



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104213943 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201410228340.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.05.27

F01D 11/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104213943 A

(56)对比文件

US 2002/0015641 A1,2002.02.07,

CN 201943758 U,2011.08.24,

US 6120242 A,2000.09.19,

(43)申请公布日 2014.12.17

(30)优先权数据

2013-113415 2013.05.29 JP

审查员 曹昕慧

(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 有川秀行 粕谷忠 儿岛庆享

渡边泰行 村形直 市川国弘

绀赖巧

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强 严星铁

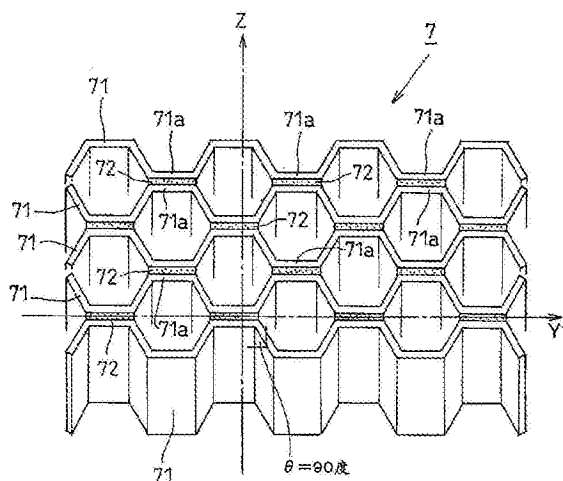
权利要求书1页 说明书6页 附图8页

(54)发明名称

燃气轮机

(57)摘要

本发明提供一种燃气轮机,其能够消除涡轮机动叶片的密封凸片被蜂窝式密封件的钎焊部位切削而磨损。在由压缩机(10)、燃烧器(20)及涡轮机(30)构成的燃气轮机(100)中的涡轮机中,在壳体(1)与绕沿壳体的长度方向延伸设置的旋转轴(4)旋转的涡轮机动叶片(5A~5C)之间的间隙,蜂窝式密封件(7)固定在壳体侧而配设,在涡轮机动叶片的与蜂窝式密封件对置的端面设有在与旋转轴正交的方向上延伸设置的密封凸片(6),蜂窝式密封件通过使梯形交替地连续的多个波形薄板(71)在各自的隔壁(71a)彼此重合,并对隔壁彼此进行钎焊而形成,蜂窝式密封件的隔壁的长度方向(Y1)相对于涡轮机动叶片的旋转方向(Z)倾斜。



1. 一种燃气轮机, 在由压缩机、燃烧器及涡轮机构成的燃气轮机中的该涡轮机中, 在壳体与绕沿壳体的长度方向延伸设置的旋转轴旋转的涡轮机动叶片之间的间隙, 蜂窝式密封件固定在壳体侧而配设, 在涡轮机动叶片的与蜂窝式密封件对置的端面设有在与上述旋转轴正交的方向上延伸设置的密封凸片, 该燃气轮机的特征在于,

上述蜂窝式密封件具有通过使梯形交替地连续的多个波形薄板在各自的隔壁彼此重合, 并对隔壁彼此进行钎焊而形成的钎焊部位,

蜂窝式密封件的上述隔壁的长度方向相对于涡轮机动叶片的旋转方向倾斜,

上述倾斜的倾斜角度是30度~90度的范围,

从上述壳体立起的上述蜂窝式密封件的上述隔壁以及隔壁之间的上述钎焊部位相对于与上述旋转轴正交的正交轴以一后角向上述涡轮机动叶片的旋转方向倾斜,

上述隔壁以及隔壁之间的上述钎焊部位的上述后角为15度~45度的范围。

2. 根据权利要求1所述的燃气轮机, 其特征在於,

上述倾斜角度是90度。

3. 根据权利要求1所述的燃气轮机, 其特征在於,

在上述密封凸片的一部分形成硬质材料隆起的增厚部。

4. 根据权利要求1所述的燃气轮机, 其特征在於,

在上述密封凸片的表面涂敷硬质材料。

燃气轮机

技术领域

[0001] 本发明涉及具备为了减少动作流体从涡轮机动叶片与壳体的间隙泄漏而设置的被切削性的蜂窝式密封件的燃气轮机。

背景技术

[0002] 在主要由压缩机、燃烧器及涡轮机构成的燃气轮机中,高温的燃烧气体在设在旋转轴上的涡轮机动叶片与设在静止的壳体侧的静叶片之间流动。在涡轮机的性能方面,期望该燃烧气体不会从涡轮机动叶片的前端部泄漏。因此,一般使用通过对薄板进行加工并形成成为梯形交替地连续的波形,在各个隔壁彼此使多个波形薄板重合,并对隔壁彼此进行钎焊,制造具备大致六边形的多个空间的被切削性的蜂窝式密封件,并将该蜂窝式密封件固定在壳体侧的燃气轮机。

[0003] 图7是表示使用了被切削性的蜂窝式密封件H的燃气轮机动叶片B的前端部的密封结构的示意图。蜂窝式密封件H固定在壳体C侧的套筒S中的、与设在旋转的涡轮机动叶片B的前端的密封凸片F对置的部分。并且,通过将密封凸片F的前端部与蜂窝式密封件H的间隙(间距)维持为最小限,对涡轮机动叶片B的前端的燃烧气体的泄漏进行密封。

[0004] 如图8所示,一般在蜂窝式密封件H中,通过以梯形交替地连续的方式被加工的波形薄板P在各个隔壁K彼此重合,并对该隔壁K彼此进行钎焊(钎焊部位R)而相互固定,构成其整体。

[0005] 该蜂窝式密封件H由相对于涡轮机动叶片B相对柔软的材料形成,在旋转中的涡轮机动叶片B因热膨胀而在与旋转轴正交的径向上伸长时与自身接触,由于容易地被位于涡轮机动叶片B的前端的密封凸片切削,能避免涡轮机动叶片B的损伤或振动,并且通过将涡轮机动叶片B的间隙保持为一定,抑制燃烧气体的泄漏。

[0006] 然而,关于蜂窝式密封件H相对于壳体C侧的套筒S的固定,如图8所示,普遍以通过钎焊部位R,隔壁K的长度方向(图8的Y1方向,也是钎焊部位R的长度方向)为涡轮机动叶片B的旋转方向(图8的Z方向)的方式进行固定。其理由在于,通过以成为涡轮机动叶片B的旋转方向的方式将由冲压加工等形成的波形薄板P固定在套筒S上,波形薄板P的固定加工性好,制造效率高。

[0007] 但是,在这种蜂窝式密封件H的固定方式中,因为在密封凸片F切削蜂窝式密封件H时,被切削的隔壁K的长度或钎焊部位R的长度变长,因此,使利用密封凸片F的被切削性下降。

