



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107075954 A

(43)申请公布日 2017. 08. 18

(21)申请号 201580055981.2

(22)申请日 2015.10.08

(30)优先权数据

102014220787.8 2014.10.14 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.04.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/073258 2015.10.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/058900 DE 2016.04.21

(71)申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 扬·闵采尔

(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 丁永凡

(51)Int.Cl.

F01D 5/18(2006.01)

B22F 5/04(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

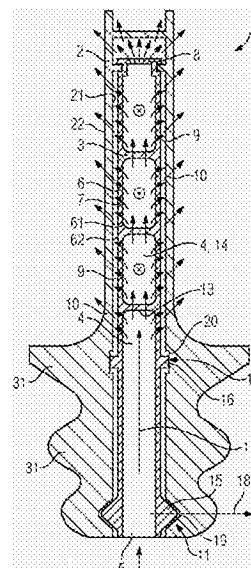
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

具有内部模块的涡轮叶片和用于制造涡轮叶片的方法

(57)摘要

本发明涉及一种具有罩壳和内部模块的涡轮叶片,其中内部模块能够在纵向方向和在径向上由冷却介质穿流,并且内部模块借助于固定支承部和浮动支承部与罩壳安装。此外,提供一种用于借助选择性激光熔化制造具有内部模块和罩壳的涡轮叶片的方法。



1. 一种涡轮叶片(1), 其具有罩壳(2)和内部模块(3), 所述内部模块匹配于所述罩壳(2)的形状,

其中所述内部模块(3)包括能够沿纵向方向(17)穿流的内部空间(4)和壁(6), 所述内部空间具有入流口(5), 所述壁具有多个能沿径向方向(18)穿流的且将所述内部模块(3)的所述壁(6)的内侧(61)与外侧(62)连接的通道(7),

其中在所述内部模块(3)的所述壁(6)的外侧(62)和所述罩壳(2)的内侧(21)之间存在周边间隙(9), 并且在所述罩壳(2)的外侧(22)和内侧(21)之间以相对于所述罩壳(2)的外侧(22)特定的倾角存在多个穿孔(10),

其特征在于,

所述内部模块(3)的外侧(62)借助于至少一个固定支承部(11)和至少一个浮动支承部(12)与所述罩壳(2)的内侧(21)连接。

2. 根据权利要求1所述的涡轮叶片(1),

其中在所述内部模块(3)的所述壁(6)的外侧(62)上构成有承载轮廓(15,16)。

3. 根据权利要求1或2所述的涡轮叶片(1),

其中所述内部模块(3)的材料是金属。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的涡轮叶片(1),

其中内部模块(3)和罩壳(2)冶金连接。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的涡轮叶片(1),

其中内部模块(3)和罩壳(2)借助于所述固定支承部(11)通过形状配合连接。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的涡轮叶片(1),

其中在所述罩壳(2)中的所述穿孔(10)的相对于所述罩壳(2)的外侧(22)的倾角构成成为, 使得通过经由所述穿孔(10)流出的空气能够在所述罩壳(2)的外侧(22)上引起膜的形成。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的涡轮叶片(1),

其中所述内部模块(3)的所述内部空间(4)被划分成至少两个腔室(14), 所述腔室分别通过至少一个能穿流的开口(13)彼此连接。

8. 根据权利要求1或2所述的涡轮叶片(1),

其中在所述内部模块(3)的远端的壁中附加地设置有能够沿所述内部模块(3)的纵向方向(17)穿流的通道(8)。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的涡轮叶片(1),

其中所述内部模块(3)通过选择性激光熔化产生。

10. 一种用于制造根据权利要求1至9中任一项所述的涡轮叶片的方法, 所述方法包括用于产生内部模块的步骤:

-S1) 在粉末床中提供构造平台,

-S2) 施加特定量的粉末状的材料,

-S3) 将所述材料分布在所述构造平台上,

-S4) 通过激光束的作用局部地熔化粉末颗粒,

-S5) 降低所述平台,

其中以制成所述内部模块所需的次数重复步骤S2-S5。

11. 根据权利要求10所述的方法，其中所述粉末状的材料具有金属。
12. 根据权利要求10或11所述的方法，其中在所述内部模块的外侧中产生承载轮廓。
13. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法，其中附加地，所述方法包括紧随步骤S4之后的、用于产生罩壳的步骤：
 - S6) 围绕所述内部模块施加陶瓷铸芯，其中在至少一个设计为固定支承部的承载轮廓中的承载侧壁和自由侧壁不由陶瓷的芯材包覆，
 - S7) 将包含所述内部模块的所述陶瓷铸芯嵌入到叶片的蜡模中，
 - S8) 从所述蜡模中制造用于所述罩壳的铸模，
 - S9) 通过借助于陶瓷的和/或金属的销进行的固定将所述铸芯稳定在所述铸模中，
 - S10) 浇铸罩壳模。
14. 根据权利要求13所述的方法，其中所述内部模块的外侧与所述罩壳的内侧在所述固定支承部的区域中通过机械的形状配合连接。
15. 根据权利要求13所述的方法，其中所述内部模块的外侧与所述罩壳的内侧在所述固定支承部的区域中冶金连接。

