(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102770623 B
(45)授权公告日 2015.01.07

(21)申请号 201080052132.9
(22)申请日 2010.11.16
(30)优先权数据
09014381.9 2009.11.17 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.05.17
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2010/067581 2010.11.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/061192 DE 2011.05.26
(73)专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
(72)发明人 弗朗索瓦·本科勒 马尔科·林克
托尔斯滕·马西亚斯
马尔克·米特尔巴赫
马里恩·莫托斯特
米夏埃尔·格罗尔曼
霍斯特·扎特霍夫
休伯特斯·米夏埃尔·维格尔
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 张春水 田军锋
(51)Int.Cl.
F01D 5/28(2006.01)
F01D 5/30(2006.01)
(56)对比文件
US 4037990 A,1977.07.26, 全文.
US 5240377 A,1993.08.31, 全文.
US 5292231 A,1994.03.08, 全文.
US 5409353 A,1995.04.25, 全文.
CN 101313129 A,2008.11.26, 全文.
EP 2077376 A2,2009.07.08, 全文.
审查员 朱云龙

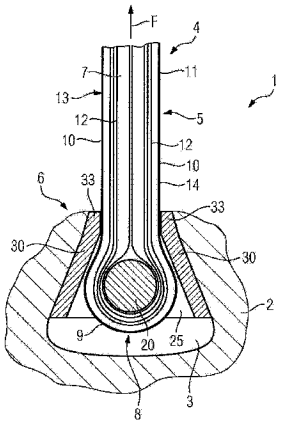
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于涡轮或者压缩机的叶片以及转子组件

(57)摘要

提出一种用于涡轮或者压缩机的、至少部分地由纤维强化的塑料、尤其是CFK制成的叶片，该叶片在运行条件下特别耐用。根据本发明，所述叶片(4)包括叶身(5)以及叶根(6)。所述叶身(5)基本上由折叠的由纤维强化的塑料制成的层压织物幅面(7)制成，其中，在弯折部(8)的区域中构成保持环(9)，并且其中由相叠置的幅面端部(10)形成叶片面(11)。所述叶根包括长形的承载件(20)，以及至少两个优选在两侧分别与所述承载件位置固定地连接的、用于将所述叶片(4)锚固在转子组件(2)的相应的槽(3)中的保持件(25)。所述叶身(5)借助所述保持环(9)悬置在所述承载件(20)上。



CN 102770623 B

1. 用于涡轮或者压缩机的叶片 (4)，包括叶身 (5) 以及叶根 (6)，

- 其中，所述叶身 (5) 由折叠的层压织物幅面 (7) 制成，所述层压织物幅面由纤维强化的塑料制成，其中，在弯折部 (8) 的区域中构成有保持环 (9)，并且其中，由相叠置的幅面端部 (10) 成形叶片面 (11)，

- 其中，所述叶根 (6) 包括长形的承载件 (20)，以及至少两个分别与所述承载件位置固定地连接的、用于将所述叶片 (4) 锚固在涡轮转子组件 (1) 的相应的槽 (3) 中的保持件 (25)，并且

