



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109154392 B

(45)授权公告日 2020.10.02

(21)申请号 201780027273.7

(22)申请日 2017.04.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109154392 A

(43)申请公布日 2019.01.04

(30)优先权数据
2016-093904 2016.05.09 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.11.01

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/015738 2017.04.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02017/195550 JA 2017.11.16

(73)专利权人 三菱日立电力系统株式会社
地址 日本神奈川县

(72)发明人 吉田亚积 上原秀和 西本慎
巽直也 尾崎昂平

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 赵晶 高培培

(51)Int.Cl.
F16J 15/3292(2006.01)
F01D 11/00(2006.01)
F01D 25/00(2006.01)
F02C 7/28(2006.01)
F16J 15/22(2006.01)
F16J 15/44(2006.01)

(56)对比文件
CN 103184902 A, 2013.07.03
CN 104736906 A, 2015.06.24
CN 105317470 A, 2016.02.10
CN 104583650 A, 2015.04.29
US 5755445 A, 1998.05.26
CN 103842695 A, 2014.06.04

审查员 张瑜

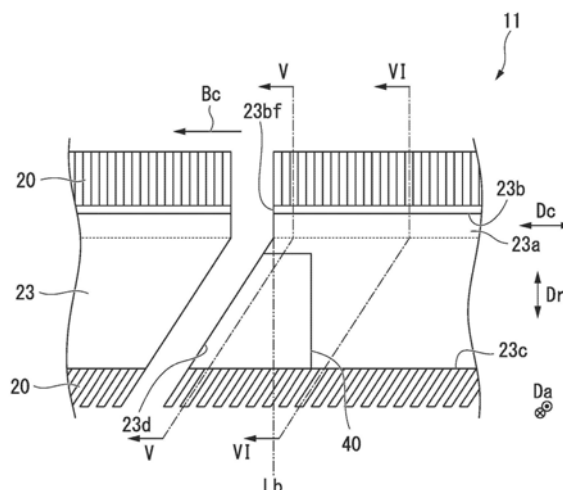
权利要求书1页 说明书12页 附图9页

(54)发明名称

密封段及旋转机械

(57)摘要

该密封段(11)具备具有层叠多个的薄板密封片(20)的密封体、及高压侧侧板(23),高压侧侧板(23)具有为径向(Dr)外侧的缘部且沿周向(Dc)呈圆弧状地延伸的外径侧缘部(23b)、为径向(Dr)内侧的缘部且沿周向(Dc)呈圆弧状地延伸的内径侧缘部(23c)、及作为旋转方向(Bc)前方侧的缘部的前侧缘部(23d),高压侧侧板(23)仅在高压侧侧板(23)的旋转方向(Bc)前方侧的区域还具备加强部(40)。



1. 一种密封段, 具备:

密封体, 具有随着朝向旋转轴的径向内侧而向该旋转轴的旋转方向前方侧延伸出并在所述旋转轴的周向一部分区域层叠有多个的薄板密封片; 及

高压侧侧板, 以从所述旋转轴的轴向高压侧覆盖该密封体的方式沿周向延伸,

所述高压侧侧板具有:

外径侧缘部, 是径向外侧的缘部, 沿周向呈圆弧状地延伸;

内径侧缘部, 是径向内侧的缘部, 沿周向呈圆弧状地延伸; 及

前侧缘部, 是所述旋转方向前方侧的缘部, 随着从所述外径侧缘部侧朝向径向内侧而向所述旋转方向前方侧延伸并连接于所述内径侧缘部,

所述高压侧侧板仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域还具备加强部,

将从所述外径侧缘部的所述旋转方向前方侧的端部沿径向而朝向所述内径侧缘部的线段定义为边界线时,

所述加强部从所述前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置。

2. 根据权利要求1所述的密封段, 其中,

所述加强部仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域具备从所述前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置的厚板部。

3. 根据权利要求2所述的密封段, 其中,

所述加强部仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域具备从所述前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置的肋结构。

4. 一种密封段, 具备:

密封体, 具有随着朝向旋转轴的径向内侧而向该旋转轴的旋转方向前方侧延伸出并在所述旋转轴的周向一部分区域层叠有多个的薄板密封片; 及

高压侧侧板, 以从所述旋转轴的轴向高压侧覆盖该密封体的方式沿周向延伸,

所述高压侧侧板具有:

外径侧缘部, 是径向外侧的缘部, 沿周向呈圆弧状地延伸;

内径侧缘部, 是径向内侧的缘部, 沿周向呈圆弧状地延伸; 及

前侧缘部, 是所述旋转方向前方侧的缘部, 随着从所述外径侧缘部朝向径向内侧而向所述旋转方向前方侧延伸并连接于所述内径侧缘部,

所述高压侧侧板仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域还具备弯曲板部,

将从所述外径侧缘部的所述旋转方向前方侧的端部沿径向而朝向所述内径侧缘部的线段定义为边界线时,

所述弯曲板部从所述前侧缘部至所述边界线相互重叠地弯曲。

5. 根据权利要求4所述的密封段, 其中,

所述弯曲板部在所述前侧缘部折弯。

6. 一种旋转机械, 具备权利要求1~5中任一项所述的密封段。

密封段及旋转机械

技术领域

[0001] 本发明涉及密封段及旋转机械。

[0002] 本申请基于在2016年5月9日向日本提出申请的特愿2016-093904号而主张优先权,并将其内容援引于此。

背景技术

[0003] 在燃气轮机、蒸汽涡轮等旋转机械的转子的周围,为了减少从高压侧向低压侧流动的工作流体的泄漏量而设有轴密封装置。作为该轴密封装置的一例,已知有例如以下的专利文献1记载的轴密封装置。

[0004] 该轴密封装置具备由设置于定子的壳体和多个薄板密封片构成的密封体、沿转子的周向被分割成多个并沿着密封体的高压侧、低压侧分别设置的高压侧侧板、低压侧侧板。并且,通过上述低压侧侧板和高压侧侧板限制工作流体向薄板密封片的微小间隙的流动。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2013/062040号

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 然而,在旋转机械中有时沿旋转方向产生回旋流。如果在这样的回旋流的速度快的部位适用上述的轴密封装置,则由于流体高压区域侧的回旋流及高压侧侧板或低压侧侧板的分割部分附近的不均匀的流动而在高压侧侧板产生压力变动。其结果是,有时在高压侧侧板产生颤振。

[0010] 相对于此,专利文献1记载的轴密封装置在高压侧侧板设置刚性赋予单元,抑制颤振。然而,当在高压侧侧板设置刚性赋予单元时,该高压侧侧板的向密封体的侧面的接触受到妨碍,因此专利文献1记载的轴密封装置可能会对密封特性造成影响。

[0011] 本发明提供一种难以对密封特性造成影响并能够抑制颤振的密封段及旋转机械。

[0012] 用于解决课题的方案

[0013] 第一形态的密封段具备:密封体,具有随着朝向旋转轴的径向内侧而向该旋转轴的旋转方向前方侧延伸出并在所述旋转轴的周向一部分区域层叠有多个的薄板密封片;及高压侧侧板,以从所述旋转轴的轴向高压侧覆盖该密封体的方式沿周向延伸。

[0014] 所述高压侧侧板具有:外径侧缘部,是径向外侧的缘部,沿周向呈圆弧状地延伸;内径侧缘部,是径向内侧的缘部,沿周向呈圆弧状地延伸;及前侧缘部,是所述旋转方向前方侧的缘部,随着从所述外径侧缘部侧朝向径向内侧而向所述旋转方向前方侧延伸并连接于所述内径侧缘部。

[0015] 所述高压侧侧板仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域还具备加强部。

[0016] 在本形态中,高压侧侧板中的仅仅是容易产生颤振的高压侧侧板的旋转方向前方侧的区域被加强刚性,因此密封段能够维持基于薄板密封片的密封性能。

[0017] 因此,密封段难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

[0018] 第二形态的密封段以第一形态的密封段为基础,其中,将从所述外径侧缘部的所述旋转方向前方侧的端部沿径向而朝向所述内径侧缘部的线段定义为边界线时,所述加强部从所述前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置。

