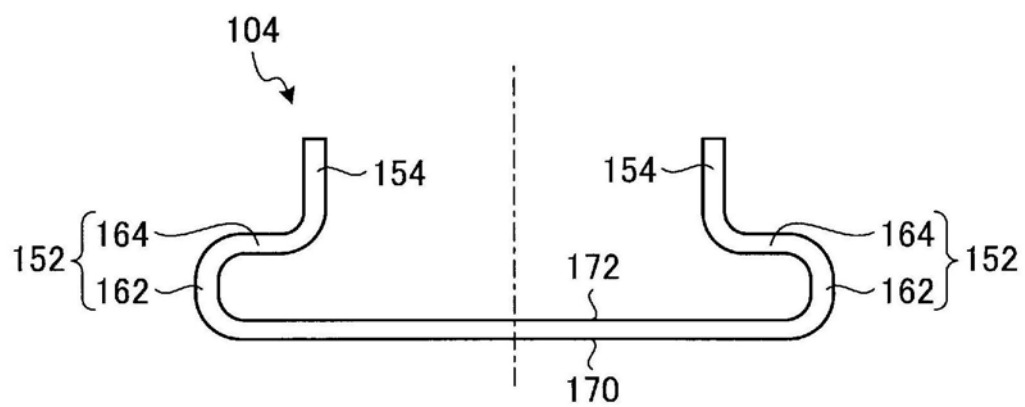


图11

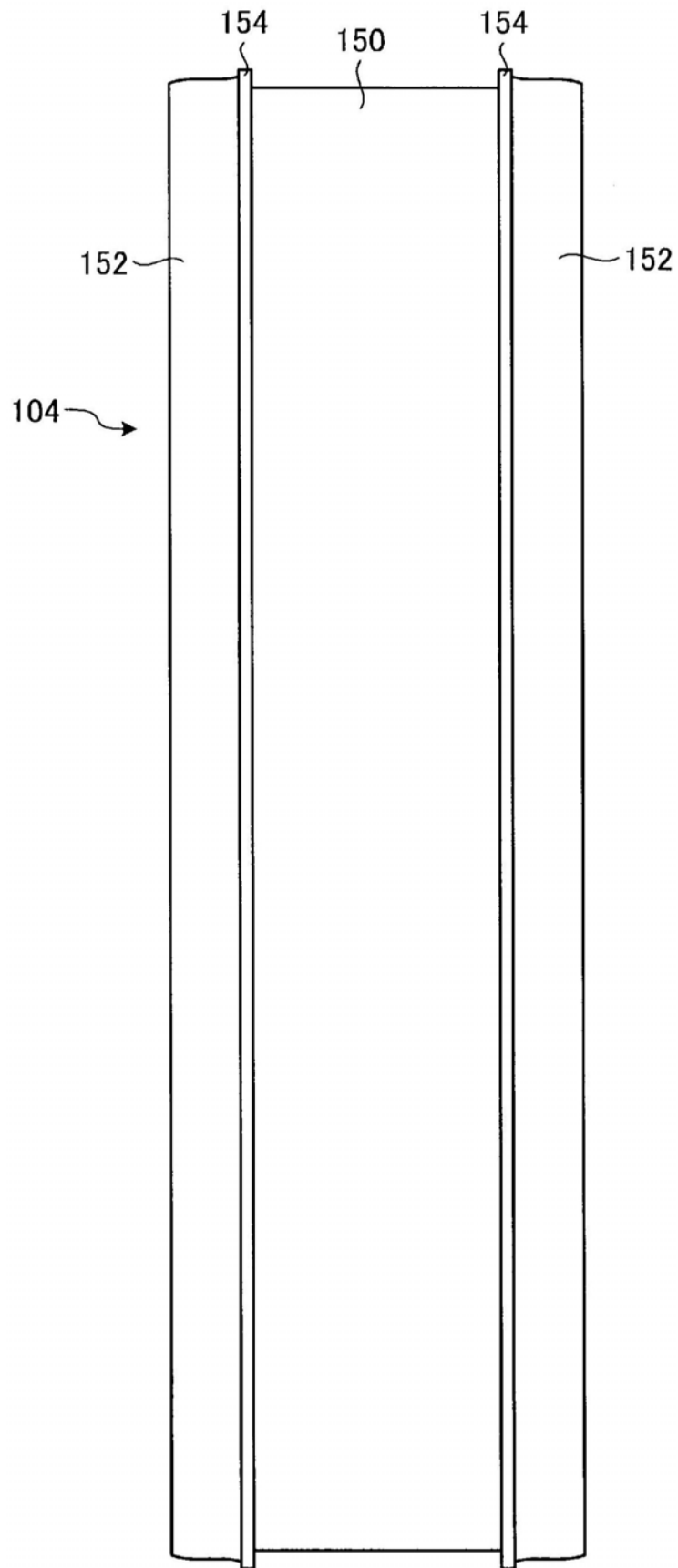


