[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F01D 5/32 (2006.01)

[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810130751.X

[43] 公开日 2009 年 1 月 14 日

[11] 公开号 CN 101344015A

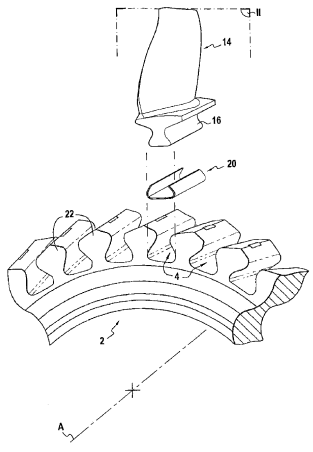
[22] 申请日 2008.7.14
[21] 申请号 200810130751.X
[30] 优先权
[32] 2007. 7.13 [33] FR [31] 0756466
[71] 申请人 斯奈克玛
地址 法国巴黎
[72] 发明人 查尔斯·杜盖 克里斯托弗·雅克让－皮埃尔·隆巴德
[74] 专利代理机构 中国商标专利事务所有限公司
代理人 刘广新
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

涡轮机叶片用的衬垫

[57] 摘要

一种涡轮机叶片(14)用的衬垫(20)，所述衬垫由两个侧壁(20A)和一个底部(20B)组成，两个侧壁压抵在叶片转子(16)的支撑面(16A)上，底部将两个侧壁相互连接在一起，所述衬垫至少在其侧壁(20A)上提供了一个多层结构，该结构带有至少三层材料(31，32，33)，彼此相互固定并按如下顺序叠加：第一层(31)为第一材料；第二层(32)为第二材料，以及第三层(33)为第三材料，后者与第一材料可选择不同，所述第一和第三材料在衬垫工作温度范围内任何任意工作温度点上都分别具有第一和第三杨氏模量值 E 和 E′，而所述第二材料在所述工作温度时具有第二杨氏模量值，该值在 E/20 到 E/5 和 E′/20 到 E′/5 范围内。



1. 一种涡轮机叶片(14)用的衬垫(20)，所述衬垫由两个侧壁(20A)和 一个底部(20B)组成，两个侧壁压抵在叶片转子(16)的支撑面(16A)上，而底部将两个侧壁相互连接在一起，所述衬垫特征在于，它至少在其侧壁(20A)上提供了一个多层结构，该结构带有至少三层材料(31, 32, 33)，彼此相互固定并按如下顺序叠加：第一层(31)为第一材料；第二层(32)为第二材料，以及第三层(33)为第三材料，后者与第一材料可选择不同，所述第一和第三材料在衬垫的工作温度范围内任何任意工作温度点上都分别具有第一和第三杨氏模量值E 和 E'，而所述第二材料在所述工作温度时具有第二杨氏模量值，该值在E/20到 E/5和E'/20到 E'/5范围内。

2. 根据权利要求1所述的一种衬垫，其特征在于，所述第一和第三材料是相似的。

3. 根据权利要求1所述的一种衬垫，其特征在于，所述第一和第三材料为金属合金或有机基复合材料，而第二材料为非金属材料。

4. 根据权利要求1所述的一种衬垫，其特征在于，所述第二材料在衬垫的工作范围内具有粘弹性特性。

5.根据权利要求1所述的 一种衬垫，其特征在于，所述第一、第二和第三层(31, 32, 33)还可以在衬垫的底部(20B)内延伸。

6. 一种涡轮机转子组件，其包括：一个在其外周缘带有槽(4)的转子轮盘(2)；通过叶根(16)固定到所述槽（4）内的叶片（14）；和根据前面任何权利要求所使用的衬垫(20)，每个衬垫的每个侧壁(20A)位于叶根支撑面(16A)和轮盘相应支撑面(22A)之间。

