



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105980662 B

(45)授权公告日 2018.06.22

(21)申请号 201580006655.2

(22)申请日 2015.01.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105980662 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(30)优先权数据

2014103219 2014.01.30 RU

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.07.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/051448 2015.01.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/113925 EN 2015.08.06

(73)专利权人 安萨尔多能源英国知识产权有限公司

地址 英国伦敦

(72)发明人 J.弗伯 P.V.拉勒廷

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李强 傅永霄

(51)Int.Cl.

F01D 5/18(2006.01)

(56)对比文件

US 3045965 A, 1962.07.24,
CN 103089336 A, 2013.05.08,
US 6039537 A, 2000.03.21,
US 5726348 A, 1998.03.10,
CN 1950589 A, 2007.04.18,
CN 102971494 A, 2013.03.13,

审查员 彭小熙

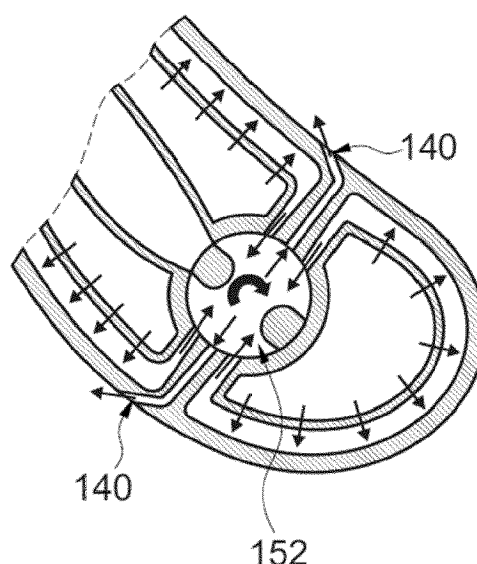
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

燃气涡轮构件

(57)摘要

一种用于形成涡轮的级的一部分的、可操作以改变冷却机制的燃气涡轮构件包括翼型轮廓段、冷却通道、膜孔和可互换的连接器。轮廓段包括压力面和吸力面,其在沿弦向相反的前缘和后缘处连接在一起。冷却通道在压力面和吸力面之间沿着前缘延伸,从而使冷却流体从中流出。膜孔配置在冷却通道上,从而可使冷却流体的一部分流向轮廓段的一部分。可互换的连接器配置在冷却通道上,一次一个,从而改变冷却机制。还可提供插件以关闭和打开膜孔。



1. 一种用于形成燃气涡轮的级的一部分的、可操作以改变其冷却机制的燃气涡轮构件,所述燃气涡轮构件包括:

翼型轮廓段(120),其具有压力面(122)和吸力面(124),它们在沿弦向相反的前缘(126)和后缘(128)处连接在一起;

至少一个冷却通道(130),其在所述压力面(122)和所述吸力面(124)之间沿着所述前缘(126)延伸,所述至少一个冷却通道(130)能够使冷却流体从中流出;

多个膜孔(140),其在所述至少一个冷却通道(130)和所述翼型轮廓段(120)的外部之间延伸,所述多个膜孔(140)能够引导来自所述至少一个冷却通道(130)的冷却流体的至少一部分在所述翼型轮廓段(120)的一部分上流动;和

可互换的连接器(180,190),其配置在所述至少一个冷却通道(130)上,从而通过在与所述多个膜孔(140)的打开和关闭协作的情况下改变冷却流体的流量而改变所述冷却机制。

2. 根据权利要求1所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述可互换的连接器中的第一可互换的连接器(180)包括弯盖(182),其适合于固定在所述至少一个冷却通道(130)上,从而当所述膜孔(140)关闭时可使冷却流体的至少一部分在所述翼型轮廓段(120)的内部部分中从所述前缘(126)流向所述后缘(128)。

3. 根据权利要求1所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述可互换的连接器中的第二可互换的连接器(190)包括带孔口(194)的平盖部件(192),其固定在所述至少一个冷却通道(130)上,从而当所述多个膜孔(140)打开时可使来自所述孔口(194)的冷却流体在所述至少一个冷却通道(130)中流动,冷却流体将从所述多个膜孔(140)被引导出,且从所述前缘(126)被引导至所述后缘(128),从而形成从所述前缘(126)延伸至所述后缘(128)的膜冷却层。

4. 根据权利要求1所述的燃气涡轮构件,其特征在于,还包括:

插件(150),其可操作地设置在所述至少一个冷却通道(130)中,与所述可互换的连接器(180,190)协作,以便结合所述冷却机制的变化而至少部分地关闭和打开所述多个膜孔(140)。

5. 根据权利要求4所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)可操作,以便至少部分地关闭所述多个膜孔(140),从而中断冷却流体在所述翼型轮廓段(120)的一部分上的流动,并引导冷却流体流在所述翼型轮廓段(120)中从所述前缘(126)流向所述后缘(128)。

6. 根据权利要求5所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)可操作,以便打开所述多个膜孔(140),从而可使冷却流体在所述翼型轮廓段(120)的一部分上流动,从而形成从所述前缘(126)延伸至所述后缘(128)的膜冷却层。