- 其中，所述叶身 (5) 借助所述保持环 (9) 悬置在所述承载件 (20) 上，

其特征在于，各个用于稳定的所述保持件 (25) 通过至少一个侧壁件 (30) 相互连接，并且其中，所述侧壁件平行于所述承载件 (20) 定向，

其中，每个所述保持件 (25) 在承载件 (20) 的区域中相对于叶身 (5) 的纵向延伸成直角地在两侧上伸出超过叶身，以及

所述侧壁件 (30) 安装在所述保持件 (25) 的伸出超过所述叶身 (5) 的两个区域的侧边缘 (27) 上。

2. 根据权利要求 1 所述的叶片 (4)，具有至少一个用于锚固在相应的槽 (3) 中的另外的保持件 (25)，所述另外的保持件在所述承载件 (20) 的纵向上与尤其安装在端侧的两个保持件 (25) 中的每个间隔开地定位在所述承载件 (20) 上。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述侧壁件 (30) 形状配合或者材料配合地与所述保持件 (25) 连接。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，所述叶片具有两个侧壁件 (30)，所述两个侧壁件分别安装在所述保持件 (25) 的伸出超过所述叶身 (5) 的两个区域的侧边缘 (27) 上。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述承载件 (20) 的横截面成形为圆形或者三角形。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述承载件 (20) 由金属制成。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述承载件 (20) 在其表面 (21) 上设有滑动层 (22)。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述层压织物幅面 (7) 单向地构造，并且其中，所述层压织物幅面的主纤维方向最大程度地沿着由运行引起的离心力方向定向。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述叶身 (5) 至少部分地在其表面 (13) 上设有腐蚀保护层 (14)。

10. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (4)，其中，所述纤维强化的塑料构造为碳纤维强化的塑料 (CFK)。

11. 转子组件 (1)，具有转子 (2) 以及至少一个根据权利要求 1 至 10 之一所述的叶片 (4)，在所述转子中引入至少一个槽 (3)，其中，所述叶片 (4) 的叶根 (6) 插在所述槽 (3) 中，并且其中，所述叶根与所述转子 (2) 连接地定位在所述槽 (3) 中。

12. 根据权利要求 11 所述的转子组件 (1)，其中，所述保持件 (25) 和 / 或所述侧壁件 (30) 支撑在所述槽 (3) 的侧面上。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的转子组件 (1)，其中，所述保持件 (25) 填满槽横截面。

14. 根据权利要求 11 或 12 所述的转子组件 (1)，其中，不仅所述槽 (3) 而且所述保持

件 (25) 的横截面构造成梯形。

用于涡轮或者压缩机的叶片以及转子组件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种涡轮的或者压缩机的叶片。

背景技术

[0002] 涡轮机的叶片通常一方面包括空气动力学弯曲的叶身以及另一方面包括叶根，该叶根用于将叶片锚固在转子的相应的槽中。装备有叶片的转子在下面称为转子组件。

[0003] 现在也考虑碳纤维强化的塑料 (CFK) 作为相对新式的用于制造叶片的材料。由 CFK 制造例如有利地导致叶片的更低的重量。然而不利的是，CFK 对于压负荷相对不稳定。这种压应力在叶片上例如在叶根的区域中在槽内部通过由旋转引起的离心力的作用而产生。

[0004] 对此，例如由 US 4,037,990 已知一种涡轮机的、由纤维复合材料制成的动叶片。该动叶片由多个纤维状的层组成，这些层在其根侧的端部上构成共同的环。在此，这些环中的两个设置成用于构成叶根。为了将动叶片固定在转子盘中，设有早就开槽的螺栓，该螺栓的螺栓元件延伸穿过相应的环。螺栓头和可旋紧在该螺栓端部上的螺母将叶片固定地夹紧在转子的轴向槽中。在涡轮机运行时，由于离心力作用，纤维状的层被压到保持槽的承载侧面上。然而由于在此在这些层中出现的压应力，仅可有限地保持动叶片。此外，由 US 2,929,755 公知一种用于燃气轮机的动叶片，该动叶片在根侧具有圆柱形的、硬的芯，围绕该芯环状地设有多个由线制成的织造的层。由这些层也构成叶身。为了将动叶片固定在保持槽中，在芯上设有金属板，这些金属板贴靠在保持槽的侧面上。在两个金属板之间设有由塑料制成的填充材料，以便填充在最外面的层和保持槽轮廓之间的自由空间。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于，提出一种至少部分地由纤维强化的塑料，尤其是 CFK 制成的用于涡轮或者压缩机的叶片，该叶片是尤其耐用的，也 就是说使用寿命长。此外，本发明的目的在于，提供一种在运行条件下尤其耐用的、具有基本上由纤维强化的塑料制成的叶片的转子组件。