7. 一种根据权利要求6所述的涡轮机转子组件，其特征在于，每个衬垫(20)的底部(20B)在每个叶根下方延伸。

8. 一种根据权利要求6所述的涡轮机转子组件，其特征在于，每个衬垫(220)底部(220B)在轮盘(202)外周缘上方且在两个相邻槽(204)之间延伸。

9. 一种涡轮机，其包括了根据权利要求6所述的涡轮机转子组件。

涡轮机叶片用的衬垫

技术领域

本发明涉及涡轮机叶片用的衬垫。

背景技术

在涡轮机中，用来安装叶片的转子轮盘（即固定到转子上的轮盘）上，（活动）叶片是通过固定系统紧固到轮盘上的，这些固定系统可以由柄形紧固件组成，它们可以是直线性的或曲线性的，锤头形的或圣诞树形状的。这种紧固件系统可以称之为固定装置，其中，叶根部分形成了该系统的凸起部分并径向固定在轮盘外周缘内形成的该系统的凹下部分内，这种凹下部分通常称之为“槽”。

转子在转动时，叶片主要承受离心力，同时也承受轴向气动力，而叶根在离心力作用下在位于每个槽外开口两侧的轮盘的部分对接压装。叶根和轮盘相互对接的表面通常称之为“支撑面”。这些支撑面承受压力（由于作用到所述支撑面上的所述离心力和气动力）。按照一级近似法，估计该压力取决于转子转动速度的平方。

于是，人们会了解到，在涡轮机工作周期期间转子转动速度的变化：从静止状态到全推油门，经过了各种特别中间速度（对于航空涡轮机来讲，系指空转、滑行、巡航、下降等），都会引起作用在上述支撑面上的压力的变化。这些与接触部件弹性变形相关的压力变化会引起叶根和轮盘之间的相对移动。当这些压力重复出现时，这些相对运动－根据其特性称之为 滑动或分离－则会造成叶片或轮盘支撑表面的磨损。另外，对于叶片按给定旋转速度进行动态运动（叶片对谐振或瞬间交替应力的反应）来讲，还会出现所述支撑表面磨损的现象。这些磨损现象无疑会影响到涡轮机的使用寿命。

可以采用各种所谓的“抗磨损”解决方案，例如延缓接触面处磨损的方案，这些解决方案都涉及在叶根和轮盘之间插入一个第三物体，称之为“衬垫”。 特别是，该衬垫的应用可使接触面的数量翻了一番（即从一个单一的叶片/轮盘接触面增加到两个接触面，叶片/衬垫和衬垫/轮盘），以减少相互接触部件之间的相对运动，从而降低了使用时的磨损。

FR 2 890 684 号专利文件介绍了上述衬垫的一个已知示例。该衬垫是全部用金属制成的，它是由一个薄金属板适当折叠而成。

发明专利内容

本发明的一个目的是，提供一种就“抗磨损”性能来讲比上述已知衬垫更有效的衬垫，从而向叶片和轮盘的支撑表面提供更好的保护。

所述目的可以通过一种涡轮机叶片衬垫来实现，所述衬垫包括两个侧壁和一个底部，所述侧壁与叶根的支撑表面相抵，而底部将两个侧壁相互连接，其特征在于，所述衬垫至少在其侧壁部分提供了一种多层结构，该结构包括至少三层，按如下方式相互固定并重叠：第一层为第一材料；第二层为第二材料；以及选择不同于第一材料的第三材料的第三层，所述第一和第三材料分别给出了在衬垫工作温度范围内任何任意工作温度的第一和第三杨氏模量E和E'值，以及所述第二材料给出了所述温度点上E/20到E/5和E'/20 到 E'/5的第二杨氏模量值。

应该指出的是，一种材料的杨氏模量会随着该材料温度的不同而变化的，因此，E和E'值取决于温度。

术语“工作温度”用来表示在正常使用条件下涡轮机工作时衬垫所承受的温度。在本发明中，如上定义，在衬垫工作温度范围内，对于所有温度来讲，都需要满足所述第一、第二和第三杨氏模量之间的关系。

例如，当衬垫用于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的风扇或低压压缩机时，其工作温度应在20°C 到 150°C的范围内。当衬垫用于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的高压压缩机时，其工作温度应在150°C 到500°C的范围内。当衬垫用于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的高压涡轮时，其工作温度应在400°C到700°C的范围内。

为此，本发明涉及到采用所述多层结构，其中，在所要求工作温度范围内，第二材料的（均质或异质）弹性特性要优于第一和第三材料的（均质或异质）弹性特性。

在一个实施例中，所述第一和第三材料是相同的或不同的金属合金或有机基复合材料，而所述第二材料为非金属材料。例如，第二材料可以采用橡胶、硅、聚酰亚胺、玻璃、环氧树脂制成，但并不仅限于这些材料。

