



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111720174 B

(45) 授权公告日 2024.06.14

(21) 申请号 202010210483.3

(22) 申请日 2020.03.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111720174 A

(43) 申请公布日 2020.09.29

(30) 优先权数据
1902947 2019.03.21 FR

(73) 专利权人 赛峰航空器发动机
地址 法国巴黎

(72) 发明人 米歇尔·斯鲁萨兹
帕特里斯·埃诺

(74) 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公
司 11234
专利代理师 曾海艳

(51) Int.Cl.
F01D 5/18 (2006.01)

(56) 对比文件
FR 2165499 A5, 1973.08.03
审查员 靳文强

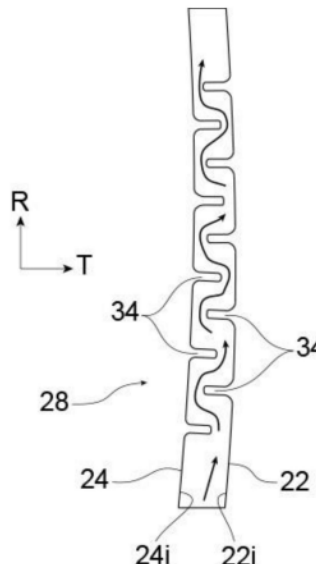
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

涡轮发动机叶片和包括其的涡轮发动机及叶片的制法

(57) 摘要

公开了涡轮机叶片,其围绕涡轮机的轴线设置并相对于轴线径向延伸并包括在第一径向内端处的根部,在第二径向外端处的顶部和在根部和顶部之间径向延伸的叶身,叶身由轴向上游前缘、轴向下游后缘、将前缘和后缘彼此连接的下表面壁和上表面壁界定,以及在根部和顶部之间延伸的至少一个内腔,在腔中的流体进口位于腔的径向内端处,并且至少一个出口从叶片向外打开;腔包括多个偏转器,其由下表面壁的和上表面壁的内表面承载;每个偏转器从下表面壁或从上表面壁的内表面,以下表面壁或上表面壁的另一的方向,在大体横向方向上延伸;每个偏转器在横向方向上的长度大于下表面壁与上表面壁的内表面之间的横向距离的一半;偏转器相对于横向方向倾斜。



1. 一种涡轮机叶片(10),其旨在围绕涡轮机的轴线设置,相对于所述涡轮机轴线径向延伸并且包括在第一径向内端处的根部(14),在第二径向外端处的顶部(16),和在根部(14)和顶部(16)之间径向延伸的叶身(12),所述叶身(12)由轴向上游的前缘(18)、轴向下游的后缘(20)、将前缘(18)和后缘(20)彼此连接的下表面壁(22)和上表面壁(24)界定,以及在根部(14)和顶部(16)之间延伸的至少一个内腔(28),在该内腔(28)中的流体进口(32)位于内腔(28)的径向内端处,并且所述流体的至少一个出口从叶片(10)向外打开,内腔(28)包括多个偏转器(34),所述偏转器(34)由下表面壁(22)的内表面(22i)和上表面壁(24)的内表面(24i)承载,

偏转器(34)在腔的径向方向上交替地布置在下表面壁和上表面壁上,

其中,每个偏转器(34)从下表面壁(22)的内表面(22i)或从上表面壁(24)的内表面(24i),以下表面壁(22)或上表面壁(24)的另一个的方向,在大体横向方向上延伸,

并且其中,在偏转器(34)的任一侧上,每个偏转器(34)在横向方向上的长度大于下表面壁(22)的内表面(22i)与上表面壁(24)的内表面(24i)之间的横向距离的一半,

使得偏转器的自由横向端横向地部分重叠,

其中,偏转器相对于横向方向是倾斜的;

其中,由下表面壁的内表面承载的偏转器和/或由上表面壁的内表面承载的偏转器相对于横向方向沿腔中的空气流的流动方向F倾斜。

2. 根据权利要求1所述的叶片(10),其特征在于,每个偏转器(34)在内腔(28)的上游轴向端壁和下游轴向端壁之间延伸。

3. 根据权利要求2所述的叶片(10),其特征在于,每个偏转器(34)被连接到内腔(28)的上游轴向端壁和连接到下游轴向端壁。

4. 根据权利要求2所述的叶片(10),其特征在于,偏转器相对于横向方向倾斜,并且由下表面壁承载的偏转器相对于由上表面壁承载的偏转器倾斜。

5. 根据权利要求1所述的叶片(10),其特征在于,由下表面壁(22)或上表面壁(24)之一承载的每个偏转器(34)径向地位于由下表面壁(22)或上表面壁(24)中的另一个承载的两个偏转器(34)之间。