[0006] 关于叶片，该目的根据本发明的如下特征实现：用于涡轮或者压缩机的叶片包括叶身以及叶根，其中，所述叶身由折叠的层压织物幅面制成，所述层压织物幅面由纤维强化的塑料制成，其中，在弯折部的区域中构成有保持环，并且其中，由相叠置的幅面端部成形叶片面，其中，所述叶根包括长形的承载件，以及至少两个分别与所述承载件位置固定地连接的、用于将所述叶片锚固在涡轮转子组件的相应的槽中的保持件，并且其中，所述叶身借助所述保持环悬置在所述承载件上，其中各个用于稳定的所述保持件通过至少一个侧壁件相互连接，并且其中，所述侧壁件平行于所述承载件定向，每个所述保持件在承载件的区域中相对于叶身的纵向延伸成直角地在两侧上伸出超过叶身，所述侧壁件安装在所述保持件的伸出超过所述叶身的两个区域的侧边缘上。对此，叶片除了空气动力学弯曲的叶身之外还包括具有长形的或者销状的承载件的叶根，该承载件在优选的实施方式中由金属制成。

此外，叶根包括至少两个保持件，其中，这些优选为板形的保持件（至少在其径向上）位置固定地连接在承载件上。每个保持件构造成用于将叶片锚固在转子的相应的锤形的或者枞树形的槽中，并且可贴靠在槽的侧壁上。

[0007] 叶身基本上由层叠的由纤维强化的塑料、尤其是 CFK 制成的层压织物幅面制成，该层压织物幅面（基本上在这些保持件之间）围绕着承载件被引导。在此，两个分别远离承载件突出的幅面平地相互连接，以用于形成叶片面。叶身的围绕承载件引导的部分构成为用于将叶身悬置在承载件上的保持环。在此，在制造技术方面优选提出，首先制造用于成形叶身（即叶片面和保持环）的层压织物，并且随后将如此制成的叶身套装在承载件上。对此替选地，显然层压织物也可以围绕着承载件安装，以用于构成并且成形连接在其上的叶身。

[0008] 在叶片的常规的装配情况下，叶片借助其叶根，也就是说借助叶身的连同设置在其中的承载件的保持环置于转子的槽中，而叶片的叶身基本上相对于转子径向从槽中伸出。

[0009] 因为叶身借助保持环悬置在承载件上，所以作用在叶片上的由旋转 引起的离心力基本上通过承载件吸收。不发生或者仅在相对小的圆周上发生在叶身和转子槽之间的直接的力传递。因此，叶身或者说其层压织物绝大部分处于拉应力下。

[0010] 因为相比抵抗压负荷或者剪切负荷，纤维强化的塑料能更多倍地抵抗拉负荷，所以叶片和尤其叶片的呈叶根形式的固定区域由此相对于运行条件是尤其耐用的且使用寿命长。

[0011] 有利的是，使用纤维强化的塑料、尤其是 CFK 来制造叶身实现了构造在空气动力学方面尤其有利的叶身的可能性。由此，这有助于降低能量输入，该降低的能量输入又有利地引起降低的 CO_2 生成。由于纤维强化的塑料的更低的重量，在相同大小的叶根的情况下这种叶片的叶身也可以大于金属叶片的叶身。这也实现了质量流的提升。

[0012] 叶根的各个保持件为了稳定叶根而通过至少一个侧壁件相互连接，其中，侧壁件基本上平行于承载件定向。

[0013] 在此优选的是，设有两个侧壁件，这些侧壁件分别安装在保持件中的每个的两个侧边缘上，相应的保持件以这些侧边缘伸出超过叶身。相应于此地，两个侧壁件相对于承载件优选完全相对置。在此，尤其又如此地实现侧壁件的安装，使得这些侧壁件至少在保持件伸出超过叶身的区域中不接触层压织物幅面。由此可靠地避免了在层压织物幅面中的非期望的压应力。在梯形保持件中，侧壁件优选固定在梯形的两个腰上，使得力线完全在侧壁件上实现。这极大地降低了保持槽的端侧的负荷，并且因此使在转子盘中的负荷基于通过侧壁件显著变大的接触面而均匀化。因此，设置在两个相邻的保持槽之间的卡爪变小，由此保持槽在转子中紧凑的节约空间的布置是可能的。