7. 根据权利要求4所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)是圆柱形回转阀,其适合于可操作地沿着其轴线旋转,从而关闭和打开所述多个膜孔(140)。

8. 根据权利要求7所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述圆柱形回转阀包括通孔部分,使得所述圆柱形回转阀旋转,以便使所述通孔部分的通孔分别与所述多个膜孔(140)匹配和不匹配,从而打开和关闭所述多个膜孔(140),从而启动和中断冷却流体。

9. 根据权利要求4所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)是圆柱形开关,其适合于可操作地沿着其轴线来回沿竖向移动,从而关闭和打开所述多个膜孔(140)。

10. 根据权利要求9所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述圆柱形开关包括间隔开的翅片,使得所述圆柱形开关可操作地来回沿竖向移动,以便使所述翅片分别与所述多个膜孔(140)匹配和不匹配,从而启动和中断冷却流体。

11. 根据权利要求4所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)可手动操作。

12. 根据权利要求4所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述插件(150)可通过液压装置、气动装置或电动装置中的一个而自动地操作。

13. 根据权利要求1所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述多个膜孔(140)包括选自圆柱形槽、扇形槽和操纵槽中的一个的几何形态。

14. 根据权利要求4-12中的任一项所述的燃气涡轮构件,其特征在于,还包括配置在所述前缘(126)侧的多个后通孔(160),其与所述至少一个冷却通道(130)协作,从而引导来自所述至少一个冷却通道(130)的冷却流体的至少一部分在所述翼型轮廓段(120)的内部部分中从所述前缘(126)流向所述后缘(128)。

15. 根据权利要求14所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述多个后通孔(160)在可操作时可通过所述插件(150)关闭和打开。

16. 根据权利要求1所述的燃气涡轮构件,其特征在于,还包括多个临时塞子(170),其适合于塞入所述多个膜孔(140)中,以关闭它。

17. 根据权利要求16所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述多个临时塞子(170)是陶瓷塞子、金属塞子、高温粘胶塞子中的一个。

18. 根据权利要求17所述的燃气涡轮构件,其特征在于,所述多个临时塞子(170)涂覆了导热粘结剂。

燃气涡轮构件

技术领域

[0001] 本公开涉及燃气涡轮发动机的领域,并且更具体地说涉及用于形成涡轮的级的一部分的涡轮构件,例如涡轮叶片或定子导叶。

背景技术

[0002] 涡轮主要用于将燃气能量首先转换成旋转能量形式的机械能量,然后转换成电能。

[0003] 被称为级的多排涡轮叶片或导叶用于使涡轮轴旋转。每个涡轮级交替地由固定构件和旋转构件组成。固定构件是安装在涡轮定子内部的几排涡轮导叶,而旋转构件是安装在涡轮转子上的几排涡轮叶片。

[0004] 对于高涡轮级的涡轮操作,高压和高温下的气体沿轴向进入涡轮中,并逐渐地从交替的固定和旋转的导叶排和叶片排移动,从而造成涡轮转子旋转,并使气体膨胀。在这种高温和高压环境中,在涡轮叶片或导叶上流动的气体可能处于接近或甚至超过制成涡轮叶片或导叶的材料熔点的温度,该材料例如为高温超合金。通过在其通道中提供冷却空气来冷却涡轮叶片是已知的,该通道从例如发动机的压缩机中接收相对较冷却的空气。额外的冷却通过在叶片或导叶中提供从冷却通道延伸至其外表面上的冷却孔来实现,使得来自通道的冷却空气可出现在外表面上,并沿着该表面流动,从而提供膜冷却。

[0005] 然而,当涡轮在不同的温度水平下进行操作时,这种膜冷却可能出于耐久性原因而不需要,并因此通过节省冷却空气而改善了涡轮效率,由此可能需要改变用于叶片或导叶的冷却机制。传统地,冷却机制方面的主要变化可通过铸造方面的变化来完成,其可为相当繁琐、冗长且不经济的。

[0006] 因此,关于这种涡轮中的要优化的叶片或导叶的设计和配置方面的其中一个基本需求是以高效的方式处理冷却机制方面的变化,从而可以经济且可适用的方式轻易地获得所需要的冷却机制。

发明内容

[0007] 本公开描述了一种燃气涡轮构件,例如涡轮叶片或定子导叶,其将呈现在以下简要概览中,以便对本公开的一个或多个方面提供基本的理解,这些方面意图克服所论述的缺点,但包括其所有优点,并提供某些额外的优点。这个概览不是本公开的广泛概述。其意图既不标识本公开的关键或重要元件,也不限制本公开的范围。相反,这一概览的唯一目的是以简化的形式展现本公开的某些概念、方面和优点作为后文所展现的更详细说明的序言。

[0008] 本公开的一个目的是描述一种涡轮构件,例如涡轮叶片或定子导叶、隔热罩,其被优化,以高效的方式处理冷却机制方面的变化,从而可以经济且可适用的方式轻易地获得所需要的冷却机制。从以下详细说明书和权利要求中将明晰本公开的各种其它目的和特征。