本发明的衬垫的多层结构具有如下作用：

由于第二层的弹性作用，采用衬垫后可以均匀分布接触压力；

一旦转速发生变化，由于第二层内“静态”剪切力，可以限制部件之间因离心力产生的相对位移；

由于第二层的“动态”剪切力，可以阻尼叶片的任何动态位移。

这些作用的一个突出特点是，可以防止或限制支撑表面的磨损，从而提高了叶根和轮盘的使用寿命。

在衬垫工作温度范围内，如果第二层材料具有粘弹性特性时，这些作用还会增强，特别是可以阻尼叶片的任何动态运动。

本发明还提供了一种涡轮机转子组件，其包括：在其外周缘设有槽的转子盘；通过叶根固定到所述槽内的叶片；和使用本发明的衬垫，每个衬垫的每个侧壁位于叶根支撑面和轮盘相应支撑面之间。

最后，本发明还提供了一种涡轮机，其包括上述转子组件。

阅读如下详细说明，可以更好地理解本发明及其优点。

该衬垫可以应用于任何类型的涡轮机，不论是地面还是航空涡轮机（涡轮喷气发动机、涡轮螺旋桨发动机、地面燃汽轮机等）。在双路式双转子航空涡轮喷气发动机的特定情况下，本发明所述衬垫可以用于涡轮喷气发动机的风扇叶片、低压压缩机（或称“增压器”）动叶片、高压压缩机、高压涡轮、低压涡轮。

在该用途下，轴向方向对应于涡轮机转子的轴线 A 的方向，而径向方向则是垂直于轴线 A 的方向。此外，除非另有规定，形容词“内”和“外”等则相对于径向而言，即一个部件的（径向）内部比该部件的（径向）外部更接近轴线 A。

附图说明

图1为涡轮机转子组件的局部分解示意图，图示转子装置包括一个转子轮盘、本发明所述衬垫，以及一个叶根；

图2为图1所示装置装配状态下II-II平面的径向剖面图；

图3为类似图2所示装置的剖面图，图示了本发明的另一种衬垫；

图 4 为类似图 2 所示装置的剖面图，图示了本发明的另一种衬垫，该衬垫位于两个邻近的槽的中间。

具体实施方式

如图1和图2所示，转子轮盘2在其周围带有若干个凹槽或“槽”4，这些槽形成了腔室，每个腔室可以安装叶片14的叶根16，叶根16周围是衬垫20。叶根16和风扇轮盘2采用一例如一钛合金制成。

应该注意的是，这些装置还带有一个隔片（图中未示），位于叶根16和槽4的底部之间。

当轮盘2转动时，叶片14承受离心力，叶根16上的支撑面16A就会紧紧压在轮盘2的支撑面22A上。在所述示例中，支撑面16A构成了叶根16的两翼，而支撑面22A构成了轮盘唇形部分的底面，后者沿每个槽4的外开口两侧延伸。

衬垫20包括两个侧壁20A，用来与叶根16的支撑面16A接触，还包括一个底部20B一此处为一个底板一将两个侧壁相互连接并在叶根16的底部延伸。衬垫20构成了一个磨损件，其主要作用就是限制叶根16和风扇转子轮盘2的磨损。

在图2所示示例中，衬垫20在其侧壁20A和底部20B中提供了一个多层结构，该结构由相互粘结在一起的三层材料31, 32, 33组成。这三层材料按照从叶根16向轮盘2的如下顺序叠加：第一层31为第一材料；第二层32为第二材料；以及第三层33为第三材料。在这个示例中，第三材料与第一材料相似，这样它们提供了相同的第一杨氏模量。根据本发明，在衬垫的任何工作温度T处，第一杨氏模量具有一个相应的E值，而在所述温度T处，所述第二材料提供了一个第二杨氏模量，其值在E/20 到 E/5的范围内。

人们应能看到，衬垫20必须具有一定的刚性，以便具有机械功能和抗磨损功能，这样，对于金属衬垫来讲，E值优选大于或等于110,000兆帕(MPa) （例如，如果衬垫是用镍基超合金制成，其E值为210,000兆帕，如市场销售的此类合金牌号为“Inconel”），而对于有机基复合材料衬垫来讲，E值大于或等于70,000MPa。