[0014] 在本发明尤其优选的实施方式中，保持件中的每个在承载件的区域中至少基本上相对于叶身的纵向延伸成直角地在两侧上伸出超过叶身。换言之，在这种结构中，保持件在悬置叶身的区域中朝着两侧伸出超过层压织物幅面，使得层压织物至少在那里的区域中不与槽的相应侧面（槽侧面）接触。因此，在离心力的情况下叶片主要仅通过保持件并且不通过层压织物贴靠在槽侧面上，使得仅保持件经受压应力。这避免了在根侧的层压织物区域中的、在根侧的层压织物接触槽侧面时由于离心 力作用而出现的压应力。

[0015] 适宜的是，保持件中的每个也在叶片的通常径向靠内（背离叶片面）的侧上伸出

超过叶身，使得层压织物幅面也无接触地悬置在转子槽的槽底中。

[0016] 在本发明的另一实施方式中，叶根包括两个尤其安装在承载件端侧的保持件，以及至少一个第三保持件，其中，该第三保持件在承载件的纵向上与安装在端侧的两个保持件中的每个间隔开地定位在承载件上。优选的是，这些附加设置的保持件在承载件的长度上均匀地分布。在该实施方式中，叶身适宜地由多个层压织物幅面制成，这些层压织物幅面分别在两个保持件之间悬置在承载件上，并且由此中央的保持件定位在承载件的纵向上。原则上，保持件在长形的承载件上的两个固定位置取决于叶片重心地选择，使得保持件的非端侧的、然而设置在承载件端部区域中的固定位置也可以是有意义的。

[0017] 优选的是，保持件中的每个设有与承载件的横截面相匹配的穿通部，承载件相应地基本上精确配合地穿过该穿通部插入。可选的是，承载件与保持件焊接。

[0018] 适宜的是，侧壁件分别形状接合或者材料接合地优选插接或者焊接地与保持件连接。

[0019] 优选的是，承载件的横截面成型为圆的或者基本上三角形的。在三角形形状的情况下，优选等腰三角形，尤其是具有倒圆的棱边的等腰三角形，其中，被两个腰包围的棱边尤其大约朝向叶身的叶片面。

[0020] 优选的是，承载件在其表面上设有滑动层，尤其设有由聚四氟乙烯制成的层。由此，当必要时，最内部的层压织物幅面可相对于承载件滑动。

[0021] 在本发明的有利的实施方式中，层压织物基本上单向地构造，其中，层压织物具有主纤维方向，该主纤维方向基本上沿着由运行引起的离心力方向定向。由此，叶身对于所产生的拉力尤其稳定。附加地或者替选地，层压织物在叶根的区域中或者在承载件的区域中通过纤维的三维交织而强化。

[0022] 适宜的是，叶身至少在其叶片面的区域中在其表面上设有腐蚀保护层，尤其是由颗粒复合物或者由覆盖有硬质材料的金属薄膜制成的腐蚀保护层。该层也有利地改善了叶片对于水侵入的抵抗性。

[0023] 关于转子组件，上述的目的根据本发明通过如下特征实现：转子组件具有转子以及至少一个根据本发明所述的叶片，在所述转子中引入至少一个槽，其中，所述叶片的叶根插在所述槽中，并且其中，所述叶根与所述转子连接地定位在所述槽中。那么，转子组件包括转子，在该转子中引入至少一个槽以及前述根据本发明的叶片的至少一个。叶片借助其叶根位置固定地置于槽中。