[0008] 当成为旋转的密封凸片F与钎焊部位接触的状况时,利用密封凸片F的蜂窝式密封件H的被切削性与只与波形薄板P接触的场合相比大幅下降。实际上,密封凸片F的厚度是在两个隔壁K的厚度上加上钎焊部位R的厚度的厚度以上,因此,密封凸片F同时沿这些的长度方向切削两个隔壁K与其间的钎焊部位R。

[0009] 如图8所示,蜂窝式密封件H的钎焊部位R从隔壁K为梯形的一边呈直线状,钎焊部位R的长度方向与伴随涡轮机动叶片B(及密封凸片F)的旋转方向的密封凸片F的滑动方向

大致为相同方向,因此,密封凸片F与被切削性低的钎焊部位R接触地滑动的距离变长。并且,为钎焊部位R的长度方向相对于密封凸片F的滑动自立地对置的形态也导致利用密封凸片F的被切削性下降。

[0010] 因此,根据情况,由于钎焊部位R,有可能磨削密封凸片F而磨耗。并且,当密封凸片F磨耗时,来自磨耗部位的燃烧气体的泄漏增大,直接导致燃气轮机的性能下降。

[0011] 因此,作为对于该问题的对策,在专利文献1中,提出了将蜂窝式密封件的钎焊部位限定在基体材料的一部分,密封凸片与钎焊部位不会直接滑动的结构,在专利文献2中,提出了蜂窝式密封件的材料使用具有比动叶片材料的软化温度低的熔点的材料的技术。

[0012] 但是,在这些现有技术中,需要特殊形状或材质的蜂窝式密封件,在经济性、被切削性、耐久性方面存在问题。

[0013] 另外,在专利文献3中,公开了相对于作为表示由蜂窝式密封件的前端部形成的包络面的截面的线的蜂窝式密封件截面线,作为蜂窝式密封件的壁的截面的蜂窝式壁截面倾斜地延伸的密封装置。

[0014] 现有技术文献

[0015] 专利文献1:日本特开2011-226559号公报

[0016] 专利文献2:日本特开2002-309902号公报

[0017] 专利文献3:日本特开2005-163693号公报

[0018] 在专利文献3中公开的技术以减少静止部件与旋转部件之间的流体的泄漏量为目的,只不过单纯使从壳体等静止部件立起的蜂窝式密封件的壁倾斜,无法解决上述课题、即涡轮机动叶片的密封凸片被蜂窝式密封件的钎焊部位切削而磨耗之类的课题。

发明内容

[0019] 本发明是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供能够解除涡轮机动叶片的密封凸片被蜂窝式密封件的钎焊部位切削而磨耗的情况的燃气轮机。

[0020] 为了实现上述目的,本发明的燃气轮机在由压缩机、燃烧器及涡轮机构成的燃气轮机中的该涡轮机中,在壳体与绕沿壳体的长度方向延伸设置的旋转轴旋转的涡轮机动叶片之间的间隙,蜂窝式密封件固定在壳体侧而配设,在涡轮机动叶片的与蜂窝式密封件对置的端面设有在与上述旋转轴正交的方向上延伸设置的密封凸片,上述蜂窝式密封件通过使梯形交替地连续的多个波形薄板在各自的隔壁彼此重合,并对隔壁彼此进行钎焊而形成,蜂窝式密封件的上述隔壁的长度方向相对于涡轮机动叶片的上述旋转方向倾斜。

[0021] 本发明的效果如下。

[0022] 根据本发明的燃气轮机,通过构成蜂窝式密封件的波形薄板的隔壁的长度方向、即固定隔壁彼此的钎焊部位的长度方向相对于涡轮机动叶片的旋转方向倾斜,能够提高利用涡轮机动叶片及密封凸片的蜂窝式密封件的被切削性,能够抑制由蜂窝式密封件引起的密封凸片的磨耗。

附图说明

[0023] 图1是表示本发明的燃气轮机的整体结构的示意图,中心线的上图是纵剖视图。

[0024] 图2是放大了图1的II部的图,是表示壳体侧的套筒与涡轮机动叶片及密封凸片的

图。

[0025] 图3是表示蜂窝式密封件的示意图,是说明蜂窝式密封件与涡轮机动叶片的旋转方向的关系之一(蜂窝式密封件的固定结构的实施方式一)的图。

[0026] 图4是说明蜂窝式密封件与涡轮机动叶片的旋转方向的关系之二(蜂窝式密封件的固定结构的实施方式二)的图。

[0027] 图5是说明蜂窝式密封件的固定结构的实施方式三的图。

[0028] 图6是说明密封凸片的其他实施方式的图,(a)是侧视图,(b)是图6(a)的b向视图。

[0029] 图7是表示现有的燃气轮机的、壳体侧的套筒与涡轮机动叶片及密封凸片的图。

[0030] 图8是表示在图7中应用的蜂窝式密封件的图,并且是说明蜂窝式密封件与涡轮机动叶片的旋转方向的关系的图。

[0031] 图中:

[0032] 1—壳体,2—套筒,3A、3B、3C—涡轮机静叶片(静叶片),4—旋转轴,5A、5B、5C—涡轮机动叶片(动叶片),5A'、5B'—环状的护罩,6、6'—密封凸片,6a—增厚部,7—蜂窝式密封件,71—波形薄板,71a—隔壁,72—钎焊部位,10—压缩机,20—燃烧器,30—涡轮机,100—燃气轮机,Y1—隔壁的长度方向,Z—动叶片的旋转方向,L1—旋转轴线,L2—与旋转轴正交的铅垂轴。

具体实施方式

[0033] 下面,参照附图说明本发明的燃气轮机的实施方式。

[0034] (燃气轮机的实施方式)

[0035] <燃气轮机的整体结构>

[0036] 图1是表示本发明的燃气轮机的整体结构的示意图,中心线的上图是纵剖视图,图2是放大了图1的II部的图,是表示壳体侧的套筒与涡轮机动叶片及密封凸片的图。

[0037] 如图1所示,燃气轮机100大致包括压缩吸入的空气(X方向)而产生压缩空气的压缩机10、将来自压缩机10的压缩空气与燃料一起燃烧而产生高温高压的燃烧气体的燃烧器20、喷射该燃烧气体进行驱动的涡轮机30。

[0038] 由涡轮机30得到的动力传递到连结在旋转轴4的未图示的发电机等,驱动该发电机等,并且,也供给为压缩机10的驱动力。

[0039] 涡轮机30在收放压缩机10、燃烧器20的一部分的壳体1的中心还具备以旋转轴线L1(壳体1侧的长度方向轴)为中心旋转自如的旋转轴4,在旋转轴4的周围安装多个涡轮机动叶片5A、5B、5C。