[0009] 上面提到的目的以及其它目的一方面可通过权利要求1的涡轮构件来实现。

[0010] 在本公开中特别指出了本公开的这些与其它方面以及表示本公开特征的各种新颖特点。为了更好地理解本公开、其操作优点和其用途,现在将参考附图和描述性的材料,其中示出了本发明公开的示例性的实施例。

附图说明

[0011] 参照以下详细说明和权利要求结合附图将更好地理解本公开的优点和特征,其中相似的元件用相似的表号来标识,并且其中:

[0012] 图1A至1C显示了根据本公开的一个示例性实施例的涡轮构件(例如涡轮叶片或定子导叶)的各种视图的示例,其具有其中一个可互换的连接器,其中图1A是透视图,图1B是沿着图1A的B-B看去的横截面图,并且图1C是图1A沿着A的顶视图;

[0013] 图2A至2C显示了根据本公开的一个示例性实施例的涡轮构件(例如涡轮叶片或定子导叶)的示例性透视图,其具有其中另一个可互换的连接器,其中图2A是透视图,图2B是沿着图2A的C-C看去的横截面图,并且图2C是图2A沿着D的顶视图;

[0014] 图3显示了根据本公开的一个示例性实施例的带插件的涡轮构件的示例性透视图;

[0015] 图4A和4B显示了根据本公开的一个示例性实施例的内部平台的顶视图,其具有按照图3的涡轮构件的插件;

[0016] 图5显示了根据本公开的另一示例性实施例的带插件的涡轮构件的示例性透视图;且

[0017] 图6A和6B显示了根据本公开的一个示例性实施例的内部平台的顶视图,其具有按照图5的涡轮构件的插件。

[0018] 在遍及附图的若干视图的描述中,相似的标号表示相似的部件。

具体实施方式

[0019] 为了完整地理解本公开,可结合上述附图参照以下详细说明书,包括所附权利要求。在以下细节描述中,出于解释的目的,阐述了许多特定的细节,从而提供对本公开的完整理解。然而,本领域中的技术人员应该懂得本公开可在不局限于这些特定细节的条件下实现。在其它情况下,仅以方框图的形式显示了结构和装置,从而避免使本公开晦涩难解。在本说明书中对“一个实施例”、“一实施例”、“另一实施例”的引述意味着结合实施例所述的具体特点、结构或特征包含在至少本公开的一个实施例中。在本说明书中的各个地方出现的短语“在一个实施例中”不一定全部指相同的实施例,独立的或备选的实施例也并非与其它实施例相互排斥。此外,描述了各种特征,其可通过某些实施例而非其它实施例来呈现。类似地,描述了各种需求,其可为某些实施例的需求,但可能不是其它实施例的需求。

[0020] 虽然以下说明书包含了许多用于举例说明目的的规定,但是本领域中的技术人员应该明白这些细节的许多变化和/或修改都在本公开的范围内。类似地,虽然本公开的许多特征是彼此结合或彼此协作而描述的,但是本领域中的技术人员应该懂得许多这些特征可独立于其它特征之外来提供。因此,本公开的说明书是在不丢失一般性,并且在不对本公开做出限制的条件下进行陈述的。此外,词语“一”和“一个”在这里并不表明数量的限制,而是

表明至少存在其中一个所指事物。

[0021] 现在参照图1至6B,其公开了燃气涡轮构件100的一个示例的各种视图,其用于形成燃气涡轮的级的一部分,其可操作以改变冷却空气的冷却机制(可能采用膜冷却模式和非膜冷却模式)。图1A至1C显示了涡轮构件100的各种视图的示例,例如涡轮叶片或定子导叶,其具有其中一个可互换的连接器。图2A至2C显示了涡轮构件100的各种视图示例,其具有其中另一个可互换的连接器。图3和图5中的涡轮构件100显示了根据本公开的各种实施例的具有各种类型插件(如下面所述)的涡轮构件100的透视图,而图4A,4B,6A和6B显示了带插件的涡轮构件100的各种顶视图。涡轮构件100可为作为整体或作为涡轮的一部分而配置的涡轮叶片、定子导叶或隔热罩。然而,出于简洁、清晰和避免重复起见,这里涡轮构件100将相对于涡轮叶片进行描述,而没有脱离包括限制的定子导叶或隔热罩或任何其它涡轮构件的范围。此外,既然具有涡轮和其涡轮构件100(后文被称为“叶片100”)以及各种相关元件的结构和布置对于本领域中的技术人员是众所周知的,所以在这里陈述所有结构细节和其解释不应被视为是获得理解本公开的目的所必须的。相反,简单地提及被视为是足够的,如图1至6B中所示,在叶片100中,只显示了与本公开的各种实施例的描述有关的那些构件。

[0022] 参照图1A至2B,叶片100包括翼型轮廓段120、至少一个冷却通道130、多个膜孔140和可互换的连接器180,190。翼型轮廓段120包括压力面122和吸力面124,其在沿弦向相反的前缘126和后缘128处连接在一起。此外,冷却通道130配置为用于在压力面122和吸力面124之间沿着前缘126延伸。冷却通道130能够使冷却流体从中流出,冷却通道130可从流体源,例如发动机的压缩机或任何其它来源中接收冷却流体。这里可能只有一个冷却通道130,或者在没有脱离本公开的范围的情况下,叶片100可根据要求配置为用于包括不止一个这种冷却通道。