图12

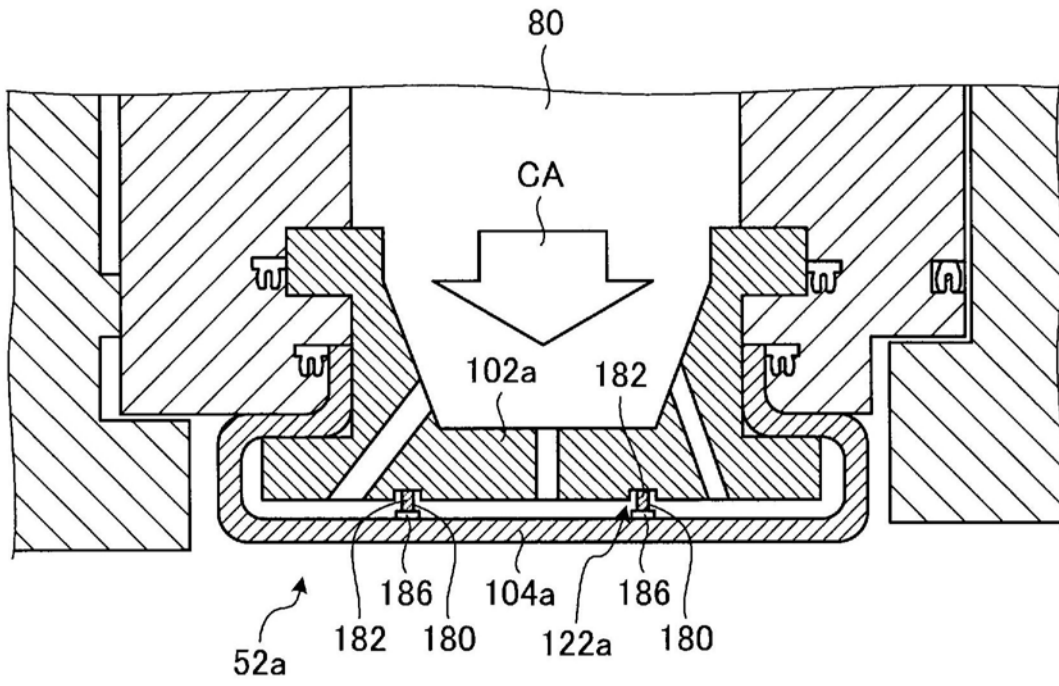


图13