[0040] 涡轮机静叶片3A、3B、3C固定在壳体1的内壁侧,这些涡轮机静叶片3A、3B、3C与固定在旋转轴4周围的涡轮机动叶片5A、5B、5C在旋转轴线L1的方向交替地设置在各级。另外,在图示例的燃气轮机100中,涡轮机30是具有三级叶片列的一轴式涡轮机,具备第一级静叶片3A、第二级静叶片3B及第三级静叶片3C、第一级动叶片5A、第二级动叶片5B及第三级动叶片5C。但是,本发明的燃气轮机未限于一轴式燃气轮机,也可以应用于具备高压涡轮机、低压涡轮机的二轴式涡轮机,另外,级数也未限定于三级。

[0041] 另外,如图2所示,在各级的涡轮机动叶片5A~5C与壳体1之间沿动叶片的旋转方向环状地设有多级套筒2,该套筒形成高温高压的燃烧气体的流道外周壁,用于防止燃烧气

体与壳体1直接接触。

[0042] 这些套筒2固定在壳体1的内壁,静叶片3A~3C横跨该多级套筒2地被支撑。

[0043] 涡轮机动叶片5A~5C随着朝向燃烧气体的流动方向下游侧的后级,叶片长度变长,具有受到气体流动时的相对于叶片的振动应力、弯曲应力的强度随着向后级而下降的倾向。因此,例如在第二级涡轮机动叶片5B与第三级涡轮机动叶片5C的叶片前端分别设有环状的护罩5B'、5C',通过使在动叶片5B、5C的旋转方向(周向)邻接的涡轮机叶片5B、5C彼此利用护罩5B'、5C'成为一体,提高各叶片列的刚性。

[0044] 从燃气轮机的性能方面来看,期望各动叶片5A~5C与套筒2之间的间隙尽量小。因此,在护罩5B'、5C'的径向外侧面,以向套筒2侧突出的方式与动叶片旋转方向大致平行地设有大致直线状的密封凸片6。

[0045] 然而,当该密封凸片6与套筒2之间的间隙过小时,在涡轮机动叶片5A~5C的叶片长度由于运转中的热膨胀而伸长时,密封凸片6与套筒2接触,有可能导致涡轮机动叶片5A~5C的破损或损伤。因此,在套筒2的内周侧,固定有相对于密封凸片6在径向外侧隔有间隙地对置的蜂窝式密封件7。

[0046] 接着,下面详细地说明蜂窝式密封件相对于该套筒的固定结构的实施方式。

[0047] <蜂窝式密封件与其固定结构的实施方式一>

[0048] 图3是表示蜂窝式密封件的示意图,是说明蜂窝式密封件与涡轮机动叶片的旋转方向的关系之一(蜂窝式密封件的固定结构的实施方式一)的图。

[0049] 蜂窝式密封件7通过接合多个梯形状的凹凸交替地连续的波形薄板71,呈由大致六边形的空隙与隔壁构成的蜂窝状连续的六边形状的蜂窝式结构体,该六边形状的蜂窝式结构体钎焊在套筒2上而构成。

[0050] 在制造蜂窝式密封件7时,通过焊接、钎焊等接合对薄板材料进行冲压成形的波形薄板71,形成六边形状的蜂窝式结构体。之后,在套筒2的粘贴面与蜂窝式结构体之间夹入薄板状的焊料,在该状态下在炉内进行加热处理,使薄板状的焊料熔融。通过该热处理,熔融的薄板状的焊料利用毛细现象通过微小间隙浸入在邻接的波形薄板71的隔壁71a之间并固化,在隔壁71a之间形成钎焊部位72。并且,通过该钎焊部位72,确保形成与密封凸片6接触的蜂窝式密封面的蜂窝式密封件7的刚性。

[0051] 在该钎焊部位72,焊料浸入到波形薄板71的隔壁71a的前端,结实地接合隔壁71a彼此而实现蜂窝式密封件7的形状与刚性的保持。

[0052] 如图3所示,在蜂窝式密封件7相对于套筒2的固定方式中,隔壁71a的长度方向(是Y1方向,也是钎焊部位72的长度方向)与涡轮机动叶片5A~5C的旋转方向(Z方向)之间的角度 θ 设定为90度。

[0053] 当与图8所示的现有的蜂窝式密封件H的固定方式相比较则容易理解,通过应用图3所示的蜂窝式密封件7的固定方式,在涡轮机动叶片前端的密封凸片6与蜂窝式密封件7接触而切削蜂窝式密封件7时,密封凸片6通过构成蜂窝式密封件7的两个隔壁71a的厚度方向,并通过隔壁71a之间的钎焊部位72的厚度方向。

[0054] 即,密封凸片6在最短部通过隔壁71a,并且,也在最短部通过钎焊部位72。

[0055] 这样,有效地解除由于密封凸片6切削蜂窝式密封件7的隔壁71a及钎焊部位72的最短部、尤其切削硬质的钎焊部位72的最短部所引起的、在切削该蜂窝式密封件7时,密封

凸片6破损或损伤之类的问题。

[0056] 另外,图示的蜂窝式密封件7的固定结构是利用改变了蜂窝式密封件7的配设方式的简单的结构改进的固定结构,因此,不会由于该结构改进增加涡轮机的制造成本。

[0057] <蜂窝式密封件的固定结构的实施方式二>

[0058] 图4是说明蜂窝式密封件与涡轮机动叶片的旋转方向的关系之二(蜂窝式密封件的固定结构的实施方式二)的图。

[0059] 该图所示的蜂窝式密封件的配设方式将间隔71a的长度方向(Y1方向)与涡轮机动叶片5A~5C的旋转方向(Z方向)之间的角度 θ 设定为30度以上且小于90度的范围。

[0060] 与角度 θ 为90度的场合相比,密封凸片6切削隔壁71a、钎焊部位72的长度变长,但是,根据本发明人等的研究,通过角度 θ 为30度以上的范围,能充分得到密封凸片6的破损防止效果。

[0061] <蜂窝式密封件的固定结构的实施方式三>

[0062] 另外,图5是说明蜂窝式密封件的固定结构的实施方式三的图。

[0063] 该图所示的蜂窝式密封件的固定结构例如如图3、4所示,在蜂窝式密封件7的固定方式中,除了隔壁71a的长度方向(Y1方向)与涡轮机动叶片5A~5C的旋转方向(Z方向)之间的角度 θ 设定在30度以上且90度以下的范围,并且,隔壁71a、钎焊部位72相对于与旋转轴4正交的铅垂轴L2以15度~45度的后角 θ' 向涡轮机动叶片的旋转方向(Z方向)倾斜。