[0024] 由于基本上由纤维强化的塑料制成的叶片的相对低的重量，设置在转子中的槽中的每个有利地相对小地构成。此外，整个转子组件有利地特别轻。显然的是，如果在运行负载的涡轮机中根据本发明的叶片应替代完全由金属或者不锈钢制成的叶片，那么叶根也可相对于叶身过大地构成。

[0025] 优选的是，槽和保持件相互协调成，使得保持件分别支撑在槽的侧面上。保持件在适宜的实施方式中基本上填满槽横截面。

[0026] 优选的是，不仅保持件而且槽的横截面基本上呈梯形地构造（“燕尾形槽”）。其他横截面形状，例如“枞树形”或者半圆形，对于保持件和槽横截面轮廓而言也是可能的。

[0027] 在本发明的适宜构型中，叶片的保持件彼此完全相同地构造，其中，槽在其长度上具有统一的宽度和形状。

[0028] 在转子组件的优选实施方式中，该转子组件包括多个分别基本上沿轴向定向的、在圆周上均匀分布的槽，其中，叶片尤其相应地置入每个槽中并且在那里定位。对此替选地，在涡轮转子组件的或者压缩机转子组件的转子中引入圆周槽，其中，多个叶片彼此排列地容纳在该槽中，并且固定在那里。

附图说明

[0029] 下面根据附图详细地解释本发明的两个实施例。附图示出：

[0030] 图 1 以横截面示出具有涡轮叶片的涡轮转子组件的第一实施方式，该涡轮叶片包括叶身以及叶根；

[0031] 图 2 以示意的分解图示出根据第一实施方式的叶根；并且

[0032] 图 3 以根据图 2 的示图示出根据第二实施方式的叶根。

[0033] 相互对应的部件和参数在所有附图中始终设有相同的附图标记。

具体实施方式

[0034] 图 1 以略微示意的剖视图示出涡轮转子组件 1。涡轮转子组件 1 包括由不锈钢制成的转子 2，多个轴向槽 3 以均匀分布在圆周上的方式引入到该转子中。在图 1 中仅示出转子 2 在单个轴向槽 3 的区域中的剖视图。在这里示出的第一实施方式中，每个轴向槽 3 基本上构成为所谓的燕尾形槽。

[0035] 在轴向槽 3 中容纳有涡轮叶片 4。该涡轮叶片 4 包括叶身 5（这里仅部分地示出），以及叶根 6，该叶根用于将涡轮叶片锚固在轴向槽 3 中。

[0036] 叶身 5 由多个叠置的主要由单向的 CFK 层压织物制成的幅面 7 制成。在此，幅面 7 优选大约在中心折叠成，使得在折叠时产生的弯折部 8 的区域中形成保持环 9。在远离该保持环 9 的一边（在图中上部），这些幅面端部 10 平地相互叠置，其中，它们在成型为叶身 5 的叶片面 11 的情况下是“接合的”。叶片面 11 大约在径向上从转子 2 的轴向槽 3 中伸出。

[0037] CFK 层压织物的主要纤维方向大约沿着幅面 7 定向，使得 CFK 层压织物的每个碳纤维 12 基本上平行于叶身 5 的纵剖面（基本上也分别在形成环的情况下）定向。

[0038] 叶身 5 在其（在这里示出的制造状态下）外侧的表面 13 上以腐蚀保护层覆盖。对此替代地，腐蚀保护层 14 仅设置在叶片面 11 的区域中。

[0039] 叶根 6 一方面作为承载件包括长形的金属芯 20，该金属芯为了悬置叶身 5 而插入到叶身的保持环 9 中。叶根 6 的结构根据在图 2 中的三维 分解图详细地解释。由此可看到，金属芯 20 由不锈钢制成的圆棒构成。金属芯 20 的表面 21 可设有例如由 PTFE（聚四氟乙烯）制成的滑动层 22。金属芯 20 在其两个端部 23、24 上分别与保持件 25 连接。两个保持件 25 基本上由完全相同的、等腰梯形的钢板构成，这些钢板可匹配于燕尾形的轴向槽 3 地插入到所述轴向槽中。