[0019] 在本形态中,通过加强部,将高压侧侧板中的至少容易产生颤振的从边界线至旋转方向前方侧的部分加强。

[0020] 第三形态的密封段以第二形态的密封段为基础,其中,所述加强部仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域具备从所述前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置的厚板部。

[0021] 在本形态中,通过厚板部的厚度、面积而能够调整刚性,因此能够简单地调整加强部的刚性。

[0022] 第四形态的密封段以第二或第三形态的密封段为基础,其中,所述加强部仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域具备从前侧缘部侧向旋转方向后方侧延伸而跨越所述边界线地设置的肋结构。

[0023] 在本形态中,即使在高压侧侧板的加工后,也能够增大加强部的刚性。

[0024] 第五形态的密封段具备:密封体,具有随着朝向旋转轴的径向内侧而向该旋转轴的旋转方向前方侧延伸出并在所述旋转轴的周向一部分区域层叠有多个的薄板密封片;及高压侧侧板,以从所述旋转轴的轴向高压侧覆盖该密封体的方式沿周向延伸。

[0025] 所述高压侧侧板具有:外径侧缘部,是径向外侧的缘部,沿周向呈圆弧状地延伸;内径侧缘部,是径向内侧的缘部,沿周向呈圆弧状地延伸;及前侧缘部,是所述旋转方向前方侧的缘部,随着从所述外径侧缘部朝向径向内侧而向所述旋转方向前方侧延伸并连接于所述内径侧缘部。

[0026] 所述高压侧侧板仅在所述高压侧侧板的所述旋转方向前方侧的区域还具备弯曲板部。

[0027] 在本形态中,通过高压侧侧板的弯曲板部的加强及恢复力,密封段能够维持基于薄板密封片的密封性能。因此,密封段难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

[0028] 第六形态的密封段以第五形态的密封段为基础,其中,将从所述外径侧缘部的所述旋转方向前方侧的端部沿径向而朝向所述内径侧缘部的线段定义为边界线时,所述弯曲板部从所述前侧缘部至所述边界线相互重叠地弯曲。

[0029] 在本形态中,通过弯曲板部,将高压侧侧板中的至少容易产生颤振的从边界线至旋转方向前方侧的部分加强。

[0030] 第七形态的密封段以第五或第六形态的密封段为基础,其中,所述弯曲板部在所述前侧缘部折弯。

[0031] 在本形态中,密封段能够将弯曲板部构成得较薄,另一方面,能够维持基于薄板密封片的密封性能。因此,密封段难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

[0032] 第八形态的旋转机械具备第一~第七项中任一形态的密封段。

[0033] 在本形态中,能维持旋转机械的密封段中的薄板密封片的密封性能。因此,密封段

难以对密封特性造成影响,能抑制颤振。

[0034] 发明效果

[0035] 上述的密封段及旋转机械难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

附图说明

[0036] 图1是本发明的第一实施方式的燃气轮机(旋转机械)的概略整体结构图。

[0037] 图2是本发明的第一实施方式的轴密封装置的概略结构图。

[0038] 图3是本发明的第一实施方式的密封段及壳体的周向的剖视图。

[0039] 图4是本发明的第一实施方式的密封段的从轴向观察到的主要部分侧视图。

[0040] 图5是图4的V-V线剖视图。

[0041] 图6是图4的VI-VI线剖视图。

[0042] 图7是本发明的第二实施方式的密封段的从轴向观察到的主要部分侧视图。

[0043] 图8是本发明的第三实施方式的密封段的从轴向观察到的主要部分侧视图。

[0044] 图9是本发明的第四实施方式的密封段的从轴向观察到的主要部分侧视图。

[0045] 图10是本发明的第四实施方式的密封段及壳体的周向的剖视图。

具体实施方式

[0046] 以下,关于本发明的各种实施方式,参照附图进行说明。

[0047] “第一实施方式”

[0048] 以下,详细说明本发明的第一实施方式。需要说明的是,在本实施方式中,示出将轴密封装置10适用于燃气轮机(旋转机械)1的例子。

[0049] 图1所示的燃气轮机1具有将大量的空气向内部取入而进行压缩的压缩机2、将燃料与由压缩机2压缩后的空气混合而使其燃烧的燃烧器3。燃气轮机1还具有转动的涡轮4、将该涡轮4的转动的动力的一部分向压缩机2传递而使压缩机2转动的转子5(旋转轴)。

[0050] 涡轮4将由燃烧器3产生的燃烧气体向其内部导入并将燃烧气体的热能转换成旋转能量进行转动。

[0051] 需要说明的是,在以下的说明中,将转子5的轴线Ax延伸的方向设为“轴向Da”,将转子5的周向设为“周向Dc”,将转子5的径向设为“径向Dr”,将转子5的旋转方向设为“旋转方向Bc”。

[0052] 在上述那样的结构的燃气轮机1中,涡轮4通过向设置于转子5的动叶片7喷吹燃烧气体而将燃烧气体的热能转换成机械性的旋转能量来产生动力。在涡轮4,除了转子5侧的多个动叶片7之外,在涡轮4的壳体8侧设有多个静叶片6,并且上述动叶片7与静叶片6沿轴向Da交替排列。

[0053] 动叶片7承受沿轴向Da流动的燃烧气体的压力而使转子5绕轴线旋转,将向转子5施加的旋转能量从轴端取出而利用。在静叶片6与转子5之间设有轴密封装置10作为用于减少从高压侧向低压侧泄漏的燃烧气体的泄漏量的轴密封件。

[0054] 压缩机2利用转子5而与涡轮4同轴地连接,利用涡轮4的旋转对外部气体进行压缩而将压缩空气向燃烧器3供给。与涡轮4同样,在压缩机2中,也在转子5设有多个动叶片7,在压缩机2的壳体9侧设有多个静叶片6,动叶片7与静叶片6沿轴向Da交替排列。此外,在静叶

片6与转子5之间也设有用于减少从高压侧向低压侧泄漏的压缩空气的泄漏量的轴密封装置10。

[0055] 此外,在压缩机2的壳体9对转子5进行支承的轴承部9a及涡轮4的壳体8对转子5进行支承的轴承部8a也设有防止压缩空气或燃烧气体从高压侧向低压侧的泄漏的轴密封装置10。

[0056] 在此,本实施方式的轴密封装置10没有限定为向燃气轮机1的适用。例如,轴密封装置10能够在蒸汽涡轮、压缩机、水车、制冷机、泵等大型流体机械那样通过轴的旋转和流体的流动而将能量转换成做功的全部旋转机械中广泛地采用。这种情况下,轴密封装置10也可以为了抑制轴向Da的流体的流动而广泛地使用。

[0057] 接下来,关于在如上所述构成的燃气轮机1设置的轴密封装置10的结构,参照附图进行说明。图2是从轴向Da观察到的图。如图2所示,该轴密封装置10将呈圆弧状地延伸的多个(在本实施方式中为8个)密封段11沿周向Dc呈环状地配置。在这样配置的相邻的密封段11的周向端部12、12之间形成有间隙t。

[0058] 关于各密封段11的结构,参照图3进行说明。图3所示的密封段11的截面的切断位置对应于图2的密封段11所示的III-III线的位置。

[0059] 各密封段11插入于壳体(相当于静叶片6、动叶片7及轴承部8a、9a)30,为了防止转子5与壳体30之间的环状空间内的工作流体的泄漏而设置。

[0060] 密封段11具备密封体13、保持器21、22、高压侧侧板23、低压侧侧板24。

[0061] 密封体13具备沿周向Dc相互空出微小间隔地多重排列的、作为金属制的构件的多个薄板密封片20。该多个薄板密封片20在转子5的周向Dc的一部分区域中,沿周向Dc(旋转方向Bc)层叠,从轴向Da观察时整体具有圆弧带形状。

[0062] 保持器21、22在薄板密封片20的外周侧基端27从两侧夹持薄板密封片20。保持器21、22的周向Dc的截面形成为大致C字型。而且,保持器21、22的轴向Da的截面形成为圆弧带形状。