就材料的选择来讲，很显然，其取决于衬垫的工作温度。

当转子组件属于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的风扇或低压压缩机时，其承受的工作温度应在20°C 到 150°C的范围内。在这种情况下，举例来说，对于第一材料，可以选择镍基超合金，按重量计算，铁和铬都大于15%，诸如市场上销售的名称为“Inconel 718”的超合金；而第二材料可以是橡胶（天然或合成橡胶）。在这些情况下，第一材料还可以是一种使用了环氧树脂基的复合材料制成，采用增强纤维，例如碳；而第二材料可以是其自身的环氧树脂（而第一和第二材料之间的杨氏模量差与纤维的使用有关）。

当转子组件属于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的高压压缩机时，其承受的工作温度应在150°C到 500°C的范围内。在这种情况下，举例来说，对于第一材料，可以选择镍基超合金，按重量计算，铁和铬都大于15%，诸如市场上销售的名称为“Inconel 718”的超合金；而第二材料可以是硅或聚酰亚胺。

当转子组件属于一个双路式双转子航空涡轮喷气发动机的高压涡轮时，其承受的工作温度应在400°C到 700°C的范围内。在这种情况下，举例来说，对于第一材料，可以选择镍基超合金，按重量计算，铁和铬都大于15%，诸如市场上销售的名称为“Inconel 718”的超合金；而第二材料可以是玻璃（在该工作温度范围内时，其可具有粘弹性特性）。

总而言之，人们应该看到，所述三层材料31, 32, 33可采用多种方式相互固定到一起，而且特别是采用如下方式：

当聚合第二层32（或如果是橡胶制成而在硫化）时，通过自然粘合方式；

通过粘结剂；

通过将层31和层33电焊焊接，然后再抛光；

通过将层31和层33钎焊在一起，然后再抛光；

通过夹紧方式；或者

通过上述技术的结合方法（例如，自然粘合与夹紧方式的结合）。

所述各层可以相互之间构成一个整体，从而形成所述多层结构，而获得的紧固程度必须非常坚固，防止结构在使用过程中分层，并防止层32蠕动。

图3为类似图2所示装置的剖面图，示出了本发明的另一种衬垫120。图2和图3之间相似部件或部分都采用相同参考号，前面加100识别。

图3所给示例与图2不同的地方是，衬垫120的底部120B是第一层和第二层131和132彼此相互结合到一起而形成的。只有衬垫的侧壁120A具有多层结构，采用本发明的第一、第二和第三层131, 132, 133制成的。人们应该能够观察到的是，衬垫的底部120B还可以只用第三层133或实际只用第一层131来形成。

图4为类似图2所示装置的剖面图，示出了本发明的另一个衬垫220的示例。图2和图4之间相似部件或部分都采用相同参考号，前面加200而识别。

图4所给示例与图2不同之处是，衬垫220的底部220B是在两个相邻槽204之间转子轮盘202外周缘上延伸，衬垫的每个侧壁220A插入槽204并置放在叶根216支撑面216A和轮盘202相应支撑面222A之间。