6. 根据权利要求1所述的叶片(10),其中,内腔(28)包括大体径向定向的几个片段(30),所述片段相对于彼此轴向地偏移并且各自在叶片的根部与顶部之间延伸,从而形成在前缘与后缘之间轴向地延伸的蛇形件,

其特征在于,所述偏转器(34)形成在内腔(28)的至少一个片段(30)中。

7. 根据权利要求6所述的叶片(10),其特征在于,所述片段(30)是其中流体旨在沿从叶片(10)的顶部(16)到根部(14)的方向流动的片段(30)。

8. 一种用于制造根据权利要求1至7中任一项所述的叶片(10)的方法,该方法包括制造对应于叶片(10)的所述至少一个内腔(28)的芯部的步骤,芯部包括旨在形成偏转器(34)的凹部,

该方法进一步包括将芯部放置在模具中的步骤以及模制叶片(10)的步骤,

其特征在于,制造芯部的步骤是通过增材制造的步骤。

9. 一种包括燃气涡轮机的涡轮发动机,其特征在于,其包括多个根据权利要求1至7中任一项所述的叶片(10)。

涡轮发动机叶片和包括其的涡轮发动机及叶片的制法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种涡轮发动机叶片,特别是包括内部冷却腔的可移动的燃气涡轮机叶片。

[0002] 本发明更具体地涉及一种叶片,该叶片包括用于改进叶片壁与循环通过叶片的冷却空气流之间的热交换的装置。

背景技术

[0003] 涡轮发动机燃气涡轮机的叶片,例如经受来自涡轮发动机的燃烧室的气体的高温的高压涡轮机的可动叶片。

[0004] 这些温度足够高以引起对叶片的不可逆损坏,这具有限制其寿命的结果。

[0005] 为了限制这些叶片的加热,已知在叶片中产生冷却回路,该冷却回路包括其中诸如空气的冷却流体循环的一个或多个腔。

[0006] 空气通常通过叶片的根部引入,它以优化路径穿过每个腔,然后通过形成在叶片的壁中的孔喷射。

[0007] 优化冷却回路的目的是增加冷却空气与叶片壁之间的热交换。

[0008] 因此,将需要较少量的冷却空气来对其进行冷却。相对新鲜的冷却空气被传送到叶片根部,在叶片的内腔中循环以确保其冷却,然后冷却空气从叶片排放到总体气流中,其对于涡轮发动机的总体性能具有影响。

[0009] 此外,改进叶片的冷却允许其被用于经受具有更高温度的气体的流动路径中,因此允许由涡轮发动机产生增加的推力。

[0010] 对于流动路径中相同的流速和温度条件,改进叶片的冷却最终允许增加叶片的寿命。

[0011] 因此,通过增加气流与叶片壁之间的热交换,可以提高涡轮发动机的效率。

[0012] 在允许促进热交换的装置之中,已经提出在内腔中形成偏转器。这些偏转器在气流中产生扰动,因此促进热交换。

[0013] 本发明的目的是提出一种叶片设计,该叶片设计允许通过使用偏转器来进一步改进热交换。

发明内容

[0014] 本发明提出了一种涡轮机叶片,其旨在围绕涡轮机的轴线设置,相对于所述涡轮机轴线径向延伸并且包括在第一径向内端处的根部,在第二径向外端处的顶部和在根部与顶部之间径向延伸的叶身;该叶身由轴向上游的前缘、轴向下游的后缘、将前缘和后缘彼此连接的下表面壁和上表面壁界定,以及在根部和顶部之间延伸的至少一个内腔,在该内腔中的流体进口位于腔的径向内端处,并且所述流体的至少一个出口从叶片向外打开,

[0015] 内腔包括多个偏转器,所述偏转器由下表面壁的内表面和上表面壁的内表面承载,

[0016] 其特征在于,每个偏转器从下表面壁的内表面或从上表面壁的内表面,以下表面壁或上表面壁中的另一个的方向,在大体横向方向上延伸,

[0017] 并且其中,在偏转器的任一侧上,每个偏转器在横向方向上的长度大于下表面壁的内表面与上表面壁的内表面之间的横向距离的一半。

[0018] 偏转器的这种横向长度允许偏转循环空气流,使得其不再仅沿着叶片的大体轴线定向,而且使得其在经受最高温度且需要被冷却的下表面壁与上表面壁之间是弯曲的。

[0019] 优选地,每个偏转器在腔的上游轴向端壁和下游轴向端壁之间延伸。

[0020] 优选地,每个偏转器被连接到腔的上游轴向端壁和下游轴向端壁。

[0021] 优选地,偏转器相对于横向方向是倾斜的。

[0022] 优选地,偏转器相对于横向方向倾斜,并且由下表面壁承载的偏转器相对于由上表面壁承载的偏转器倾斜。

[0023] 优选地,由下表面壁或上表面壁之一承载的每个偏转器径向地位于由下表面壁或上表面壁中的另一个承载的两个偏转器之间。

[0024] 优选地,腔包括大体径向定向的几个片段,所述片段相对于彼此轴向地偏移并且各自在叶片的根部与顶部之间延伸,从而形成在前缘与后缘之间轴向地延伸的蛇形件,并且所述偏转器形成在腔的至少一个片段中。