[0063] 高压侧侧板23由薄板密封片20的与高压侧区域相对的高压侧的缘端和保持器21夹持。由此,高压侧侧板23以从轴向Da的高压侧覆盖多个薄板密封片20的高压侧侧面的方式沿径向Dr及周向Dc延伸。

[0064] 低压侧侧板24由薄板密封片20的与低压侧区域相对的低压侧的缘端和保持器22夹持。由此,低压侧侧板24以从轴向Da的低压侧覆盖多个薄板密封片20的低压侧侧面的方式沿径向Dr及周向Dc延伸。

[0065] 在如上所述构成的密封体13中,薄板密封片20通过内周侧的宽度(轴向Da的宽度)比外周侧基端27的宽度(轴向Da的宽度)减小的大致T字型的薄钢板构成。在其两方的侧缘,在其宽度小的位置形成有切口部20a、20b。

[0066] 相邻的多个薄板密封片20在外周侧基端27处通过例如焊接而相互固定连结。

[0067] 薄板密封片20在周向Dc上具有基于板厚的规定的刚性。此外,以使朝向旋转方向Bc而形成于薄板密封片20与转子5的周面之间的角成为锐角的方式,将薄板密封片20固定于保持器21、22。

[0068] 因此,薄板密封片20随着朝向径向Dr内侧而向旋转方向Bc前方侧延伸出。

[0069] 在这样构成的密封段11中,在转子5静止时,各薄板密封片20的前端与转子5接触。

当转子5旋转时,在由于该转子5的旋转而产生的动压效果下,薄板密封片20的前端从转子5的外周上浮而与转子5成为非接触状态。因此,在该密封段11中,能抑制各薄板密封片20的磨损,密封寿命变长。

[0070] 高压侧侧板23在外周侧具有嵌入阶梯部23a。嵌入阶梯部23a的轴向Da的宽度比内周侧的高压侧侧板23的轴向Da的宽度大。

[0071] 低压侧侧板24在外周侧具有嵌入阶梯部24a。嵌入阶梯部24a的轴向Da的宽度比内周侧的低压侧侧板24的轴向Da的宽度大。

[0072] 嵌入阶梯部23a、24a分别嵌入于薄板密封片20的切口部20a、20b。

[0073] 此外,保持器21在与多个薄板密封片20的外周侧基端27的一方的侧缘(高压侧的侧缘)面对的面具有凹槽21a。保持器22在与多个薄板密封片20的外周侧基端27的另一方的侧缘(低压侧的侧缘)面对的面具有凹槽22a。在切口部20a、20b分别嵌入有高压侧侧板23的嵌入阶梯部23a、低压侧侧板24的嵌入阶梯部24a。对于嵌入有嵌入阶梯部23a及嵌入阶梯部24a的多个薄板密封片20,其外周侧的一方的侧缘(高压侧的侧缘)嵌入于保持器21的凹槽21a。此外,其外周侧的另一方的侧缘(低压侧的侧缘)嵌入于保持器22的凹槽22a。通过这样的结构,将各薄板密封片20固定于保持器21、22。

[0074] 在壳体30的内周壁面形成有环状的凹槽31。环状的凹槽31设为如下形状:以在转子5的轴向上外周侧的宽度比内周侧的宽度增大的方式,在与薄板密封片20的一方的侧缘(高压侧的侧缘)及另一方的侧缘(低压侧的侧缘)相对的侧面设有阶梯。保持器21、22的朝向内周侧的面与该阶梯的朝向外周侧的面抵接,向壳体30的凹槽31内嵌入薄板密封片20、保持器21、22、高压侧侧板23及低压侧侧板24。薄板密封片20的内周侧端部26比高压侧侧板23向转子5侧突出。另一方面,薄板密封片20的内周侧端部26比低压侧侧板24向转子5侧突出,但是其突出量设定得比高压侧大。即,薄板密封片20在低压侧比高压侧相对于工作流体G更大地露出。换言之,高压侧侧板23将薄板密封片20的侧面中的更大的范围从工作流体G遮蔽。

[0075] 高压侧侧板23利用工作流体G的流动产生的压力而紧贴于薄板密封片20的侧面20c,由此防止工作流体G向多个薄板密封片20间的间隙较大地流入的情况。由此,高压侧侧板23在多个薄板密封片20间的间隙部分,制造出从内周侧端部26朝向外周侧基端27的向上流动,通过流体力使薄板密封片20的内周侧端部26上浮,进行非接触化。

[0076] 另外,低压侧侧板24被高压侧侧板23和薄板密封片20按压而紧贴于壳体30的内周壁面的低压侧壁面32。低压侧侧板24与高压侧侧板23相比内径大,因此多个薄板密封片20间的间隙的流动成为容易上浮的流动状况。

[0077] 参照图4~图6,说明本实施方式的密封段11的高压侧侧板23的详细结构。

[0078] 图4为了便于说明,仅示出各密封段11中的多个薄板密封片20及高压侧侧板23。

[0079] 另一方面,图5及图6示出各密封段11的多个薄板密封片20、保持器21、22、高压侧侧板23及低压侧侧板24。

[0080] 如图4所示,高压侧侧板23如上所述以覆盖多个薄板密封片20的高压侧侧面的方式沿径向Dr及周向Dc延伸。此外,高压侧侧板23具有:为径向Dr外侧的缘部且沿周向Dc呈圆弧状地延伸的外径侧缘部23b;及为径向Dr内侧的缘部且沿周向Dc呈圆弧状地延伸的内径侧缘部23c。

[0081] 另外,高压侧侧板23具有为旋转方向Bc前方侧的缘部且随着从外径侧缘部23b朝向径向Dr内侧而向旋转方向Bc前方侧延伸并与内径侧缘部23c连接的前侧缘部23d。

[0082] 虽然在图4中未示出,但是低压侧侧板24也如上所述以覆盖多个薄板密封片20的高压侧侧面的方式沿径向Dr及周向Dc延伸。此外,低压侧侧板24也具有:为径向Dr外侧的缘部且沿周向Dc呈圆弧状地延伸的外径侧缘部;及为径向Dr内侧的缘部且沿周向Dc呈圆弧状地延伸的内径侧缘部。

[0083] 另外,低压侧侧板24也具有为旋转方向Bc前方侧的缘部且随着从外径侧缘部朝向径向Dr内侧而向旋转方向Bc前方侧延伸并与内径侧缘部连接的前侧缘部。

[0084] 高压侧侧板23还具备厚板部40作为加强部。厚板部40仅在高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的区域,从前侧缘部23d侧向旋转方向Bc后方侧延伸而跨越边界线Lb地设置。需要说明的是,本实施方式的边界线Lb被定义为从外径侧缘部23b的旋转方向Bc前方侧的端部23bf沿径向Dr朝向内径侧缘部23c的线段。

[0085] 在本实施方式中,如图4及图5所示,厚板部40在径向Dr上,从比嵌入阶梯部23a靠径向Dr内侧处遍及内径侧缘部23c地设置。

[0086] 厚板部40与旋转方向Bc后方侧的板厚相比板厚增大,从前侧缘部23d侧向旋转方向Bc后方侧延伸而跨越边界线Lb地设置。

[0087] 由此,高压侧侧板23仅在高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的区域具备厚板部40。

[0088] 另一方面,如图4及图6所示,高压侧侧板23在比厚板部40靠后方侧的区域中,板厚比厚板部40小。由此,高压侧侧板23在比厚板部40靠后方侧的区域中由小的板厚构成,容易紧贴于薄板密封片20的侧面20c。

[0089] 如图5及图6所示,厚板部40的板厚 t_2 比厚板部40周边的板厚 t_1 大。

[0090] 说明设有厚板部40的高压侧侧板23的作用、效果。

[0091] 如上所述,高压侧侧板23由多个薄板密封片20和保持器21保持。

[0092] 高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的部分难以紧贴于多个薄板密封片20的侧面20c。此外,高压侧侧板23中的从边界线Lb至旋转方向Bc前方侧的部分不具有嵌入阶梯部23a,因此未由保持器21或多个薄板密封片20保持。