衬垫 220 具有类似图 2 所示衬垫 20 的多层结构，带有三层材料 231, 232, 233，彼此相互固定并叠加而成。

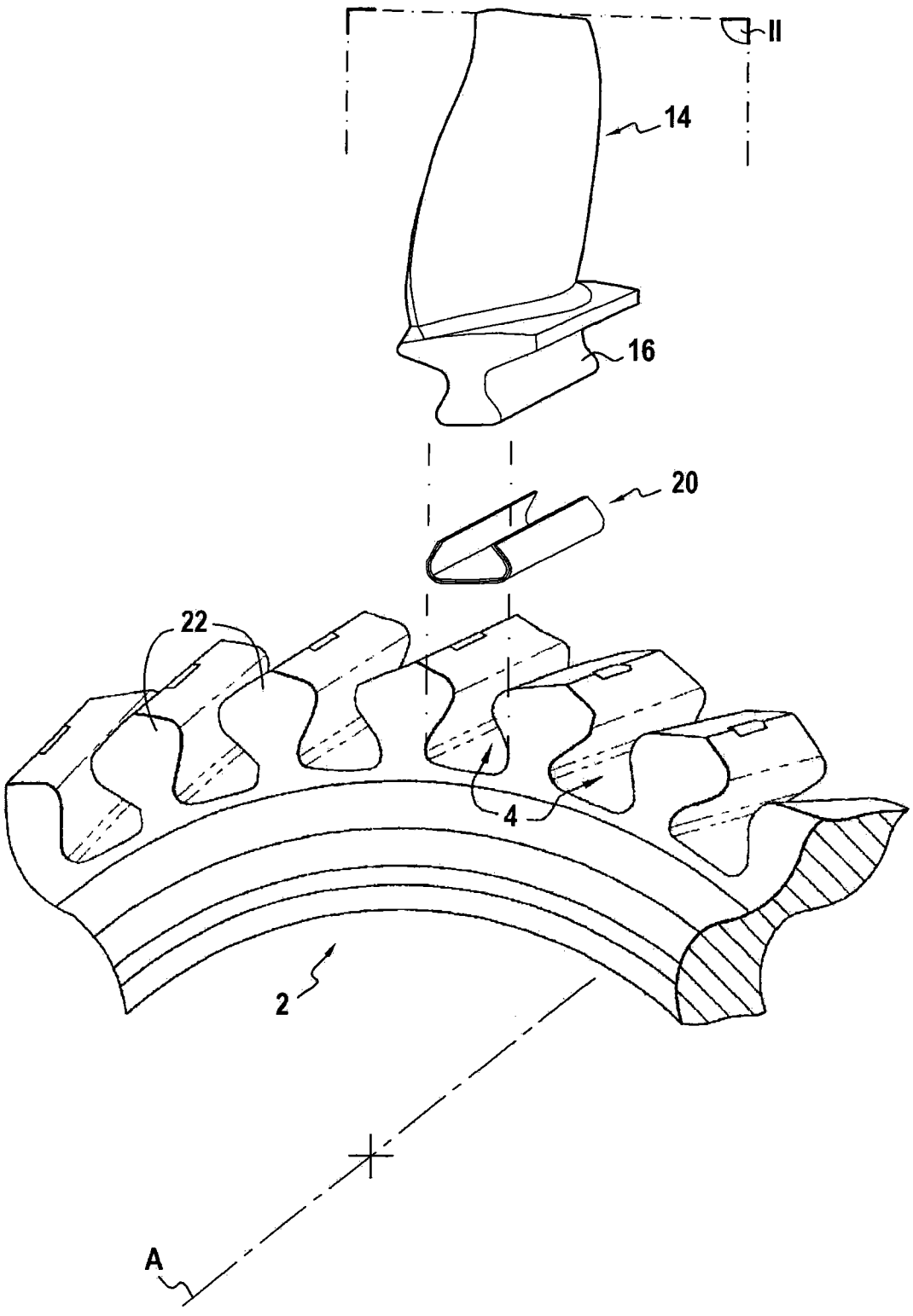