[0040] 每个保持件 25 在大约其面中心具有圆形的穿通部 26，金属芯 20 基本上精确配合地插入到该穿通部中，其中，这些保持件 25 大约相对于金属芯 20 成直角地伸出超过金属芯。

[0041] 在每个保持件 25 的两个腰 27 上，各一个边缘侧的凹部 28 被引入到所述腰中。这些凹部 28 用于固定两个侧壁件 30，两个保持件 25 在装配状态下分别在这些腰 27 上与这些

侧壁件连接。

[0042] 每个侧壁件 30 基本上由矩形的、长形的钢板构成。每个侧壁件 30 在侧面 31 上具有隆起部 32，该隆起部分别在相应的侧壁件 30 的整个长度上延伸。在此，隆起部 32 分别与凹部 28 互补地成型，使得侧壁件 30 可借助隆起部 32 在凹部 28 中固定位置。

[0043] 此外，每个侧壁件 30 具有稍微弯折的纵侧的边缘 33。在此，每个侧壁件 30 的尺寸确定为，使得侧面 31 的笔直的部分具有宽度 b，该宽度大约相应于保持件 25 的腰长 L。在装配状态下，侧壁件 30 分别在两侧安装、优选焊接在两个保持件 25 的两个腰 27 上。侧壁件 30 分别借助与边缘 33 对置的侧边缘 34 与梯形长边 35 大约齐平地设置，其中，弯折的边缘 33 分别在梯形短边 36 上伸出超过腰 27。

[0044] 由图 1 可看到，超出的边缘 33 基本上用于在装配状态下在切向方向上保持叶身 5。

[0045] 此外，由图 1 可看到，保持件 25 中的每个的平均宽度 B（图 2）的尺寸大到足以使得保持件在金属芯 20 或者保持环 9 的区域中基本上垂直于叶片面 14 地在两侧伸出超过叶身 5，即尤其也分别超过层压织物幅面 7。

[0046] 由此，尤其径向地在金属芯 20 或者保持环 9 的高度上，不存在在侧壁件 30 和 CFK 层压织物幅面 7 之间的接触。由此，在该区域中即使 在涡轮转子组件 1 运行时产生的（径向于转子作用的）离心力 F 作用下也不产生对 CFK 层压织物不利的压负荷。

[0047] 因此在运行时，叶身 5 沿着离心力 F 定向，由此叶身 5 近似仅处于拉负荷下，CFK 层压织物尤其也由于有利的主要纤维方向特别抵抗所述拉负荷。

[0048] 在这里示出的实施方式中，两个侧壁件 30 在轴向槽 3 中与转子 2 焊接。

[0049] 在图 3 中示出根据涡轮转子组件 1 或者涡轮叶片 4 的第二实施方式的叶根 6。该第二实施方式基本上相应于第一实施方式。与此不同地，叶根 6 在这里为了更有利地消除负荷而具有第三保持件 25，该第三保持件在金属芯 20 的纵向上大约设置在中央。该中央的保持件 25 类似于端侧的保持件 5 地构造，其中，金属芯 20 穿过穿通部 26 插入。

[0050] 叶身 5 在此由分成两部分的幅面 7 构成。在保持环 9 的区域中，幅面 7 分别在金属芯 20 的纵向上设置在这些保持件 25 之间，其中，所述幅面除了用于悬置叶身 5 之外也用于轴向固定中央的保持件 25。