[0093] 因此,以使高压侧侧板23整体容易紧贴于薄板密封片20的侧面20c的方式由板厚小的板构成时,高压侧侧板23中的从边界线Lb至旋转方向Bc前方侧的部分容易发生颤振。

[0094] 在本实施方式中,仅在高压侧侧板23中的、高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的区域,从前侧缘部23d侧向旋转方向Bc后方侧延伸而跨越边界线Lb地设置板厚大的厚板部40。由此,仅对于高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的区域以使刚性增大的方式进行加强。

[0095] 另一方面,高压侧侧板23的比被加强的区域靠旋转方向Bc的后方侧的区域为了容易紧贴于多个薄板密封片20的侧面20c而由板厚小的板构成,因此能确保高压侧侧板23的紧贴性能。

[0096] 因此,能够维持基于薄板密封片20的密封性能,因此密封段11难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

[0097] 在本实施方式中,利用厚板部的刚性进行加强,因此通过厚板部的厚度、面积能够调整刚性。因此,能够简单地调整加强部的刚性。

[0098] 在本实施方式中,设置厚板部40的高压侧侧板23的旋转方向Bc前方侧的区域的周向Dc长度设为从内径侧缘部23c与前侧缘部23d连接的点至边界线Lb的距离的3倍以下。例如,也可以设为2倍左右。但是,如果能够维持基于薄板密封片20的密封性能并抑制颤振,则并不局限于3倍以下。

[0099] 本实施方式的厚板部40包含前侧缘部23d,从前侧缘部23d向旋转方向Bc后方侧延伸,但是作为变形例,也可以设为不包含前侧缘部23d的结构。即,厚板部也可以从比前侧缘部23d靠旋转方向Bc后方侧且比边界线Lb靠旋转方向Bc前方侧处起跨越边界线Lb地设置。

[0100] 在本实施方式中,在径向Dr上,从比嵌入阶梯部23a靠径向Dr内侧处遍及内径侧缘部23c作为厚板部40。

[0101] 作为变形例,在径向Dr上,也可以遍及除了嵌入阶梯部23a之外的整体地设置厚板部40。

[0102] 作为另一变形例,在径向Dr上,也可以遍及包含嵌入阶梯部23a的整体地设置厚板部40。

[0103] 本实施方式的厚板部40从旋转方向Bc后方侧朝向前方侧而板厚成为恒定。

[0104] 作为变形例,也可以设置经由板厚从旋转方向Bc后方侧朝向前方侧逐渐增大的渐增部而板厚恒定的厚板部40。

[0105] 作为另一变形例,也可以从旋转方向Bc后方侧朝向前方侧而厚板部40自身的板厚不恒定而逐渐增大地形成。

[0106] “第二实施方式”

[0107] 以下,关于本发明的第二实施方式,参照图7进行说明。

[0108] 本实施方式的密封段与第一实施方式基本相同,但是高压侧侧板的加强部的结构不同。

[0109] 参照图7,说明本实施方式的密封段111的高压侧侧板123的详细结构。

[0110] 图7为了便于说明,仅示出各密封段111中的多个薄板密封片20及高压侧侧板123。

[0111] 高压侧侧板123具备肋结构140作为加强部。肋结构140具有1根棒形状,通过焊接、钎焊等而能够粘贴于高压侧侧板123主表面。如果是基于焊接、钎焊等的粘贴,则即使在高压侧侧板123自身的形成时也可以设置肋结构140。如果在高压侧侧板123自身的形成时也可以设置肋结构140,则在高压侧侧板123主表面也可以一体形成肋结构140。

[0112] 肋结构140仅在高压侧侧板123的旋转方向Bc前方侧的区域,从前侧缘部123d侧向旋转方向Bc后方侧延伸而跨越边界线Lb地设置。需要说明的是,本实施方式的边界线Lb被定义为从外径侧缘部123b的旋转方向Bc前方侧的端部123bf沿径向Dr朝向内径侧缘部123c的线段。

[0113] 此外,如图7所示,本实施方式的肋结构140从内径侧缘部123c与前侧缘部123d的交叉部至旋转方向Bc后方侧的嵌入阶梯部123a的内径侧的阶梯缘部123e,相对于周向Dc倾斜地延伸。

[0114] 在本实施方式中,通过在高压侧侧板123设置肋结构140,以使高压侧侧板123的旋转方向Bc前方侧的部分的刚性增大的方式进行加强。特别是沿着肋结构140的棒形状的延伸方向,能够增大高压侧侧板123的旋转方向Bc前方侧的部分的刚性,能够抑制从边界线Lb至旋转方向Bc前方侧的高压侧侧板123的颤振。

[0115] 在本实施方式中,将设置肋结构140的高压侧侧板123的旋转方向Bc前方侧的区域的周向Dc长度设为从连接内径侧缘部123c与前侧缘部123d的点至边界线Lb的距离的3倍以下。例如,也可以设为2倍左右。但是,如果能够维持基于薄板密封片20的密封性能并抑制颤振,则并不局限于3倍以下。

[0116] 本实施方式的肋结构140从包含前侧缘部123d的位置向旋转方向Bc后方侧延伸,但是作为变形例,也可以设为不包含前侧缘部123d的结构。即,肋结构140也可以从比前侧缘部123d靠旋转方向Bc后方侧且比边界线Lb靠旋转方向Bc前方侧处跨越边界线Lb地设置。

[0117] 另外,在本实施方式中,在径向Dr上,遍及除了嵌入阶梯部123a之外的径向Dr整体地设置肋结构140。

[0118] 作为变形例,在径向Dr上,也可以从比嵌入阶梯部123a靠径向Dr内侧处遍及内径侧缘部123c地设置肋结构140。

[0119] 作为另一变形例,在径向Dr上,也可以遍及包含嵌入阶梯部123a的径向Dr整体地设置肋结构140。

[0120] “第三实施方式”

[0121] 以下,说明本发明的第三实施方式。

[0122] 本实施方式的密封段与第二实施方式基本相同,但是肋结构不同。

[0123] 参照图8,说明本实施方式的密封段211的高压侧侧板223的详细结构。

[0124] 图8为了便于说明,仅示出各密封段211中的多个薄板密封片20及高压侧侧板223。

[0125] 本实施方式的高压侧侧板223具备肋结构240作为加强部。肋结构240具备:具有1根棒形状的主肋部240a;及具有棒形状并向主肋部240a的延伸方向的两侧延伸的多个副肋部240b。

[0126] 主肋部240a仅在高压侧侧板223的旋转方向Bc前方侧的区域,从前侧缘部223d侧向旋转方向Bc后方侧延伸而跨越边界线Lb地设置。

[0127] 另外,主肋部240a从内径侧缘部223c与前侧缘部223d的交叉部至旋转方向Bc后方侧的嵌入阶梯部223a的内径侧的阶梯缘部223e,相对于周向Dc倾斜地延伸。

[0128] 在本实施方式中,设置1根主肋部240a及3根副肋部240b。

[0129] 如本实施方式那样,如果具备主肋部240a及多个副肋部240b作为加强部,则在不同的多个方向上,高压侧侧板223的旋转方向Bc前方侧的部分的刚性增大。此外,能抑制不同的多个方向的颤振。

[0130] 在本实施方式中,将设置肋结构240的高压侧侧板223的旋转方向Bc前方侧的区域的周向Dc长度设为从连接内径侧缘部223c与前侧缘部223d的点至边界线Lb的距离的3倍以下。例如,也可以设为2倍左右。但是,如果能够抑制基于薄板密封片20的密封性能并抑制颤振,则并不局限于3倍以下。

[0131] 如图8所示,本实施方式的肋结构240的副肋部240b成为与主肋部240a贯通地交叉的结构。主肋部240a可以通过焊接、钎焊等而固定于高压侧侧板223主表面,也可以将肋结构240一体形成于高压侧侧板223主表面。