图 1

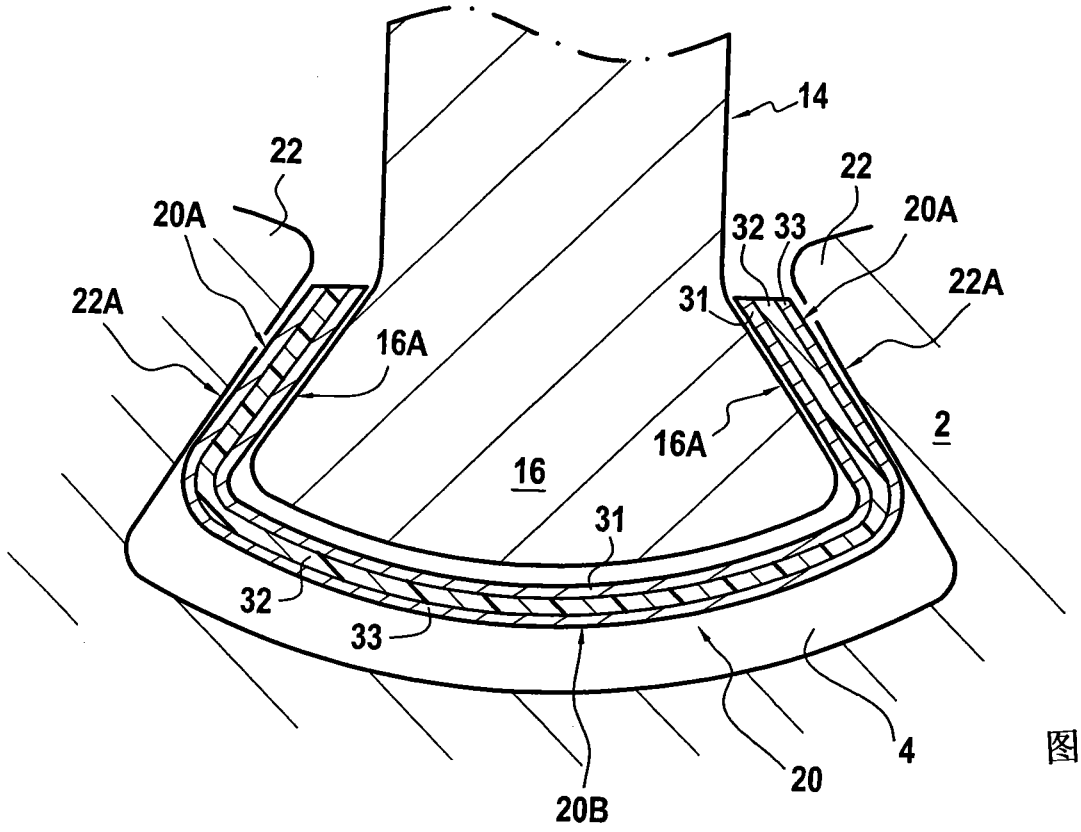


图 2

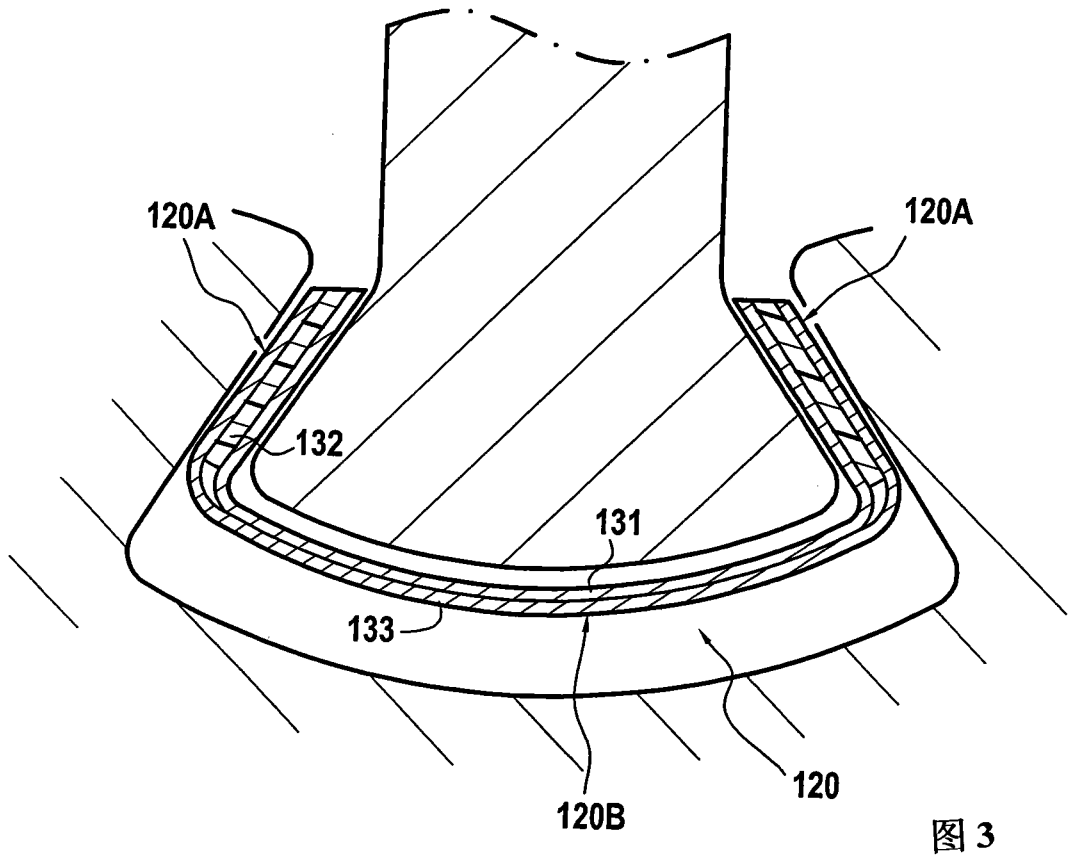


图 3