[0051] 也可考虑具有四个或者更多保持件 25 的实施方式。

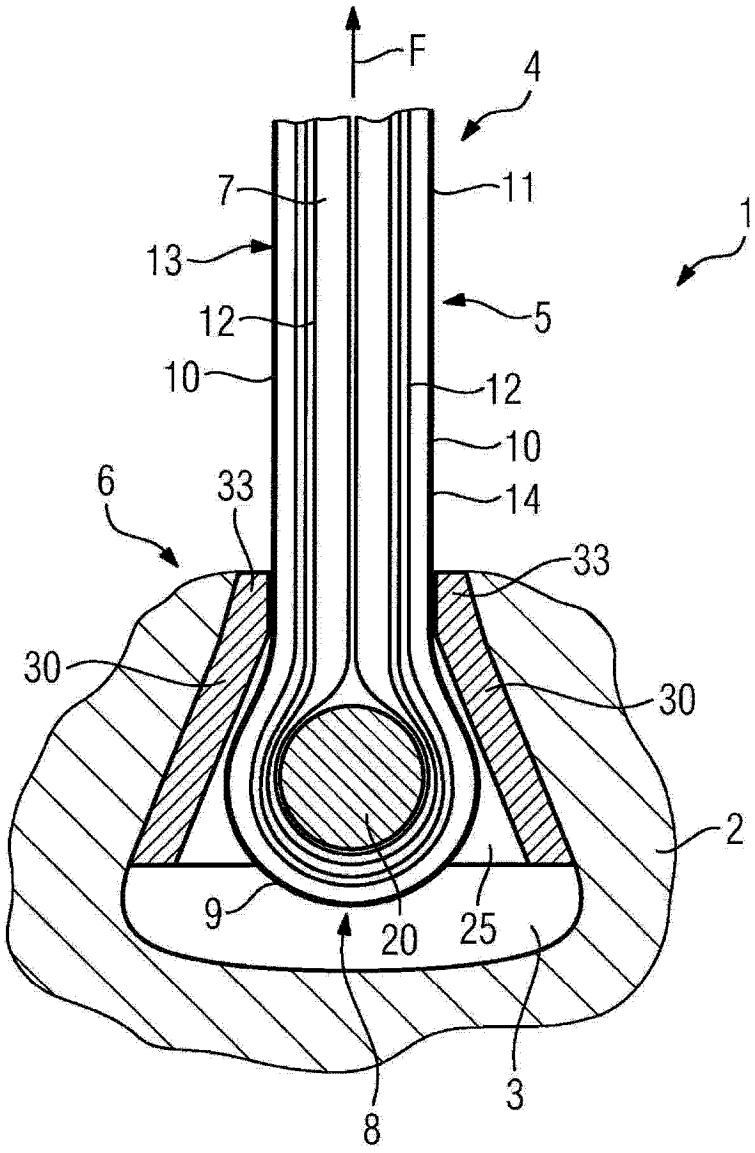


图 1

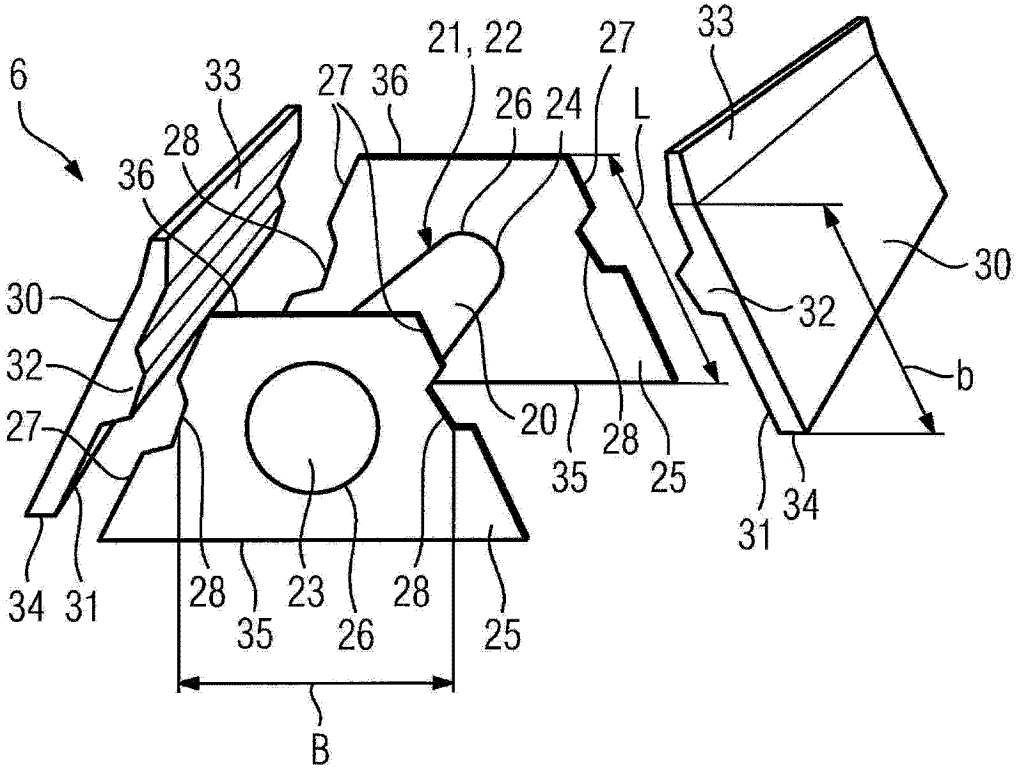

6
33
27
36
21, 22
27
33
26
24
L
28
36
30