[0132] 作为变形例,主肋部也可以设为与副肋部贯通地交叉的结构。作为另一变形例,也可以将主肋部与多个副肋部一体形成。

[0133] 在主肋部与副肋部一体形成的情况下,肋结构可以通过焊接、钎焊等而固定于高

压侧侧板主表面,肋结构也可以一体形成于高压侧侧板主表面。

[0134] 在本实施方式中,设置1根主肋部240a及3根副肋部240b。

[0135] 作为变形例,也可以相对于1根主肋部240a而设置2根副肋部240b或4根以上的副肋部240b。

[0136] 作为另一变形例,也可以设置如下肋结构,该肋结构具备从前侧缘部223d侧向旋转方向Bc后方侧并列延伸而跨越边界线Lb地设置的多个主肋部240a和与该多个主肋部240a交叉而延伸的副肋部240b。

[0137] “第四实施方式”

[0138] 以下,关于本发明的第四实施方式,参照图9进行说明。

[0139] 本实施方式的密封段与第一实施方式基本上相同,但是高压侧侧板的加强部的结构不同。

[0140] 参照图9及图10,说明本实施方式的密封段311的高压侧侧板323的详细结构。

[0141] 图9为了便于说明,仅示出各密封段311中的多个薄板密封片20及高压侧侧板323。

[0142] 高压侧侧板323具备弯曲板部340作为加强部。弯曲板部340仅在高压侧侧板323的旋转方向Bc的前方侧的区域处弯曲板部340的一部分和另一部分从前侧缘部323d至边界线相互重叠地弯曲。

[0143] 以下,说明具体的结构。

[0144] 弯曲板部340具备:以弯曲的前侧缘部323d为边界,由边界线Lb、内径侧缘部323c及前侧缘部323d包围的由三角形的板构成的被重叠部341;及由与该三角形相当的三角形的板构成的重叠部342。

[0145] 本实施方式的弯曲板部340在前侧缘部323d具有重叠部342向旋转方向Bc的后方侧折弯的形状。弯曲板部340通过前侧缘部323d处的折弯而重叠部342的三角形面沿着被重叠部341的三角形面而重叠。

[0146] 在本实施方式中,通过前侧缘部323d处的折弯而构成弯曲板部340,由此能够将弯曲板部340构成得较薄。

[0147] 高压侧侧板323通过具有弯曲板部340而以高压侧侧板323的旋转方向Bc前方侧的部分的刚性增大的方式被加强。

[0148] 此外,高压侧侧板323的弯曲板部340通过前侧缘部323d的折弯的弹簧的作用(恢复力)而具有如下的作用。

[0149] 图10所示的密封段311的截面的剖切位置是与图3所示的密封段11的截面的剖切位置同样的位置。

[0150] 如图10所示,高压侧侧板323的弯曲板部340的重叠部342对壳体30的内周壁面的高压侧壁面33进行按压,另一方面,将高压侧侧板323的被重叠部341向薄板密封片20的侧面20c按压。因此,被按压的被重叠部341难以变形,刚性增大。

[0151] 此外,被按压的弯曲板部340紧贴于薄板密封片20的侧面20c,因此密封性能也变得良好。

[0152] 因此,高压侧侧板323的旋转方向Bc前方侧的部分以刚性增大的方式被加强且密封性能也变得良好,因此能够抑制从边界线Lb至旋转方向Bc前方侧的高压侧侧板323的颤振。

[0153] 具有这样的折弯的形状的弯曲板部340例如通过将图9的剩余部342'在前侧缘部323d向旋转方向Bc的后方侧折弯而形成,但是也可以通过焊接、钎焊等安装弯曲板而形成。

[0154] 以上,参照附图,详细叙述了本发明的实施方式,但是具体的结构并不局限于上述实施方式,也包括不脱离本发明的主旨的范围的设计变更等。

[0155] 本实施方式的轴密封装置10具备的密封段11的个数为8个,但也可以为2个至7个中的任一个,还可以为9个以上。

[0156] 在各实施方式及各变形中,通过厚板部、肋、弯曲板将高压侧侧板的旋转方向前方侧的区域加强,但也可以通过厚板部、肋、弯曲板的组合来加强。

[0157] 工业实用性

[0158] 上述的密封段及旋转机械难以对密封特性造成影响,能够抑制颤振。

[0159] 标号说明

[0160] 1:燃气轮机

[0161] 2:压缩机

[0162] 3:燃烧器

[0163] 4:涡轮

[0164] 5:转子

[0165] 6:静叶片

[0166] 7:动叶片

[0167] 8:壳体

[0168] 8a:轴承部

[0169] 9:壳体

[0170] 9a:轴承部

[0171] 10:轴密封装置

[0172] 11:密封段

[0173] 12:周向端部

[0174] 13:密封体

[0175] 20:薄板密封片

[0176] 20a:切口部

[0177] 20b:切口部

[0178] 20c:侧面

[0179] 21:保持器

[0180] 21a:凹槽

[0181] 22:保持器

[0182] 22a:凹槽

[0183] 23:高压侧侧板

[0184] 23a:嵌入阶梯部

[0185] 23b:外径侧缘部

[0186] 23bf:端部

[0187] 23c:内径侧缘部

- [0188] 23d:前侧缘部
- [0189] 24:低压侧侧板
- [0190] 24a:嵌入阶梯部
- [0191] 26:内周侧端部
- [0192] 27:外周侧基端
- [0193] 30:壳体
- [0194] 31:凹槽
- [0195] 32:低压侧壁面
- [0196] 33:高压侧壁面
- [0197] 40:厚板部
- [0198] 111:密封段
- [0199] 123:高压侧侧板
- [0200] 123a:嵌入阶梯部
- [0201] 123b:外径侧缘部
- [0202] 123bf:端部
- [0203] 123c:内径侧缘部
- [0204] 123d:前侧缘部
- [0205] 123e:阶梯缘部
- [0206] 140:肋结构
- [0207] 211:密封段
- [0208] 223:高压侧侧板
- [0209] 223a:嵌入阶梯部
- [0210] 223c:内径侧缘部
- [0211] 223d:前侧缘部
- [0212] 223e:阶梯缘部
- [0213] 240:肋结构
- [0214] 240a:主肋部
- [0215] 240b:副肋部
- [0216] 311:密封段
- [0217] 323:高压侧侧板
- [0218] 323c:内径侧缘部
- [0219] 323d:前侧缘部
- [0220] 340:弯曲板部
- [0221] 341:被重叠部
- [0222] 342:重叠部
- [0223] 342':剩余部
- [0224] Ax:轴线
- [0225] Bc:旋转方向
- [0226] Da:轴向

- [0227] Dc:周向
- [0228] Dr:径向
- [0229] G:工作流体
- [0230] Lb:边界线
- [0231] t:间隙
- [0232] t1:板厚
- [0233] t2:板厚。