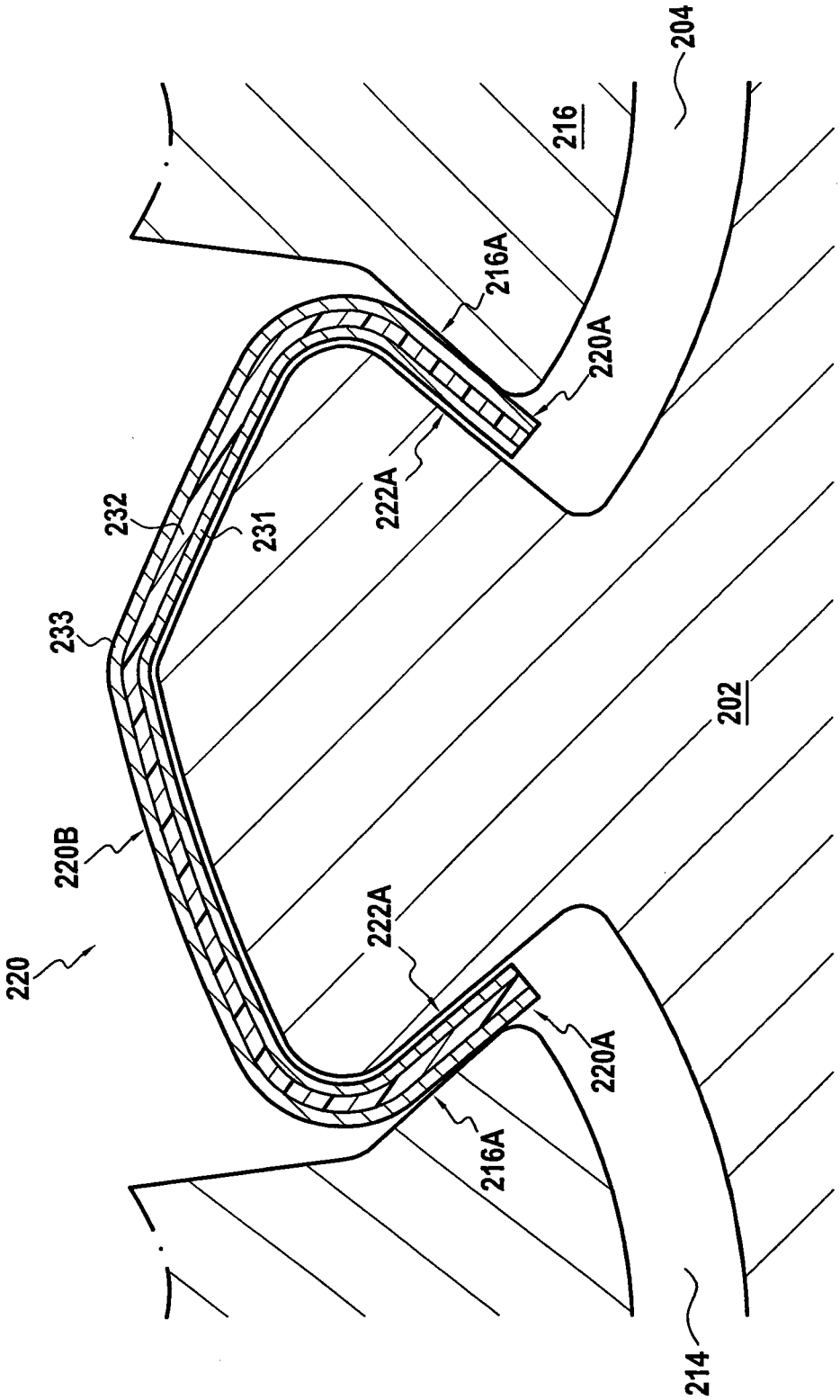

204
216
216A
220A
222A
232
231
233
220B
220
202
222A
220A
216A
214

图 4