[0023] 叶片100还包括多个在冷却通道130和翼型轮廓段120的外部之间延伸的膜孔140。在没有脱离本领域中已知的其它几何形态的范围内,所述多个膜孔140(后文被称为“膜孔140”)可具有选自圆柱形槽、扇形槽和操纵槽(console slot)中的其中一种几何形态。膜孔140能够引导至少一部分来自冷却通道130的冷却流体在翼型轮廓段120的一部分上流动,以便在翼型轮廓段120的一部分上形成空气膜冷却层,以用于对其冷却,并且被称为“膜冷却模式”。然而,如上面提到的那样,依赖于不同的温度水平;在翼型轮廓段120的一部分上可能不需要这种空气膜(被称为非膜冷却模式),并且用于叶片或导叶的冷却机制因此可能需要从膜冷却模式改变至非膜冷却模式,或者反之亦然。

[0024] 对于所述目的,同现有技术相反,叶片100配置为用于包括可互换的连接器180,190。可互换的连接器180,190配置在冷却通道130上,一次一个。可互换的连接器180,190适合于通过在与膜孔140的打开和闭合协作的情况下改变冷却流体的流量,从而改变冷却机制。如图1A至1C中所示,其中一个可互换的连接器180包括弯盖182。带弯盖182的连接器180适合于通过合适的手段(例如密封装置184)固定在冷却通道130上。然而,在没有脱离本公开的范围的情况下,连接器180可通过各种其它合适的手段进行固定,例如铜焊、焊接或其它机械接头。当膜孔140关闭时,连接器180可使至少一部分冷却流体在翼型轮廓段120的内部部分中从前缘126流向后缘128。此外,如图2A至2C中所示,其中另一个可互换的连接器190包括带有孔口194的平盖部件192。可互换的连接器190适合于通过合适的手段(例如密

封装置196)固定在冷却通道130上。然而,在没有脱离本公开的范围的情况下,类似于连接器180,连接器190可通过各种其它合适的手段进行固定,例如铜焊、焊接或其它机械接头。连接器190可使来自孔口194的冷却流体在冷却通道130中流动。此外,当多个膜孔140打开时,来自冷却通道130的冷却流体被引导至膜孔140,用于使冷却流体从前缘126流向后缘128,从而形成从前缘126延伸至后缘128的膜冷却层。可互换的连接器180,190能够根据要求改变叶片100中冷却流体的冷却机制,不管膜冷却模式或非膜冷却模式,这依赖于涡轮中的温度水平。

[0025] 现在参照图3至图6B,在本公开的各种实施例中,叶片100适合于包括插件150。插件150能够可操作地设置在冷却通道130中,与可互换的连接器180,190协作,以便结合冷却机制方面的变化而至少部分地关闭和打开膜孔140。具体地说,在非膜冷却模式中(可为涡轮的温度水平较低的时候),插件150可操作,以便至少部分地关闭膜孔140,从而中断在翼型轮廓段120的一部分上的冷却流体的流动。此外,在膜冷却模式中(可为涡轮中的温度水平较高的时候),插件150可操作,以便打开膜孔140,从而可使冷却流体在翼型轮廓段120的一部分上流动,从而形成从前缘126延伸至后缘128的空气膜冷却层。

[0026] 在一个实施例中,如图3,4A和4B中所示,插件150可为圆柱形回转阀(由标号“152”表示),其适合于沿着其轴线‘X’可操作地旋转,从而关闭和打开膜孔140。根据这个实施例,圆柱形回转阀152可包括通孔部分152a,使得圆柱形回转阀152旋转,以便在膜冷却模式和非膜冷却模式中使通孔部分152a的通孔152b与膜孔140分别匹配和不匹配,从而打开和关闭膜孔140,以启动冷却流体和中断冷却流体。

[0027] 在另一实施例中,如图5,6A和6B中所示,插件150是圆柱形开关(由标号“154”表示),其适合于沿着其轴线‘Y’可操作地来回移动,从而关闭和打开膜孔140。圆柱形开关154可包括间隔开的翅片154a,使得圆柱形开关154可来回沿竖向操作,可使翅片154a在膜冷却模式和非膜冷却模式中分别与多个膜孔140匹配和不匹配,打开和关闭它,从而可启动冷却流体和中断冷却流体。

[0028] 在一种形式中,插件150,例如圆柱形回转阀152或圆柱形开关154可手动地操作,从而例如分别沿着轴线‘X’旋转或沿竖向沿着轴线‘Y’来回移动。在另一种形式中,插件150,例如圆柱形回转阀152或圆柱形开关154可通过液压装置、气动装置或电动装置中的一个而自动地操作,从而例如分别沿着轴线‘X’旋转或沿竖向沿着轴线‘Y’来回移动。圆柱形开关154可定位在翼型轮廓段120中,圆柱形开关154可为机械开关或可更换的带孔口的部件。在手动模式中,圆柱形回转阀152或圆柱形开关154可在发动机拆卸之后且在部件拆卸之后接触到,其实际用于涡轮叶片,或者在发动机拆卸之后但没有部件拆卸的条件下接触到,其实际用于涡轮定子导叶。在自动模式中,圆柱形回转阀152或圆柱形开关154可具有主动控制器,例如元件156,其用于在操作期间利用远程激励器,例如液压、气动或机电开关,或通过利用双金属装置而高效地调节该部件。