[0025] 优选地,所述片段是其中流体旨在沿从叶片的顶部到根部的方向流动的片段。

[0026] 本发明还涉及一种用于制造根据本发明的叶片的方法,该方法包括制造对应于叶片的所述至少一个腔的芯部的步骤,芯部包括旨在形成偏转器的凹部,该方法还包括将芯部放置在模具中的步骤以及模制叶片的步骤,其特征在于,制造芯部的步骤是通过增材制造步骤。

[0027] 本发明还涉及一种包括燃气涡轮机的涡轮发动机,其特征在于,其包括多个根据本发明的叶片。

附图说明

[0028] 图1是包括冷却腔的涡轮机叶片的示意图;

[0029] 图2是腔片段的细节图,其示出了在腔中的偏转器;

[0030] 图3是图2中所示片段沿轴向平面的截面,其示出了偏转器对空气流动的影响;

[0031] 图4是图3的细节的更大比例的示意图,其示出了偏转器的优选几何形状;

[0032] 图5是类似于图4的视图,其中偏转器在第一方向上相对于叶片的主方向倾斜;

[0033] 图6是类似于图4的视图,其中偏转器在第二方向上相对于叶片的主方向倾斜;

[0034] 图7是类似于图4的视图,其中偏转器在两个相反的方向上相对于叶片的主方向交替地倾斜。

具体实施方式

[0035] 图1示出了涡轮发动机的可移动叶片10,如高压涡轮机的可移动叶片。

[0036] 将理解的是,本发明不限于该单个可移动叶片,并且它还可以应用于涡轮发动机涡轮机的静止叶片。

[0037] 叶片10包括称为叶身的空气动力学部分12,该空气动力学部分在根部14和顶部16

之间沿着叶片10的主轴线B延伸。

[0038] 当叶片安装在涡轮发动机中时,其主轴线B相对于涡轮机的主轴线被径向地定向,并且因此相对于涡轮发动机的主轴线被径向地定向,其中叶身12延伸穿过气体循环流动路径。

[0039] 在以下的说明中,将根据附图中所示的参考系ART来使用轴向、径向和横向定向,对于该参考系,轴向方向是涡轮发动机的主轴线的方向,径向方向是叶片10的主轴线B的方向,其相对于涡轮发动机的主轴线是径向的并且横向方向是垂直于轴向方向和径向方向的方向。

[0040] 根部14则位于叶片10的径向内端,其用于将叶片10与涡轮发动机的高压涡轮机盘连接。其设计是已知的,将不对其进行更详细的描述。

[0041] 顶部16位于叶片10的径向外端,其旨在设置在界定气体循环流路的环形壁的附近。

[0042] 叶身12成形为浸没在来自燃烧室的气流中。

[0043] 它包括位于叶片10的第一轴向端的前缘18、位于叶片10的第二相反轴向端的后缘20、各自在前缘18和后缘20之间延伸的下表面壁22和上表面壁24,它们横向界定叶身12。

[0044] 叶片10还配备有内部冷却回路26,该内部冷却回路旨在相对于来自涡轮发动机的燃烧室的气体的热量来冷却叶片10,并且其中叶片14旨在被沐浴。

[0045] 冷却回路26包括在叶身12中在叶片10的主轴线B的方向上延伸的至少一个腔28。

[0046] 在此,根据图1所示的实施方式,冷却回路26包括沿轴向方向分布的三个腔28,即设置在前缘18侧的前缘腔28a、设置在后缘20侧的后缘腔28b和轴向地位于前缘腔28a和后缘腔28b之间的中心腔28c。