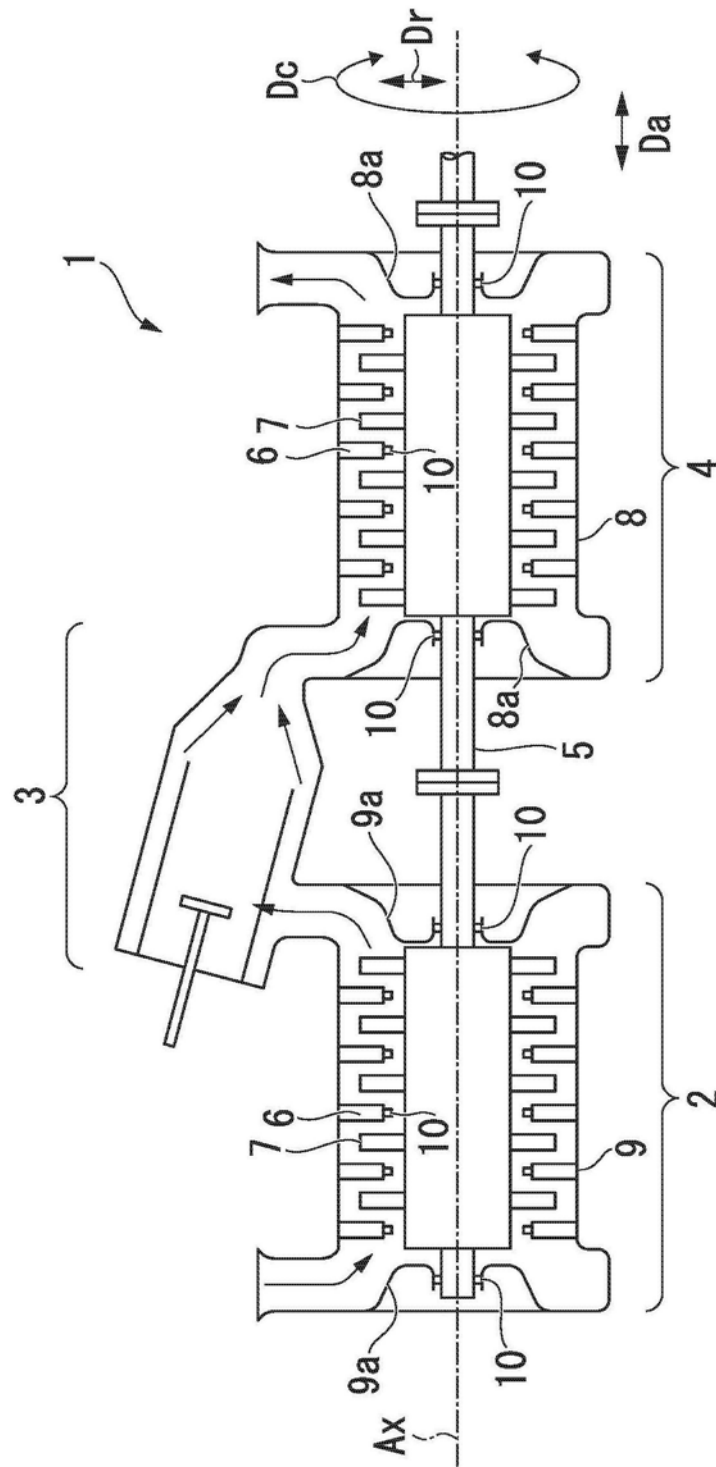


图1

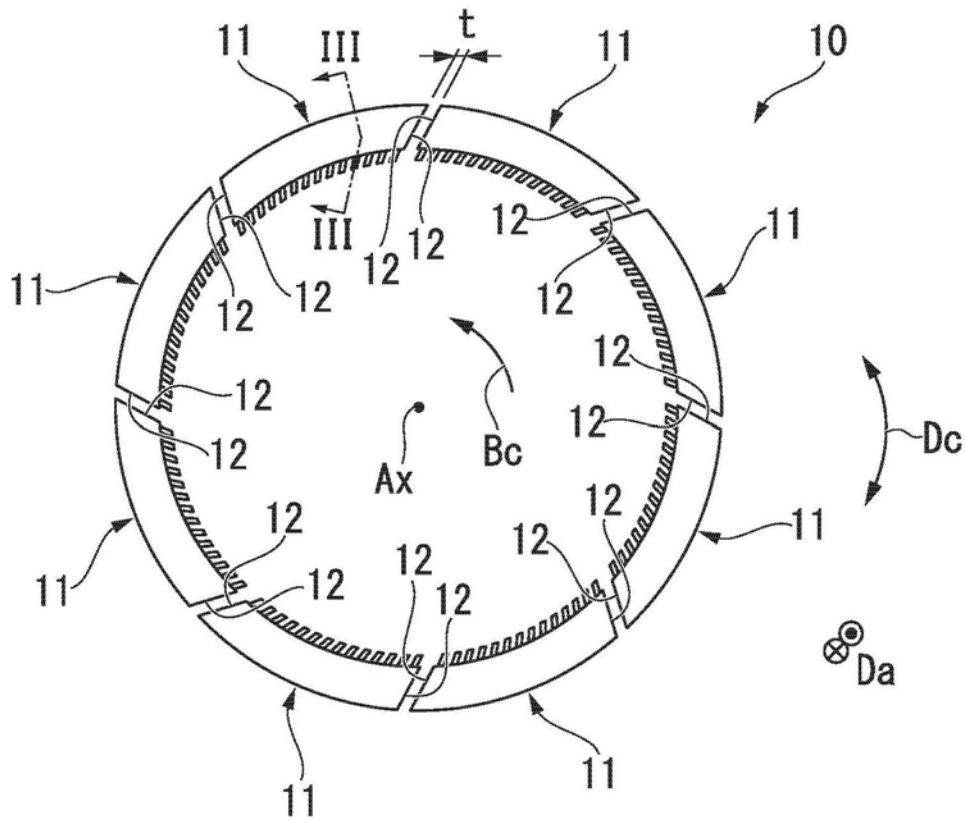


图2

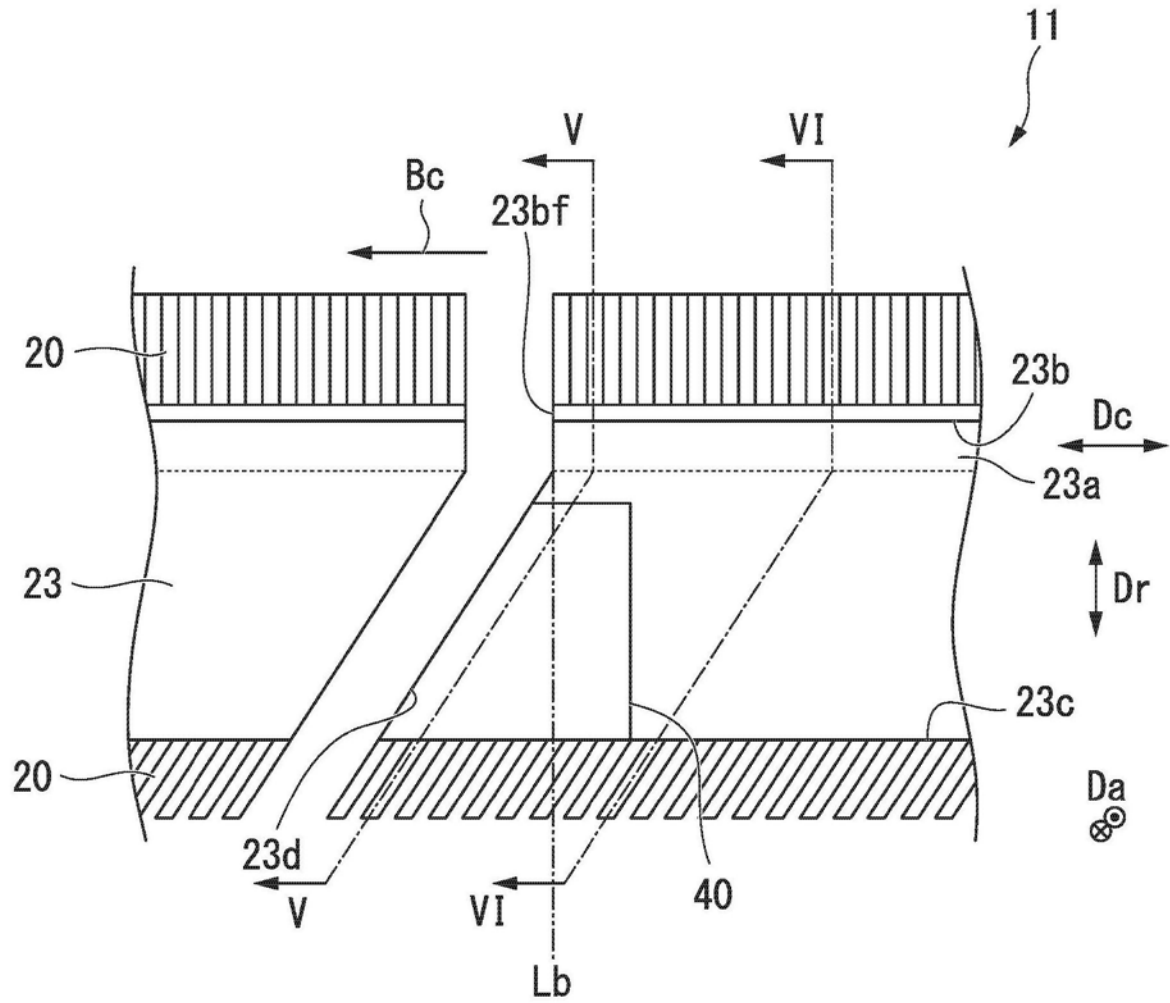


图4