[0064] 根据本发明人等的验证可以看出,通过蜂窝式密封件7在这种角度范围还具有向涡轮机动叶片的旋转方向倾斜的后角,在密封凸片6切削蜂窝式密封件7时,能进一步减少密封凸片6受到的负荷,能进一步提高其破损防止效果。

[0065] <密封凸片的其他实施方式>

[0066] 接着,说明密封凸片的其他实施方式。图6是说明密封凸片的其他实施方式的图,图6(a)是侧视图,图6(b)是图6(a)的b向视图。

[0067] 如图6(a)、(b)所示,密封凸片6'在其一部分具备硬质材料(耐磨耗合金、陶瓷等)隆起的增厚部6a。

[0068] 通过这样使由硬质材料构成的增厚部6a从其侧壁向左右突出设置,能进一步提高蜂窝式密封件7的被切削性。

[0069] 另外,省略图示,但可以应用在图6(a)所示的密封凸片的上端面,还具备向上方突出的突起的方式的密封凸片。

[0070] 另外,可以在密封凸片的整周形成由硬质材料构成的表面涂层。

[0071] [确认利用构成本发明的燃气轮机的蜂窝式密封件与其固定结构的效果的实验与其结果]

[0072] 本发明人等制造图3所示的蜂窝式密封件的固定结构、具体地制造波形薄板的隔壁的长度方向与涡轮机动叶片的旋转方向之间的角度 θ 设定为90度的方式的固定结构,进行测定在蜂窝式密封件被切削时,作用在密封凸片上的负荷的实验。

[0073] 也制造图8所示的现有的固定结构并将其作为比较例,进行相同的实验,测定了此时作用在密封凸片上的负荷。

[0074] 比较了双方的测定值的结果可知,相对于图8所示的比较例的场合的作用在密封凸片的最大负荷,在图3所示的固定结构的场合,作用在密封凸片上的最大负荷大约为1/2,

验证了能够充分期待被切削性的提高效果、以及密封凸片的破损防止效果。

[0075] 本发明人等除了图3的固定结构,还制造了图5所示的具有后角的结构蜂窝式密封件,进行了测定应用各个蜂窝式密封件时作用在密封凸片的最大负荷。

[0076] 在该实验中,分别制作了后角 θ' 以15度~45度依次变化的蜂窝式密封件,测定了应用各蜂窝式密封件时作用于密封凸片的最大负荷。

[0077] 其结果,图3所示的角度 θ 为90度且后角 θ' 为零的场合,如上所述,与图8所示的现有结构的场合相比,作用在密封凸片上的最大负荷为1/2左右,在后角 θ' 为15度的场合,还能够进一步将作用在密封凸片上的最大负荷降低5%左右。另外,在后角 θ' 为45度的场合,能进一步将作用在密封凸片上的最大负荷降低30%左右。