[0047] 前缘腔28a和后缘腔28b两者都是具有径向定向,即基本上平行于主轴线B的定向的大体细长形状。

[0048] 中心腔28具有弯曲形状,其由三个连续的片段30组成,每个片段30径向地定向,也就是说,每个片段基本上平行于主轴线B并且对齐。

[0049] 中心段30在其靠近顶部16的径向外端与片段30的位于前缘18侧的端部连接,并在其靠近根部14的径向内端与片段30的位于后缘20侧的端部连接。

[0050] 因此,中心腔28在两个相邻片段30之间的每个接合处具有弯曲部。

[0051] 每个腔28包括位于叶片10的径向内端处(在此位于根部14处)的进口32,旨在冷却叶片10的空气流通过该进口被引入冷却系统中。

[0052] 此外,此处仅中心腔28的片段30位于比其它片段30更靠近前缘18,中心腔28的片段30包括进口32。

[0053] 每个腔28包括允许冷却空气从叶片10离开而进入气体流动路径中的孔(未示出)。这些孔尤其通向下表面壁22和上表面壁24。

[0054] 每个腔28由下表面壁22和上表面壁24横向地界定。

[0055] 因此,在其通过每个腔28的循环期间,冷却空气与下表面壁22和上表面壁24交换热量以冷却它们。

[0056] 为了促进冷却空气与下表面壁22和上表面壁24之间的热交换,至少一个腔28,并且优选地每个腔28包括多个空气偏转器34。

[0057] 每个偏转器34由下表面壁22的内表面22i或由上表面壁24的内表面24i承载,并且该偏转器在腔28内在横向方向上沿另一个壁22、24的方向突出,并且该偏转器平行于轴向方向。

[0058] 每个偏转器34的轴向尺寸基本上等于腔28的轴向尺寸,也就是说,每个偏转器在腔的基本上整个轴向尺寸上延伸。

[0059] 优选地,每个偏转器34在腔28的整个轴向尺寸上轴向地延伸,因此其连接至腔28的上游和下游轴向端壁。

[0060] 此外,偏转器34在腔28的径向方向上交替地布置在下表面壁22和上表面壁24上,也就是说,由下表面壁22的内表面22i承载的偏转器34被径向地定位在由上表面壁24的内表面24i承载的两个偏转器34之间,并且由上表面壁24的内表面24i承载的偏转器34被径向地定位在由下表面壁22的内表面22i承载的两个偏转器34之间。

[0061] 如在图4中可以更详细地看到的,每个偏转器34的横向尺寸大于下表面壁22的内表面22i与上表面壁24的内表面24i之间的距离的一半。

[0062] 因此,偏转器34的自由横向端横向地部分重叠。

[0063] 这意味着,这样形成在腔28中的管道,并且其中,冷却空气流不仅在主轴线B的方向上定向,而且其在腔28中横向缠绕。

[0064] 这迫使空气流比腔28的轴向长度行进更长的路径,并且因此这增加了空气流与下表面壁22和上表面壁24之间的热交换。

[0065] 此外,并且更具体地,相对于中央腔28的第二片段30,由于偏转器34的横向尺寸,空气流在该片段中行进其正弦轨迹,即使当它在与其他片段30中的循环方向相反的方向上循环时。

[0066] 实际上,根据偏转器短于下表面壁和上表面壁之间的一半距离的现有技术,这些偏转器仅在空气流中产生干扰。因此,当涡轮发动机运行时,施加在气流上并且由叶片的旋转产生的科里奥利效应,在腔的这个中间片段中倾向于将空气按压在叶片10的单个壁上,从而限制热交换。

[0067] 由于根据本发明的偏转器34的长度大于下表面壁22与上表面壁24之间的距离的一半,因此迫使空气流沿着下表面壁22的内表面22i和上表面壁24的内表面24i循环。

[0068] 此外,偏转器34形成用于与冷却空气进行热交换的翅片,这允许进一步增加冷却空气与下表面壁和上表面壁之间的热交换。

[0069] 根据图4所示的第一实施方式,每个偏转器34也垂直于腔28的大体径向方向,也就是说,其在横向轴向平面中延伸。

[0070] 根据图5至图7中所示的第二实施方式,每个偏转器34相对于横向方向倾斜。

[0071] 如图5所示,偏转器34都相对于横向方向具有相同的第一倾斜,这样使得它们彼此平行。

[0072] 在此,由上表面壁24承载的偏转器34沿在腔28中冷却空气流的流动方向倾斜,并且由下表面壁22承载的偏转器34沿与在腔中冷却空气流的流动方向相反的方向倾斜。

[0073] 在上表面壁24的内表面24i与由上表面壁24承载的每个偏转器34的下游壁之间在腔28中的空气流动方向上形成的角度A1是锐角,在下表面壁22的内表面22i与由下表面壁22承载的每个偏转器34的下游壁之间形成的角度B1是钝角,并且与角度A1互补。

[0074] 如图6所示,偏转器34都相对于横向方向具有相同的第二倾斜,这样使得它们彼此平行。

[0075] 在此,由上表面壁24承载的偏转器34沿与腔28中的冷却空气流的流动方向相反的方向上倾斜,并且由下表面壁22承载的偏转器34沿腔中的冷却空气流的流动方向上倾斜。

[0076] 上表面壁24的内表面24i与由上表面壁24承载的每个偏转器34的下游壁之间在腔28中的空气流动方向上形成的角度A2是钝角,下表面壁22的内表面22i与由下表面壁22承载的每个偏转器34的下游壁之间形成的角度B2是锐角,并且与角度A2互补。