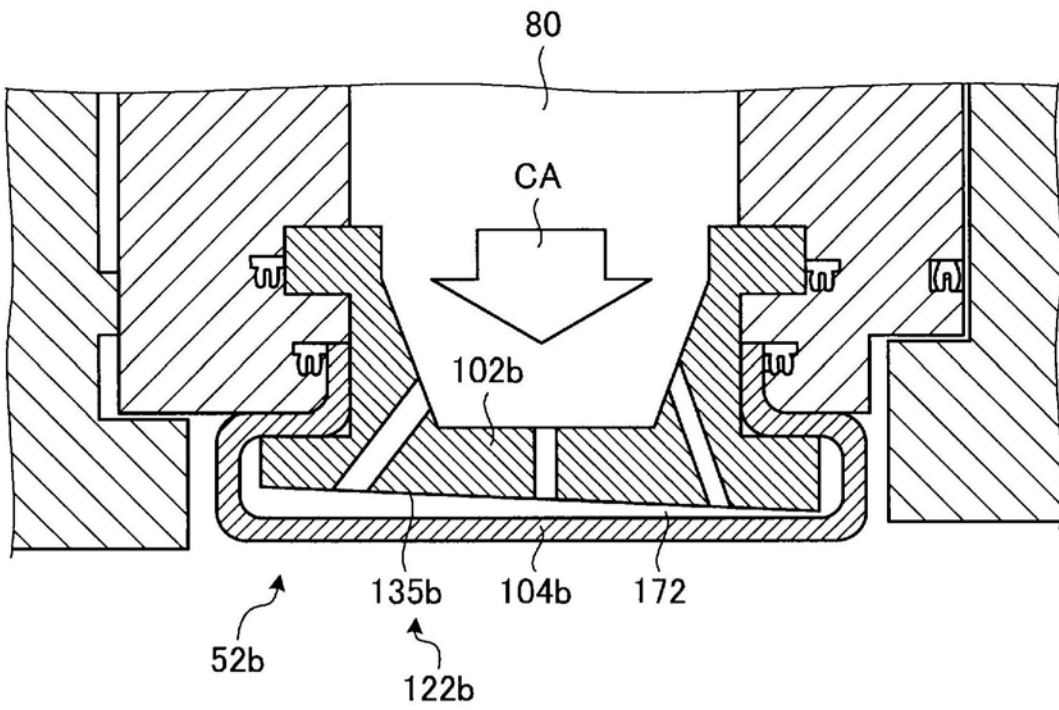


图14





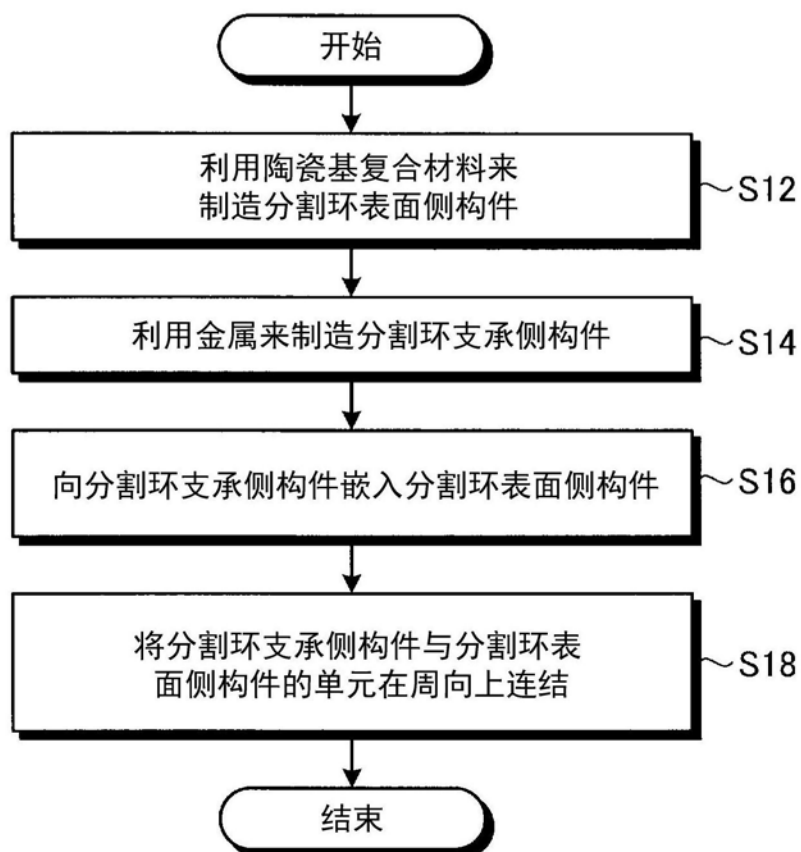


图16