[0078] 根据本实验结果,确认了通过应用图示的蜂窝式密封件的固定结构,能得到被切削性的提高效果与密封凸片的破损防止效果。

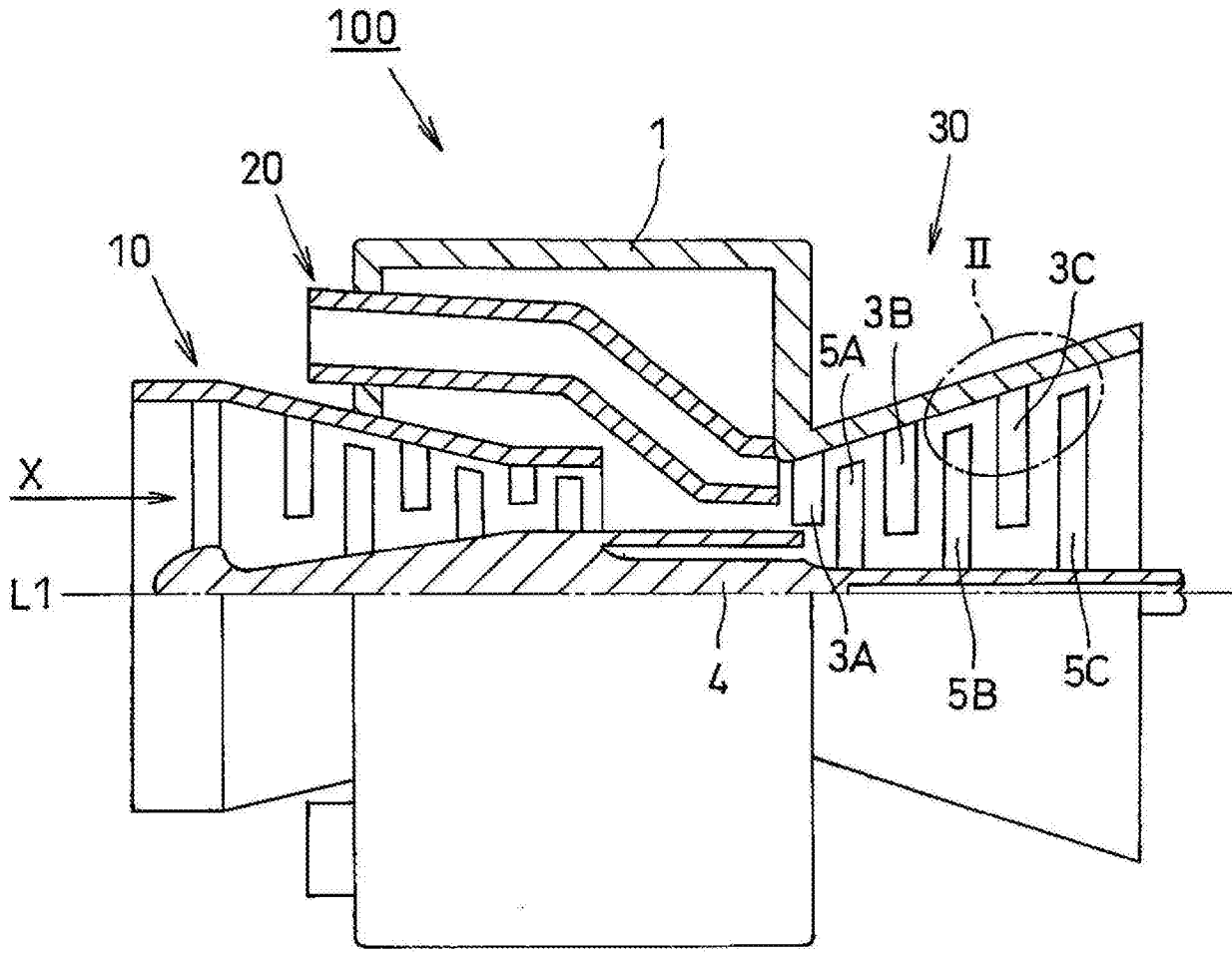


图1