[0077] 如图7中所示,偏转器34相对于横向方向沿在腔28中的空气流的流动方向F倾斜。

[0078] 该实施方式增加了腔28中的冷却空气流所行进的路线,并且因此进一步增加了热交换。

[0079] 由下表面壁22承载的偏转器34因此相对于由上表面壁24承载的偏转器34倾斜。

[0080] 在上表面壁24的内表面24i与由上表面壁24承载的每个偏转器34的下游壁之间在腔28中的空气流动方向上形成的角度A3是锐角,在下表面壁22的内表面22i与由下表面壁22承载的每个偏转器34的下游壁之间形成的角度B3也是锐角,并且优选地等于角度A3。

[0081] 偏转器34于是在沿着横向径向平面的截面中形成了被称为人字形图案的图案。

[0082] 此外,如图2所示,每个偏转器34在平行于轴向的平面中延伸。

[0083] 应理解的是,本发明不限于该实施方式,且每个偏转器34可在相对于轴向倾斜的平面中沿一个方向或另一方向延伸。

[0084] 为了生产叶片10,实施一种模制方法,其中使用芯部来形成腔28。

[0085] 根据该方法的一个优选实施方式,每个芯部通过增材制造步骤生产。

[0086] 该步骤允许形成复杂的部件,对于旨在制造腔28的芯部而言情况尤其如此,因为旨在形成偏转器34的凹部延伸超过芯部的分型线。

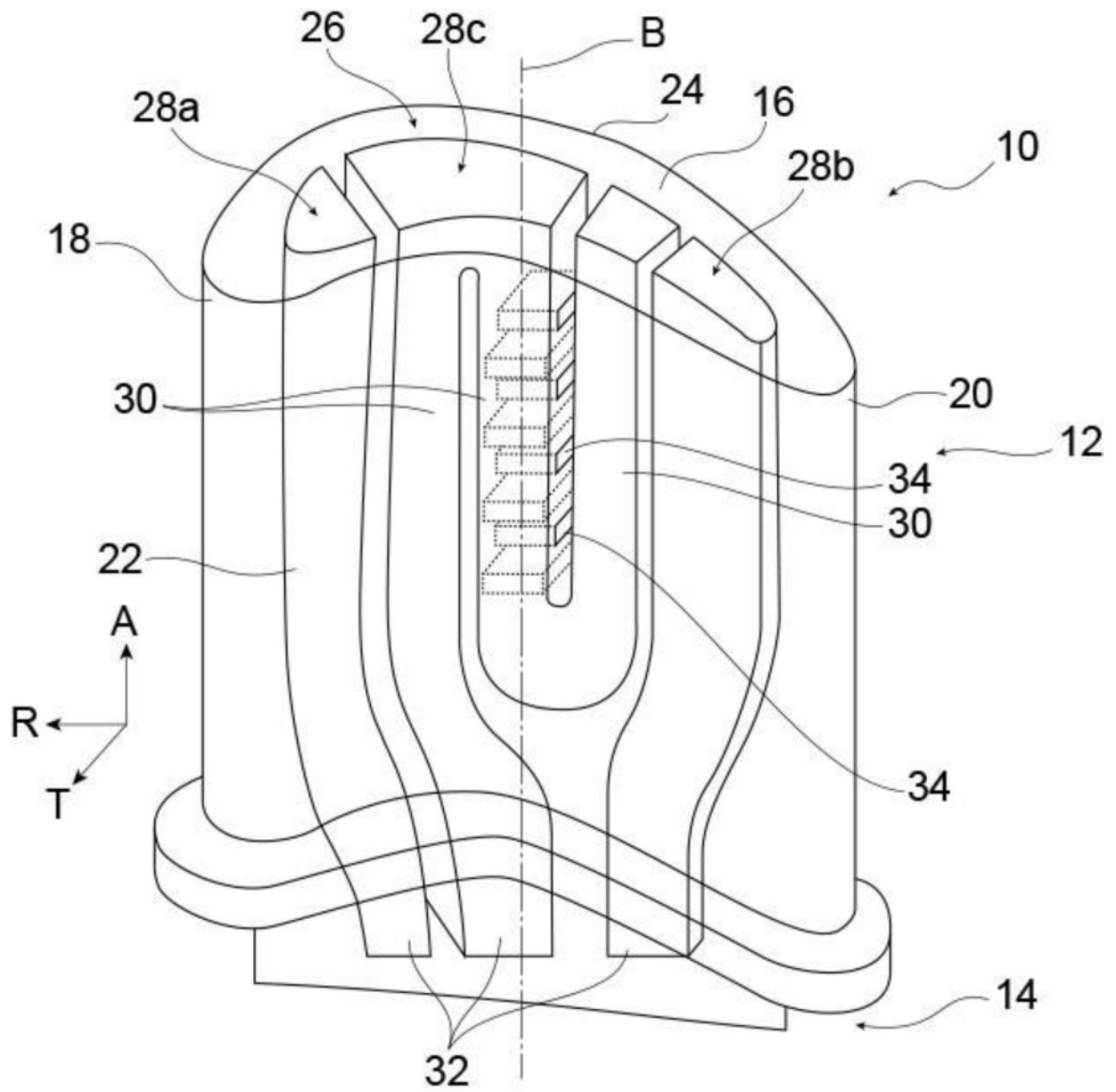


图1

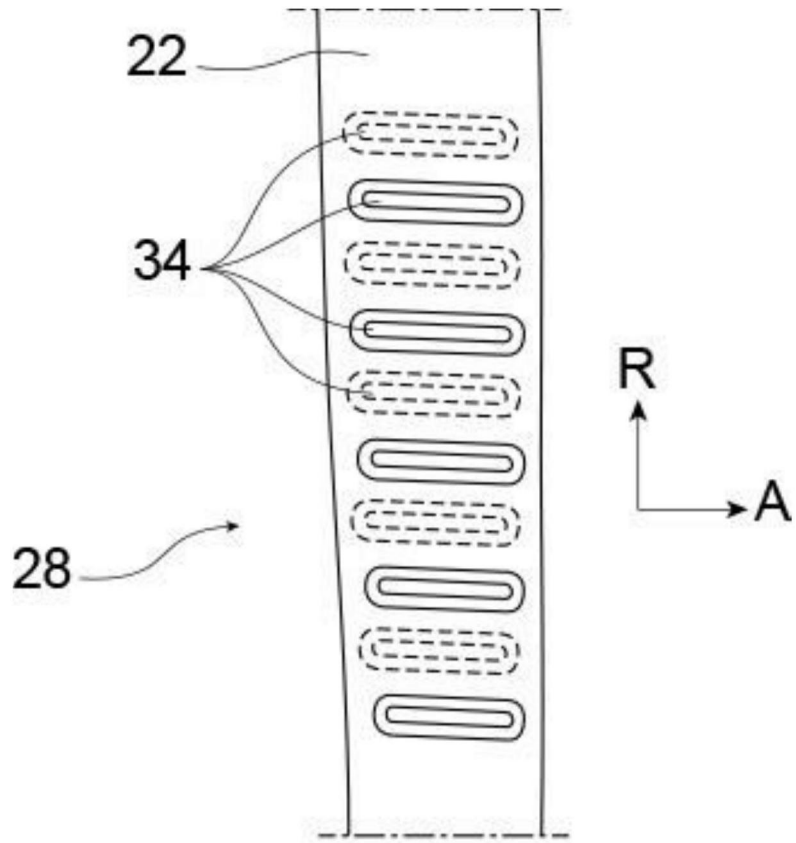


图2