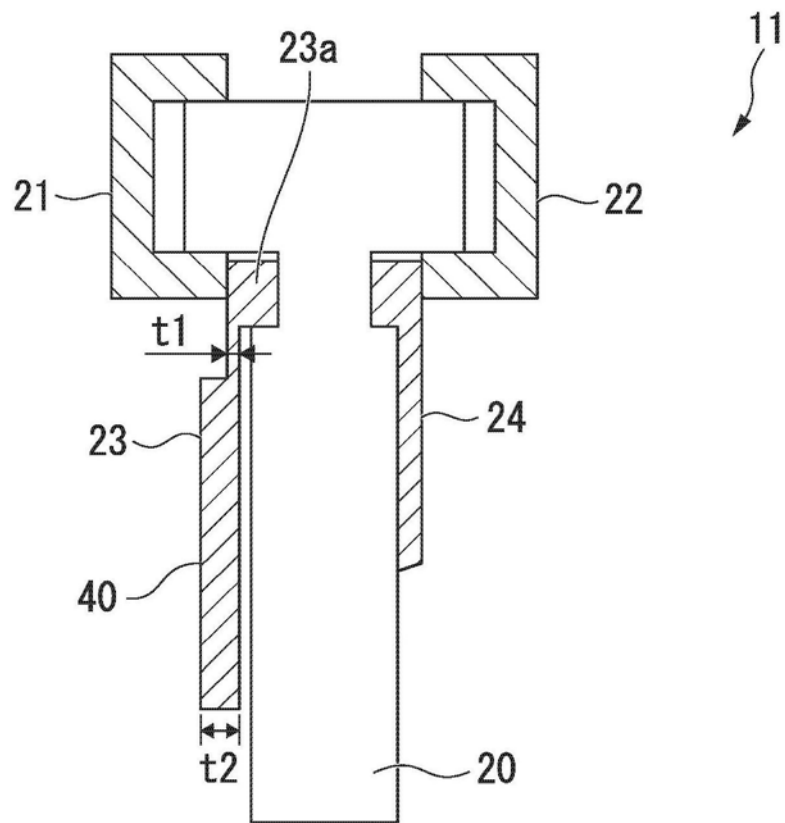


图5

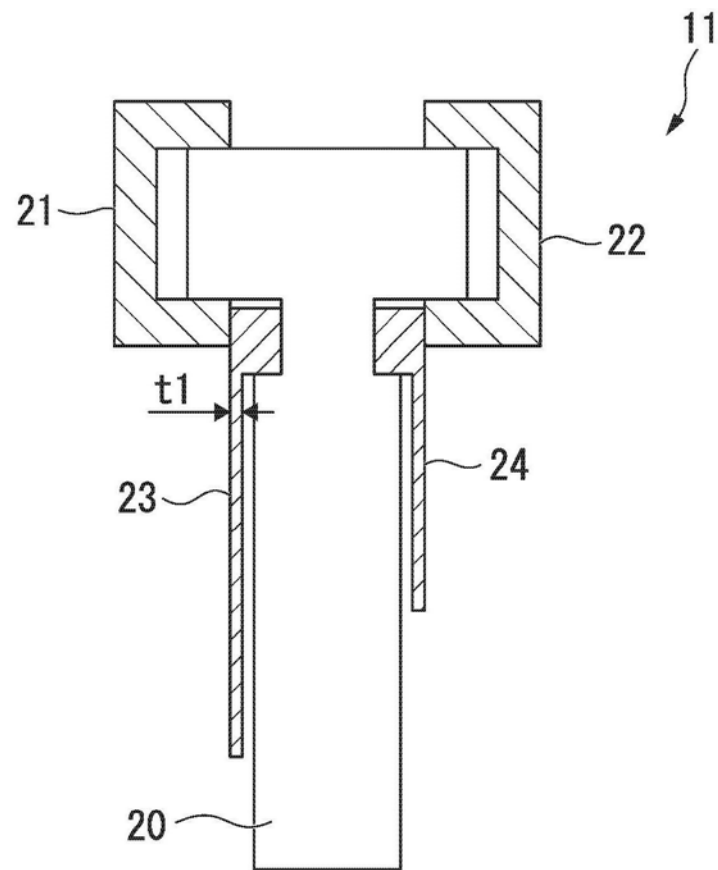


图6

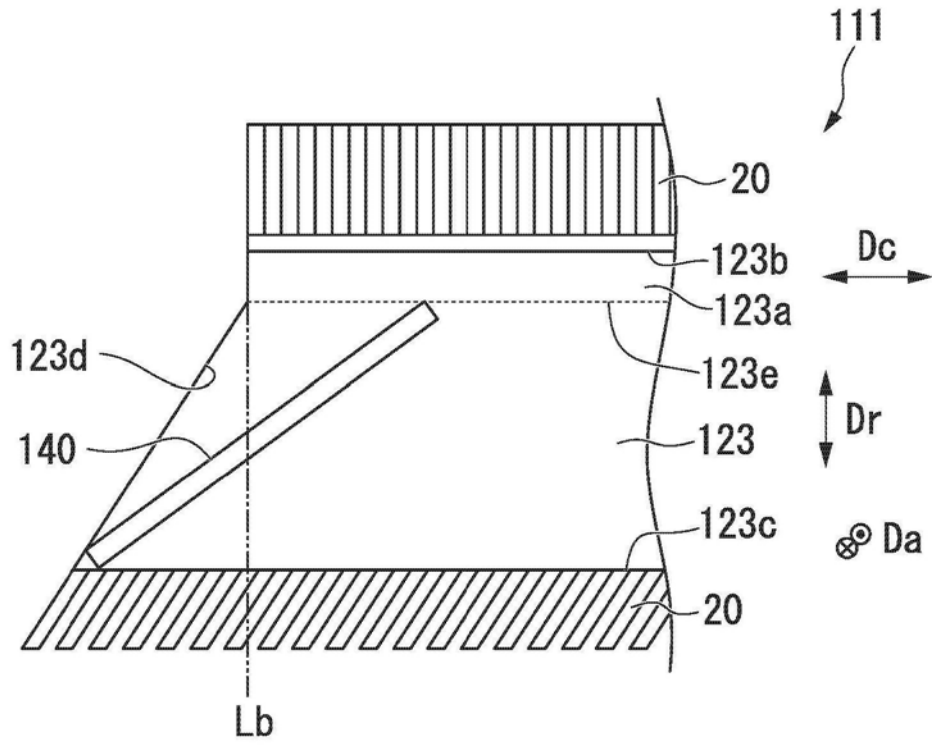


图7