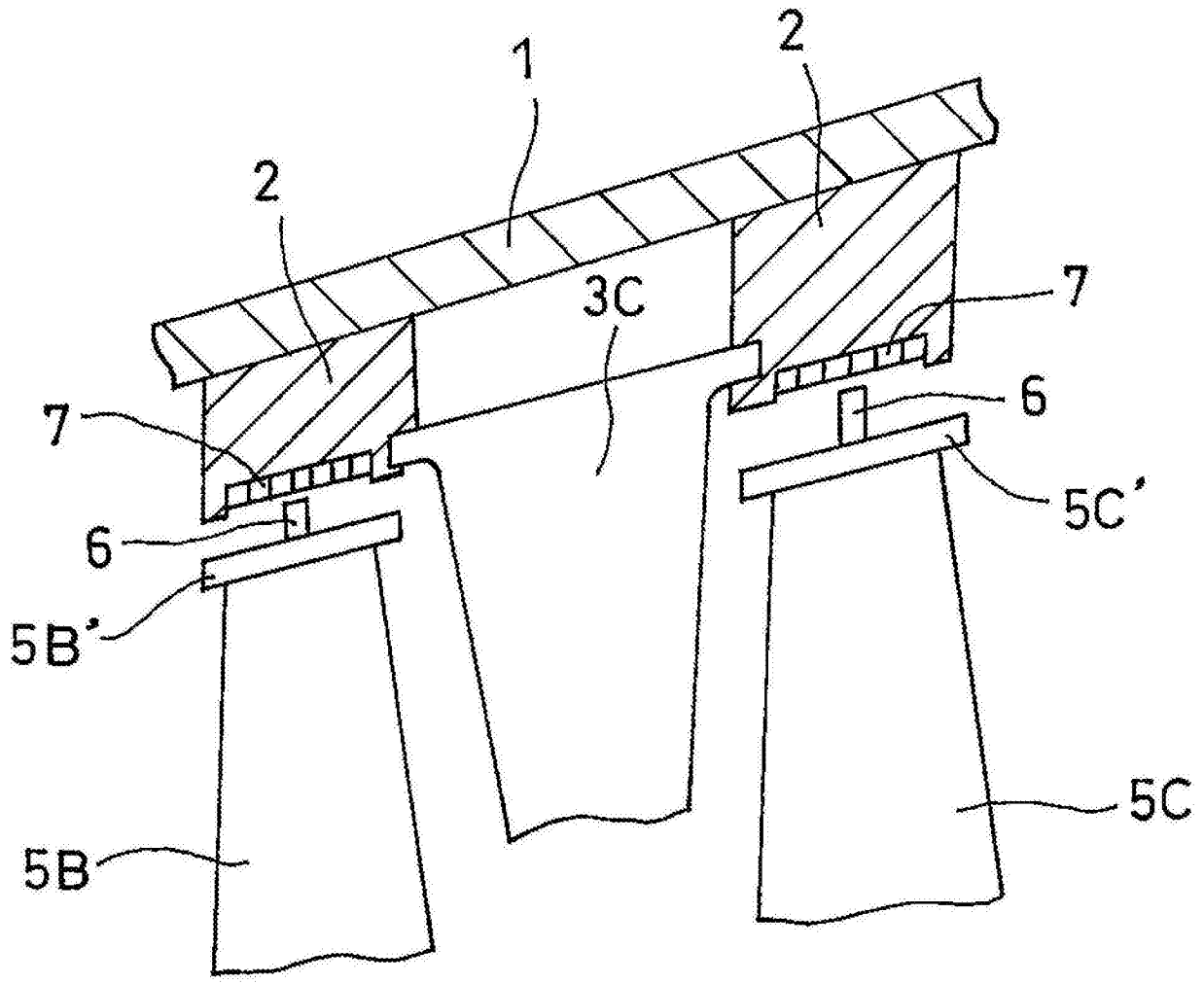


图2

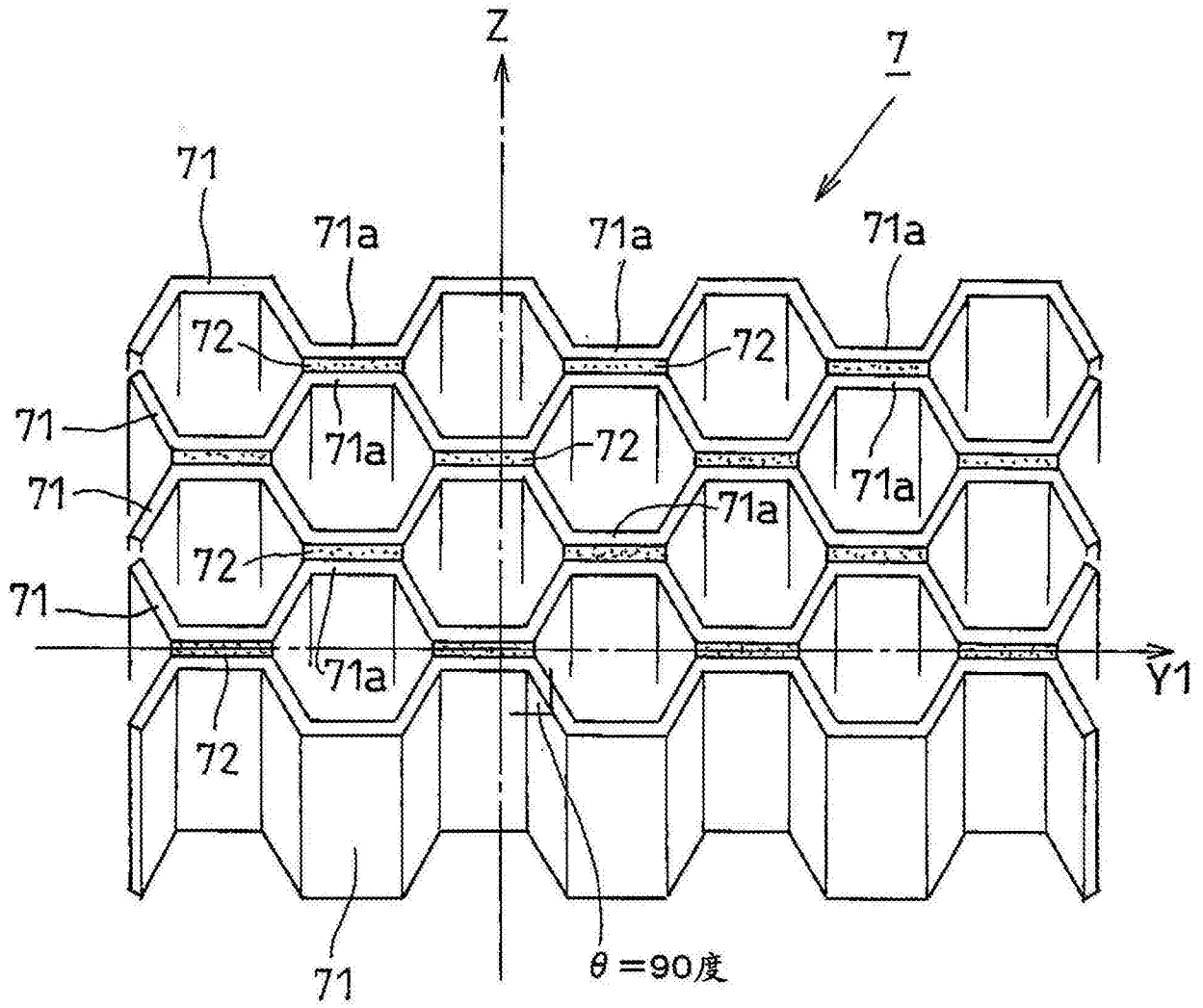


图3