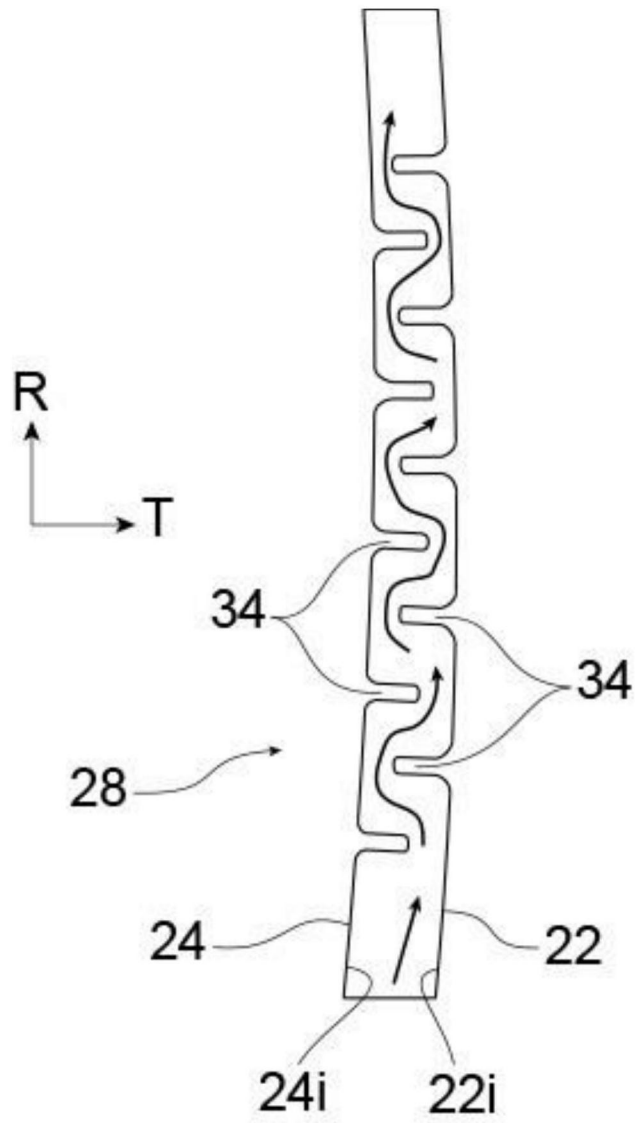


图3

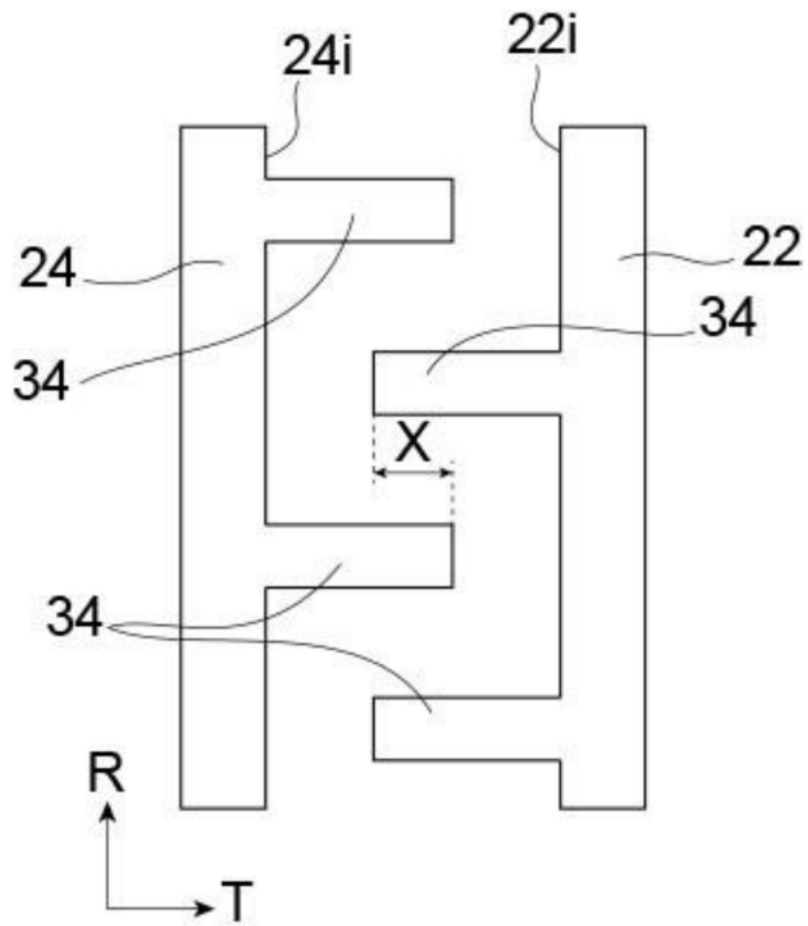


图4

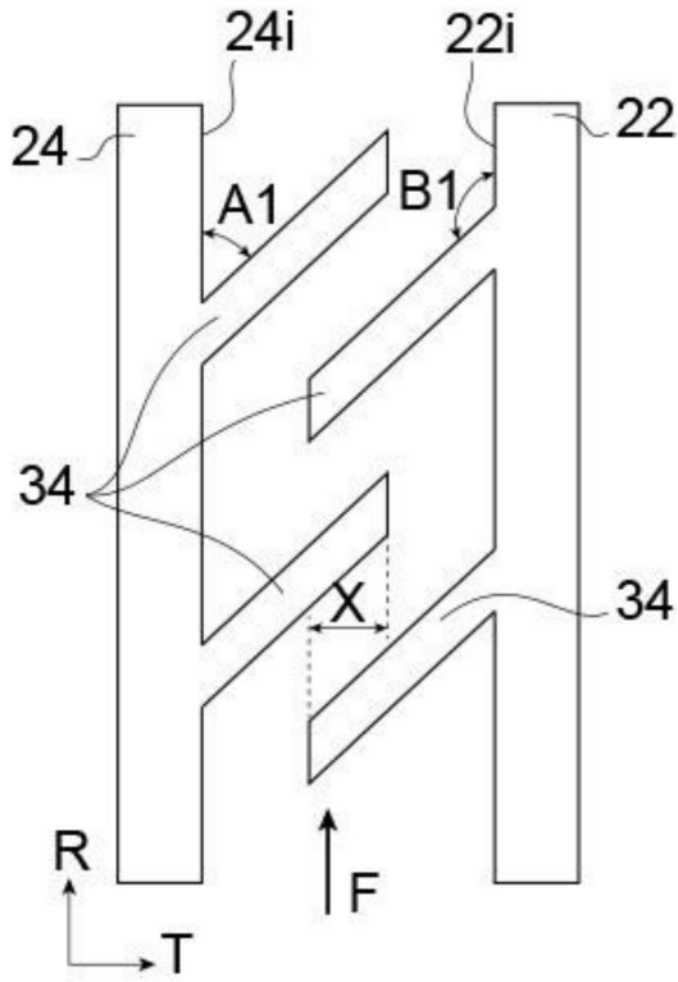


图5

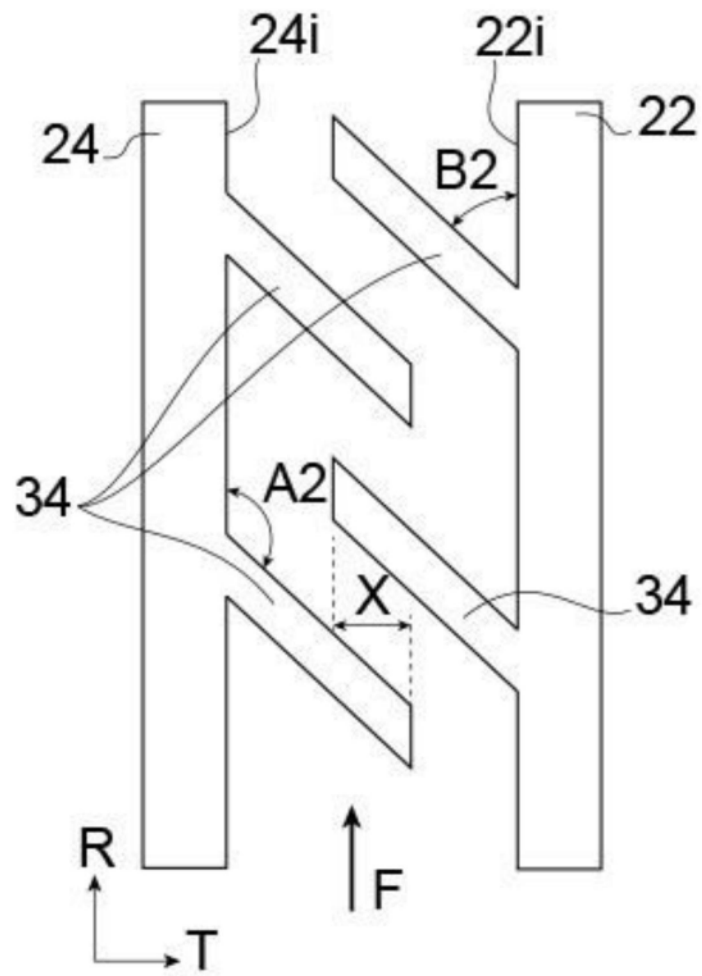


图6

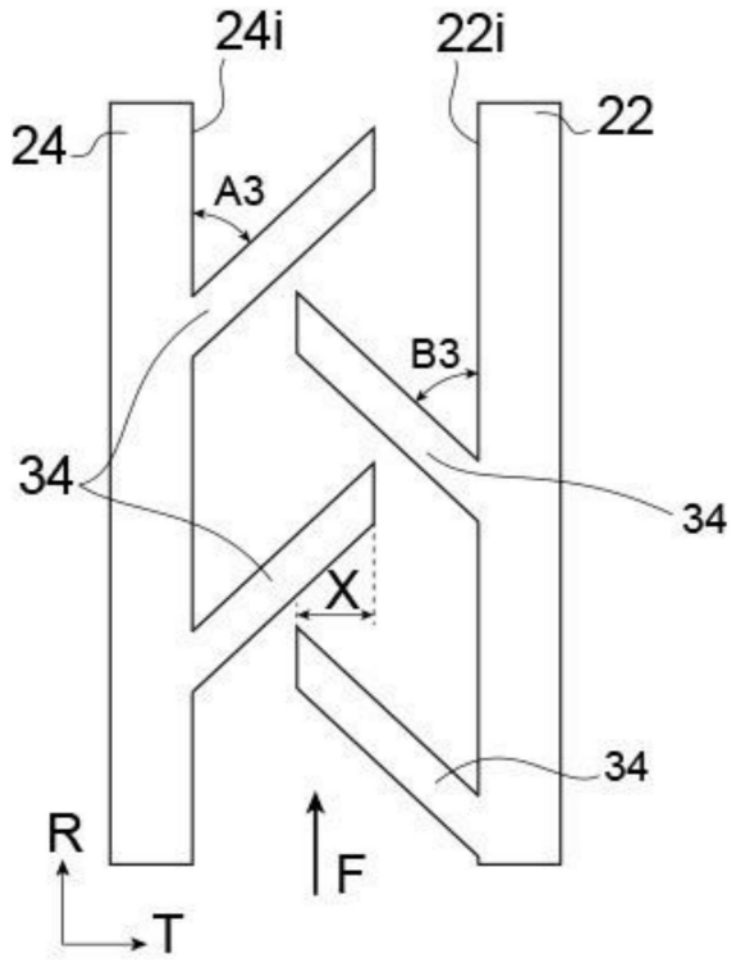


图7