[0029] 在本公开的一个进一步的实施例中,叶片100还包括配置在前缘126侧的与冷却通道130协作的多个后通孔160。后通孔160配置为用于引导至少部分来自冷却通道130的冷却流体在翼型轮廓段120的内部部分中从前缘126流向后缘128,用于从内部冷却叶片100或其翼型轮廓段120。如上所述,多个后通孔160可在可操作时通过插件150关闭和打开。后缘128可包括钉状翅片组128a(如图1A和2A中所示),冷却流体可在冷却翼型轮廓段120的内部部

分之后通过该钉状翅片组进来。图4A和4B中的各种箭头指示了冷却空气通过膜孔140和后通孔160的流动方向,而没有任何限制。此外,出于示例性图示起见,图6A和6B中的各种箭头指示了冷却空气从冷却通道130通过膜孔140流向翼型轮廓段120的方向(图6B),以及冷却空气从冷却通道130流向后通孔160的方向(图6A)。类似地,在图1A,1B,2A和2B中还指示了冷却流体流动的方向。例如,在没有任何限制的条件下,叶片100还可包括任何冲击冷却装置132,其可接收来自冷却通道130的冷却流体,以冷却前缘126。叶片100还可包括通道134,其可使冷却流体离开前缘126,并通过多个后通孔160将冷却空气引向后缘,以用于冷却后缘128。后文中将描述多个后通孔160。

[0030] 在本公开的一个进一步的实施例中,叶片100还可包括多个临时塞子170(如仅仅图4A中所示)。临时塞子170可适合于在非膜模式中塞入膜孔140中,以保护膜孔140免于热气的注入和氧化。在一种形式中,临时塞子170可为陶瓷塞子、金属塞子、高温粘胶或陶瓷塞子、涂覆了导热粘结剂的塞子中的其中一种塞子。在膜冷却模式中,通过现场或远程机械加压或化学分解可除去临时塞子170,以便打开膜孔140。

[0031] 本公开的燃气涡轮构件100,例如涡轮叶片或定子导叶或任何其它部件,例如隔热罩在各种范围内都是有利的。燃气涡轮构件100经过优化,以便以高效的方式处理冷却机制方面的变化,从而可以经济且适用的方式很容易地获得所需要的冷却机制。可互换的连接器和插件能够以经济的方式实现冷却机制的变化和可逆的冷却机制,从而消除了不经济的铸造需求。从上面的详细说明和所附权利要求中将明晰本公开的各种其它优点和特征。

[0032] 出于举例说明和描述的目的已经呈现了前面本公开的特定实施例的描述。它们并不意图是详尽无遗漏的,或者将本公开局限于所公开的精确形式,并且根据上面的传授,许多修改和变化是明显可能的。实施例是为了更好地解释本公开的原理和其实际应用而进行选择并描述的,从而可使本领域中的技术人员可在各种实施例中利用各种修改以更好地利用本公开,从而适合于所设想的特殊用途。应该懂得,在不脱离本公开的权利要求的精神或范围内,可设想各种省略和等效物的替代,其是依据情况可能提出的或为了提供便利而设想的,但这些都意图覆盖本申请或实施方式。

[0033] 标号列表

[0034] 100燃气涡轮构件

[0035] 120翼型轮廓段

[0036] 122压力面

[0037] 124吸力面

[0038] 126前缘

[0039] 128后缘

[0040] 128a钉状翅片组

[0041] 130冷却通道

[0042] 132冲击冷却

[0043] 134通道

[0044] 140多个膜孔

[0045] 150插件

[0046] 152圆柱形回转阀(插件150的一种形式)

- [0047] 152a通孔部分
- [0048] 152b通孔
- [0049] 154圆柱形开关(插件150的另一形式)
- [0050] 154a翅片
- [0051] 156元件
- [0052] 160多个后通孔
- [0053] 170多个临时塞子
- [0054] 180,190可互换的连接器
- [0055] 182弯盖
- [0056] 184密封装置
- [0057] 192平盖部件
- [0058] 194孔口
- [0059] 196密封装置。