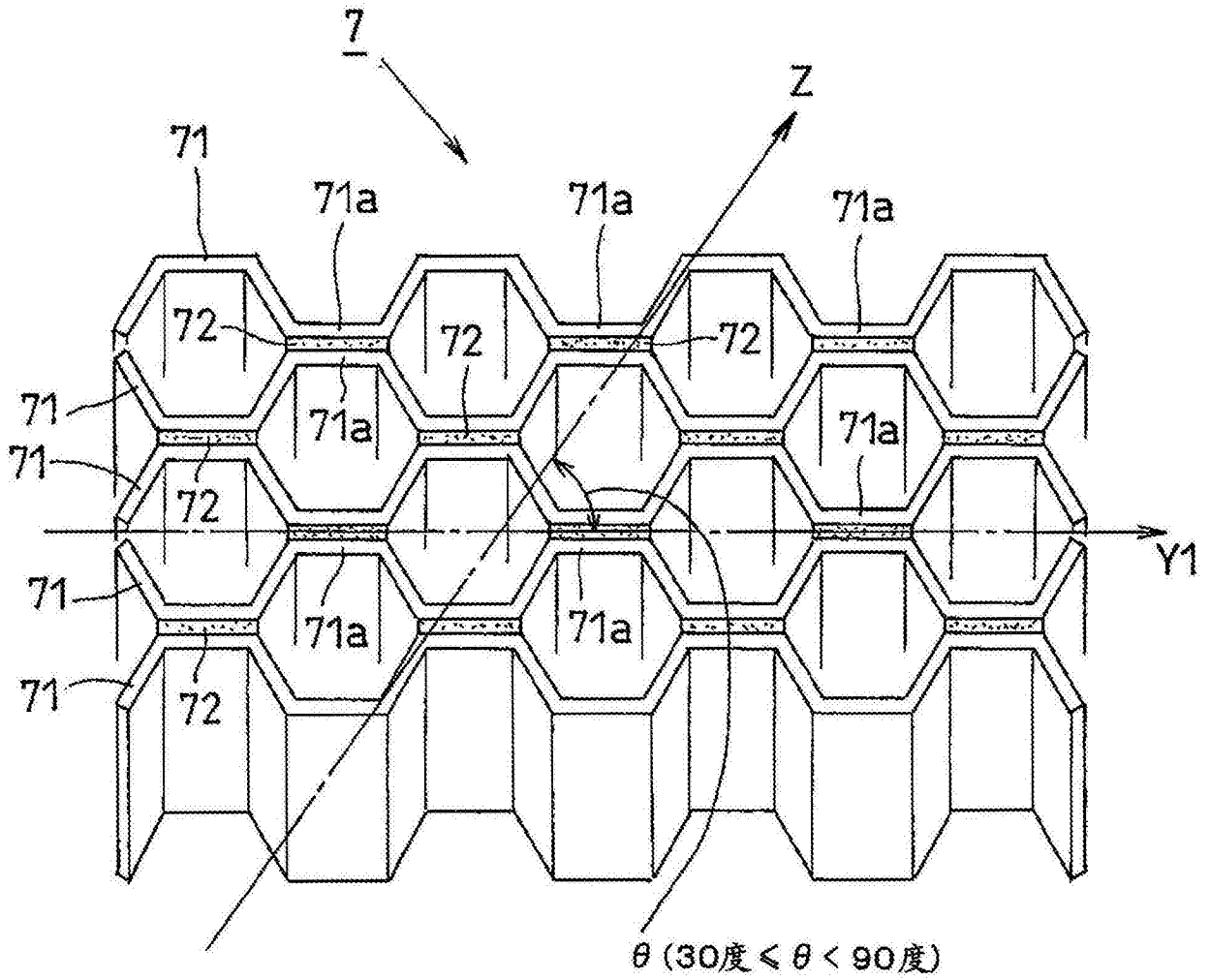


图4

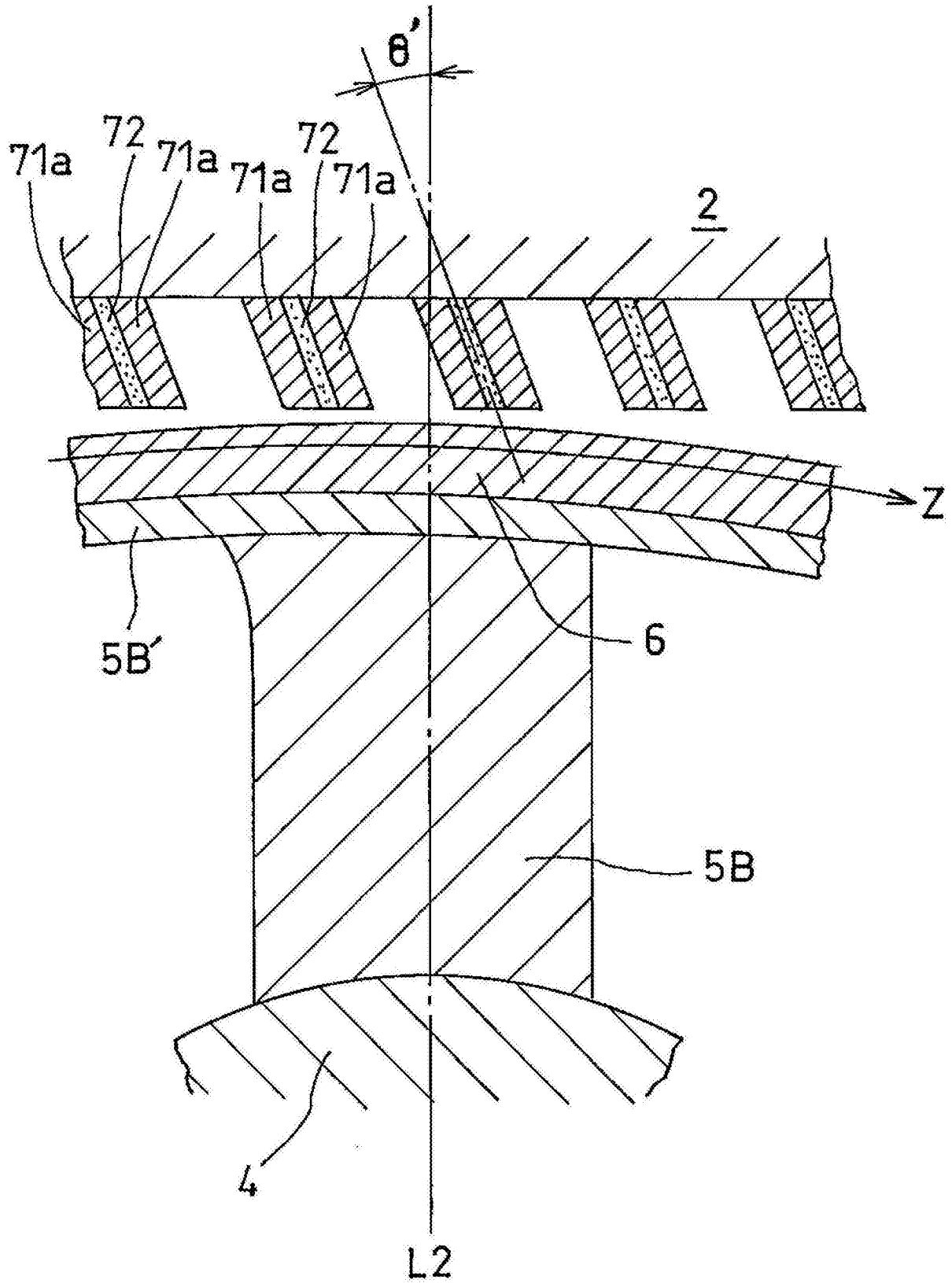


图5

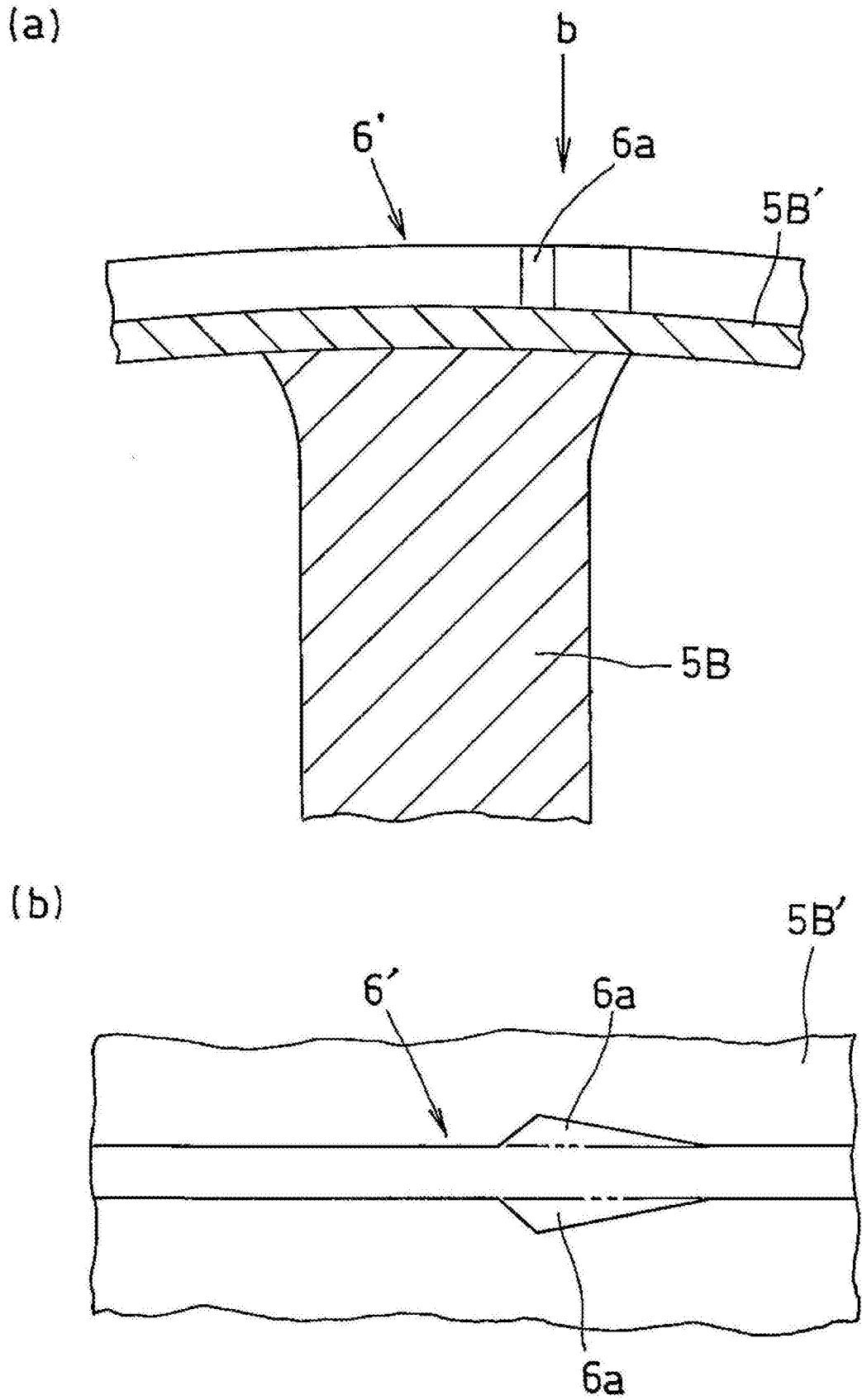