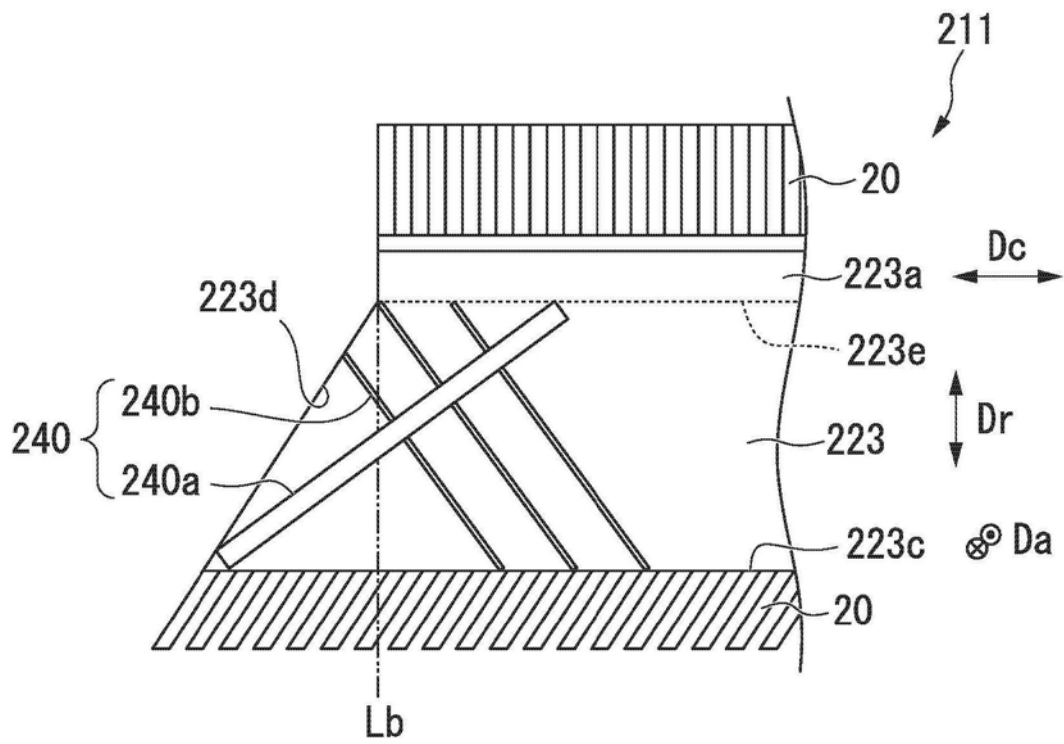


图8

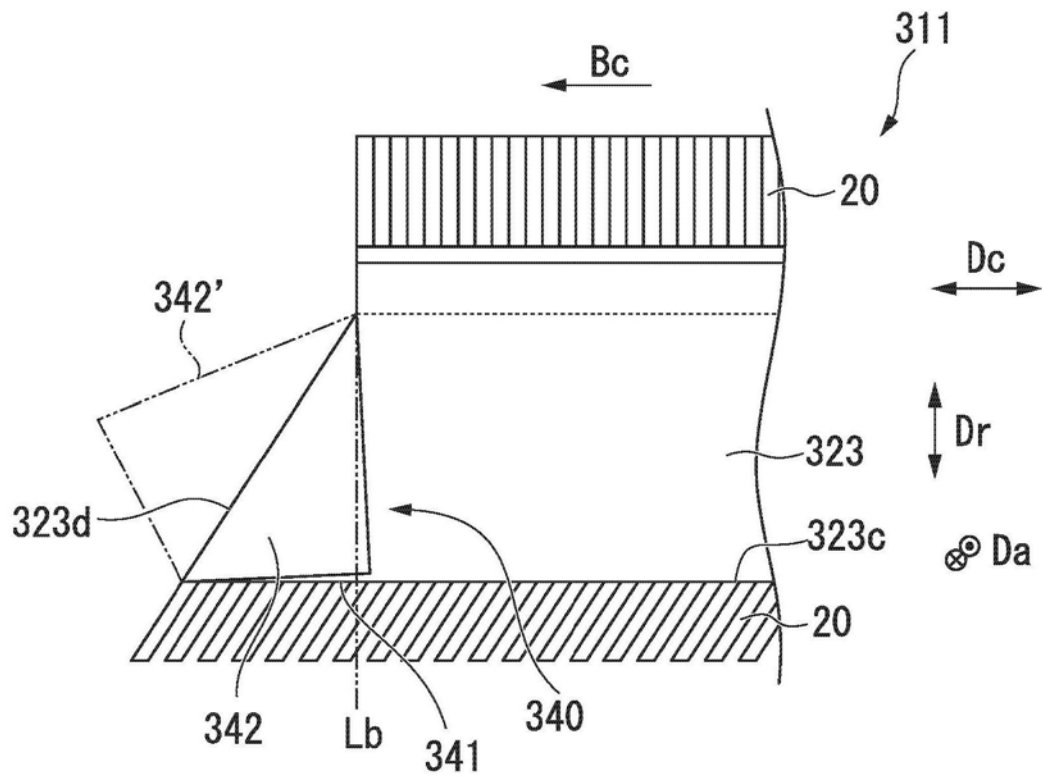


图9

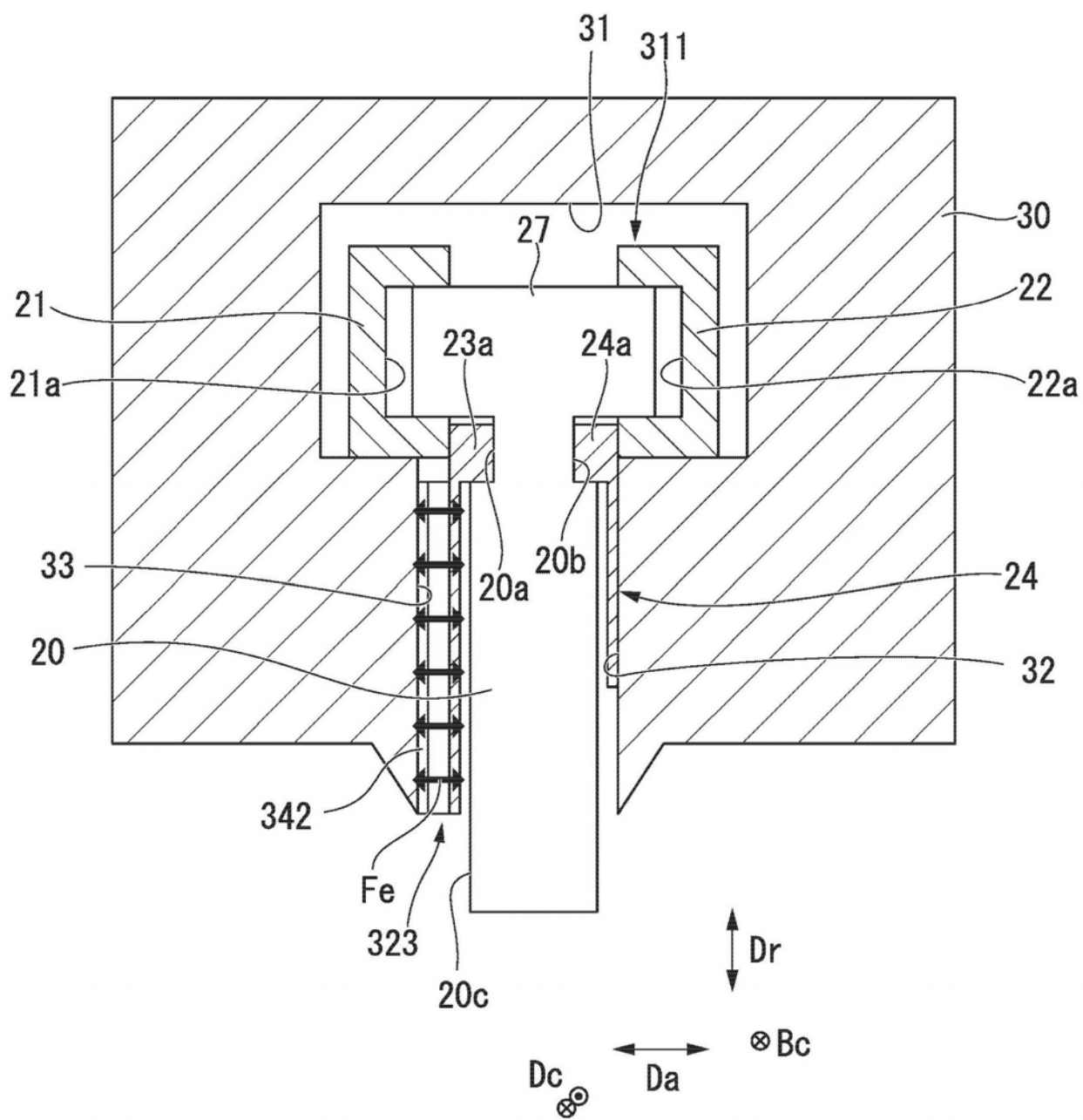


图10