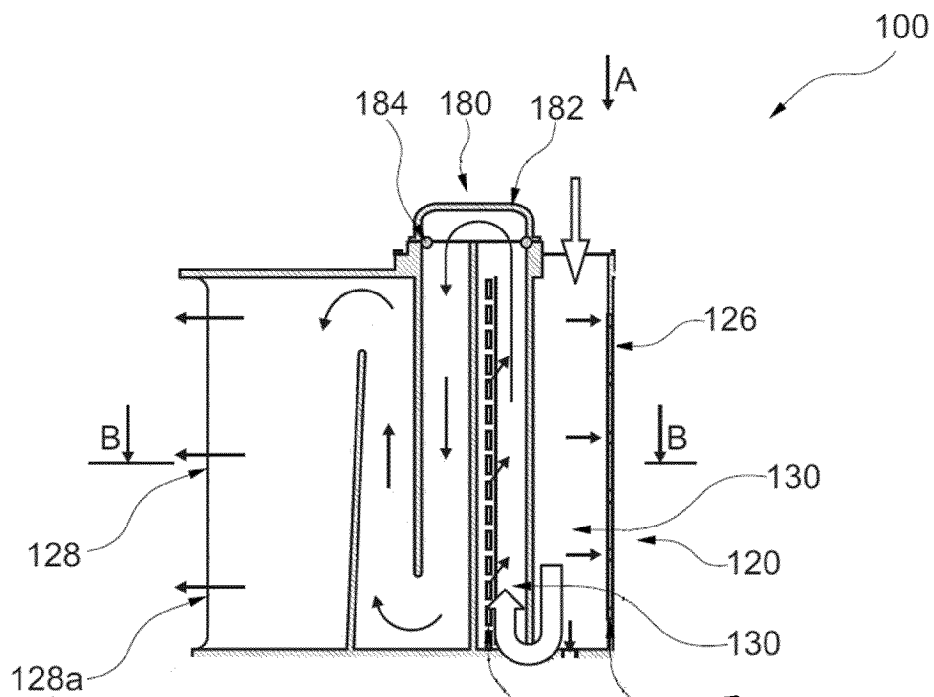


图 1A

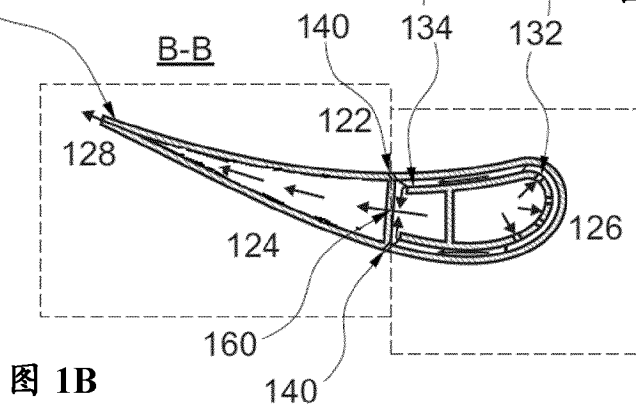


图 1B

视图 A

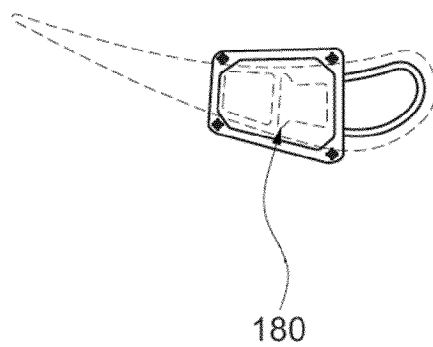


图 1C

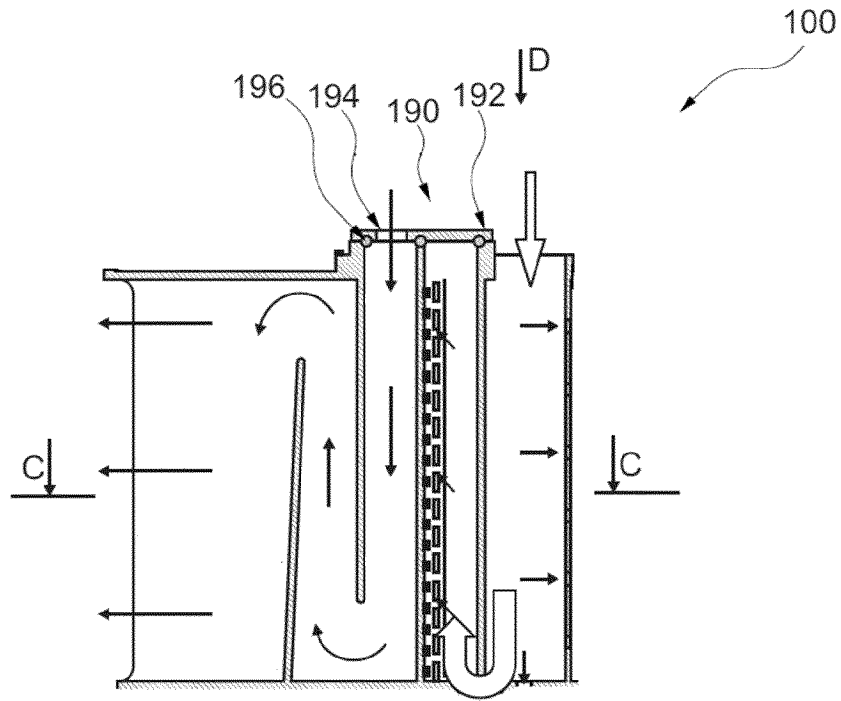