32
27
20
28
25
35
34
31
30
32
b
34
31
28
23
28
35
26
25
B

图 2

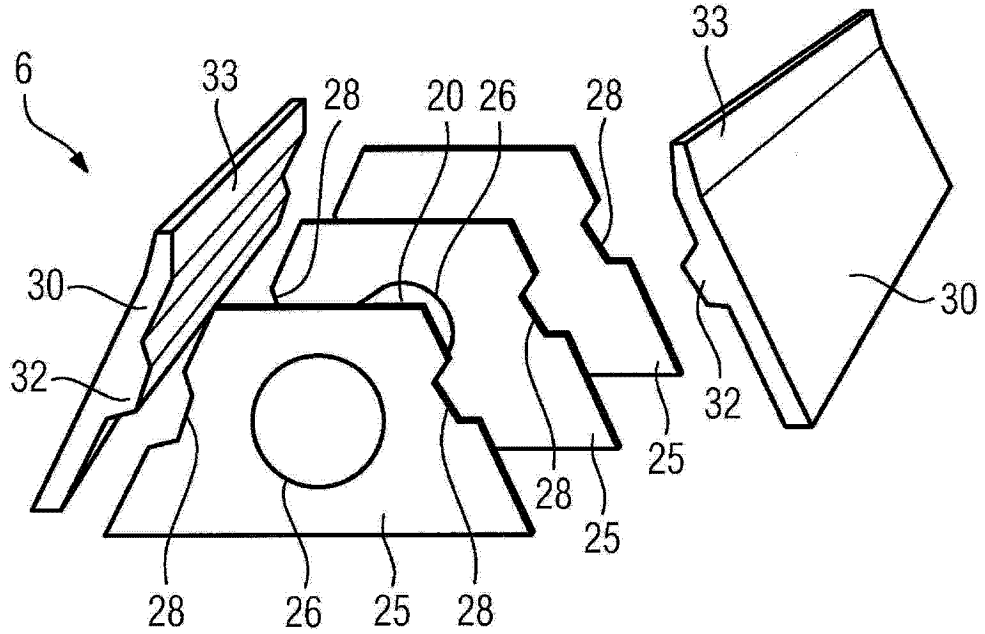

6
33
28
20
26
28
33
30
32
30
32
25
28
25
28
26
25
28

图 3