图6

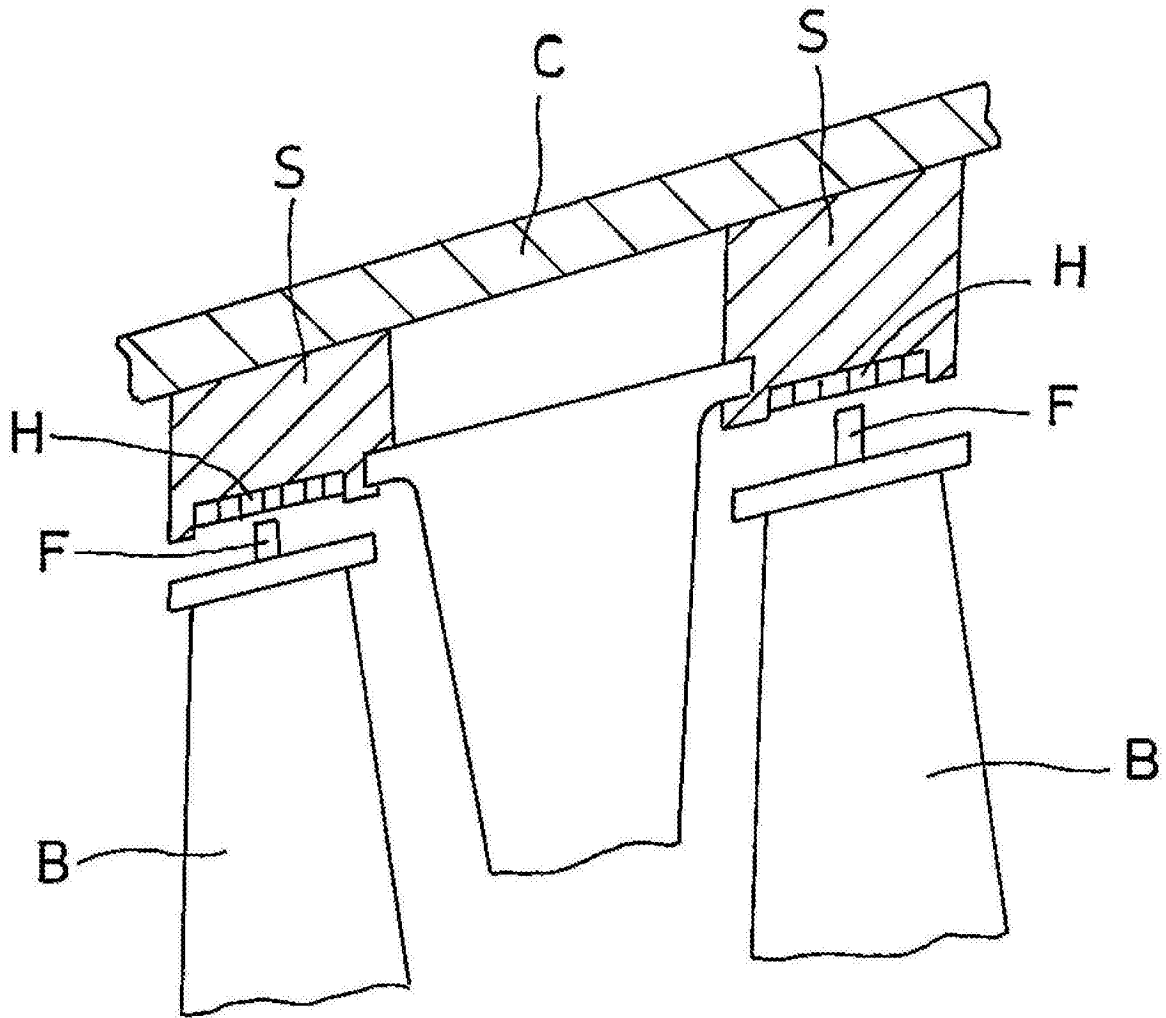


图7

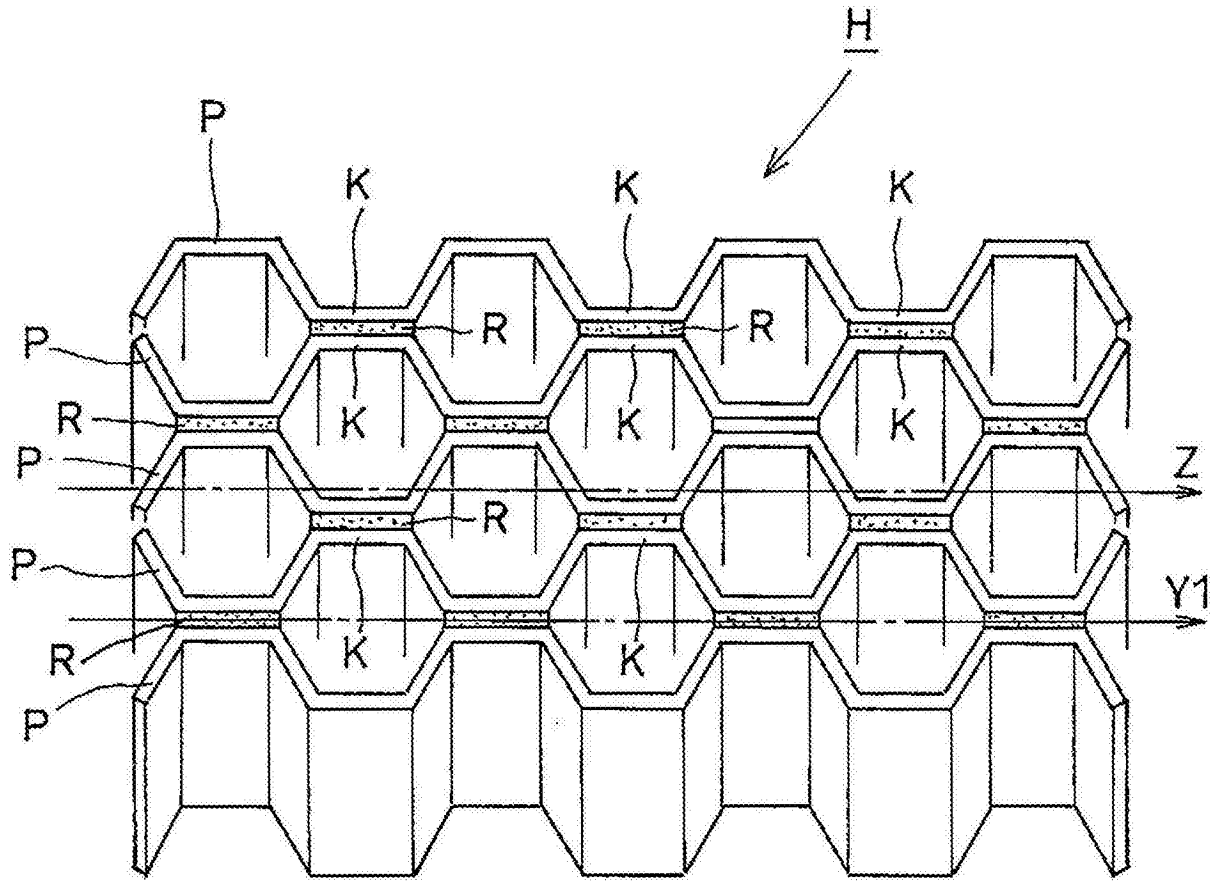


图8