图 2A

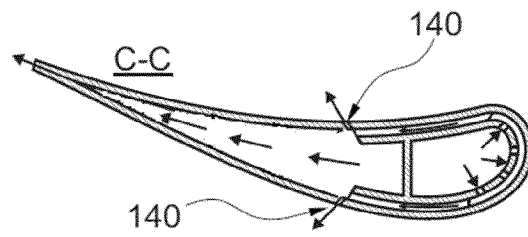


图 2B

视图 D

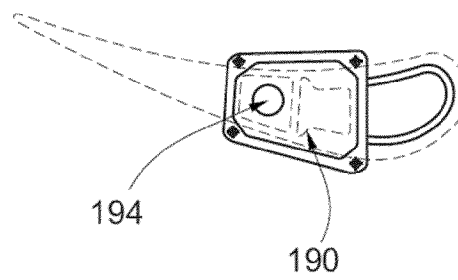


图 2C

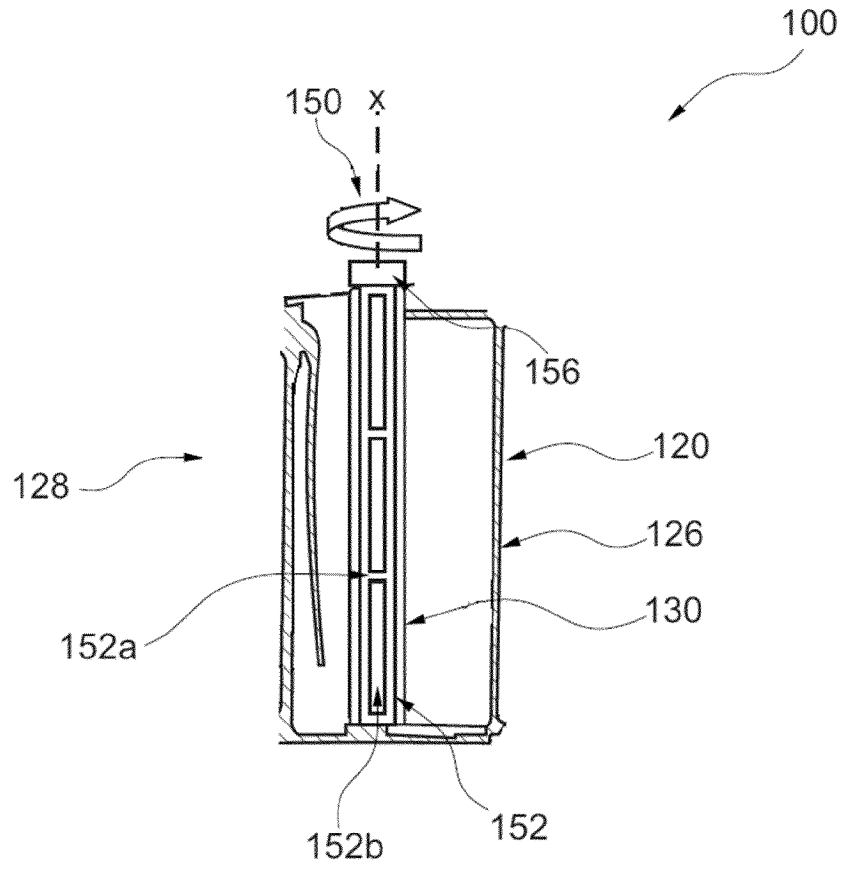


图 3

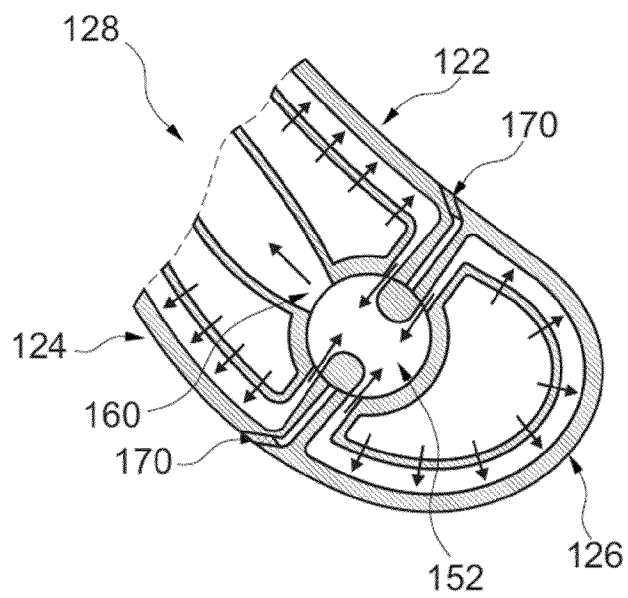


图 4A

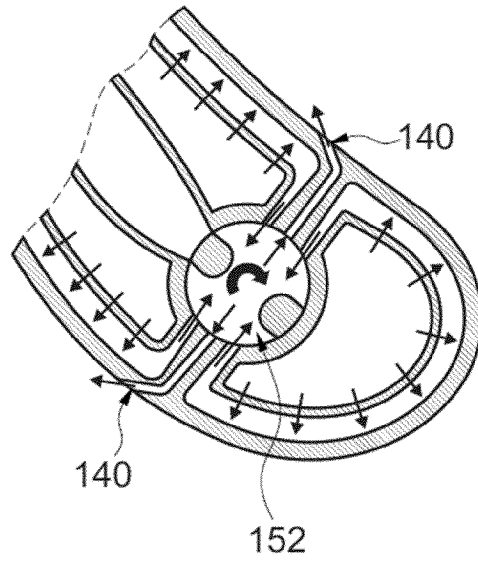


图 4B

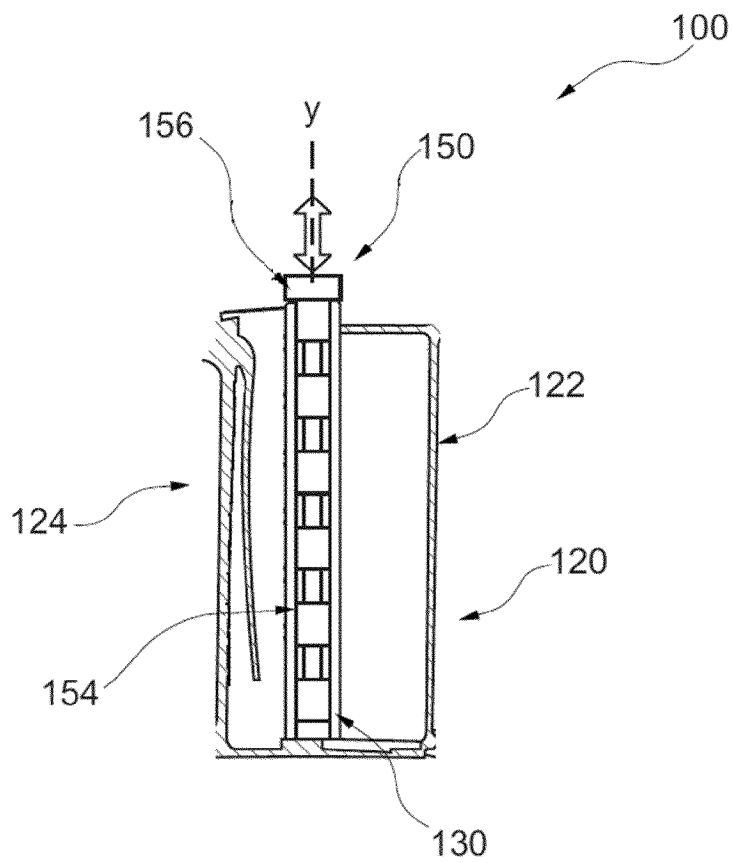


图 5

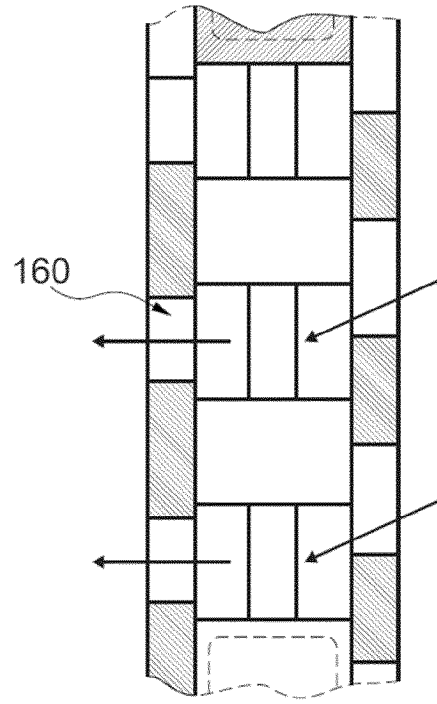


图 6A

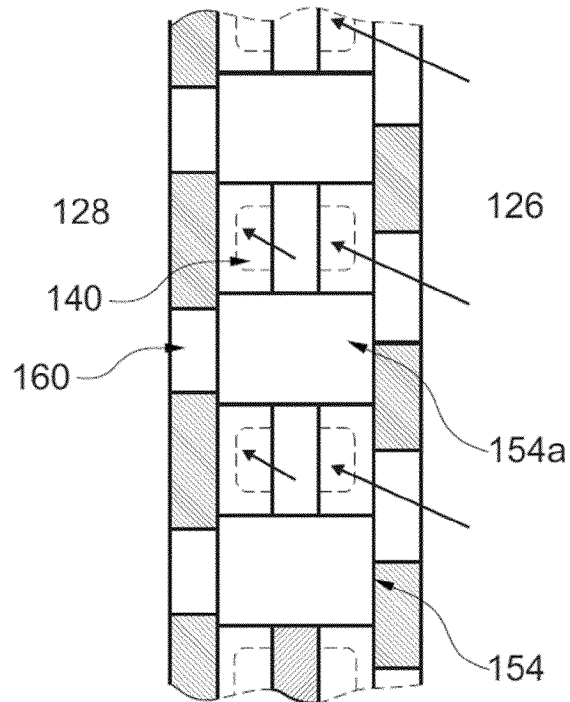


图 6B