具有内部模块的涡轮叶片和用于制造涡轮叶片的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有内部模块的涡轮叶片和一种用于借助于选择性激光熔化制造所述涡轮叶片的方法。

背景技术

[0002] 燃气轮机用作为用于不同装置的动力机械,例如在发电厂中、在推进器等中。燃气轮机构件、尤其涡轮导向叶片和转子叶片,但是还有燃烧室的区域中的环形区段或构件在其运行期间经受高的热和机械负荷。对此,通常借助压缩空气来冷却,并且在燃烧室的情况下也借助未燃烧的燃料来冷却。有时也使用水蒸气来冷却。

[0003] 涡轮叶片通常形成空腔,所述空腔通过所述涡轮叶片的外套、也称作为罩壳形成,其中所述空腔通常通过侧壁来划分。为了冷却,构件例如在由侧壁形成的内腔中由冷却介质穿流,其中在内部从构件抽取热量,进而构件被主动冷却。对此,例如从内部空间中通过所谓的冲击通道将冷却空气导入到内部空间和罩壳之间的间隙中,并且在那里撞击到高热负荷的罩壳的内侧上。在本申请中的技术特别是针对冷却空气作为冷却介质来提出。此外,对此使用术语冷却空气,然而不排除其他冷却介质。

[0004] 随后,冷却空气通常通过罩壳中的孔被吹出。在此,冷却空气将热量从内部或者构件壁中导出,并且此外在叶片表面上形成膜,所述膜作为叶片表面和热气体之间的绝缘层。

[0005] 在燃气轮机的如今的实施方案中,出于有效冷却,也容忍在成本、构件寿命、效率和功率方面的缺点。因此,例如在涡轮转子叶片中通过在真空精铸中的芯的形状产生针对机械完整性和冷却空气引导而设计的内部几何形状。在此,例如通过微系统技术,更复杂地、更稳定地且在微观范围中更精确地构成芯进而还有随后的构件。在涡轮导向叶片中,内部几何形状通常除了铸芯的复制外也通过冷却空气插件、通常所谓的冲击冷却组件展现。佛罗里达涡轮技术有限公司的所谓的Spar-Shell技术(梁-壳技术)视为对此的前沿技术。

[0006] 然而,现有技术的解决方案具有一些缺点。用于涡轮叶片的常规的芯制造工艺在芯几何复杂性、芯稳定性、几何部件分辨率方面和另外在其他标准方面受到限制。在意图优化的造型中,微芯也受制于限制,尤其是在加工工艺期间的复杂的陶瓷芯的稳定性和尺寸方面的限制。制造工艺也由于高的废品率而相对昂贵。在具有由常规微工艺制成的芯的转子叶片中,冷却空气流主要沿径向方向运动,这恰恰在如下观点下限制了冷却空气潜力的最佳利用,即在局部传热提高的情况下通常需要普遍提高叶片的冷却空气质量流以便也能够从构件中导出热量。尤其在涡轮机的转子叶片中,但是也在导向叶片中通常出现如下问题:一方面由于热负荷并且另一方面由于有效的冷却而在构件中出现的应力降低寿命或者限制设计,因为在构件中存在如下区域,在所述区域处,极其热的区域,例如外壁,邻接于极其冷的区域,例如极其强地被冷却的内壁,因为借助常规的或微芯制造的涡轮转子叶片形成整体的、还由配套的、同类材料构成的构件。例如通过局部陶瓷内覆层将一些区域热绝缘进而至少部分地接近所述问题的方案至今为止在加工方面无法实现。

[0007] 此外,在涡轮导向叶片中出现如下问题:冷却空气供应压力在那里通常在构件的

全部区域中相同高,这并不是必需的。以该方式,降低冷却潜力的一大部分并且使用昂贵的压缩空气进行冷却。由于冷却空气不仅径向地而且也沿流动方向和相反于流动方向穿流构件,Spar-Shell技术在此提供在冷却空气利用进而效率方面的优点。当然,冷却插件(梁)的制造是相当耗费的进而是昂贵的并且也在其复杂性方面在加工技术上受到限制。此外,随后接合到构件(壳)中同样是耗费的,并且由于在接合之前或在安装时到构件中必要的可移入性,形成构件造型的现有接合工艺限制了构件设计。

发明内容

[0008] 因此,存在如下目的:提供一种具有确保最佳冷却的插件的涡轮叶片,所述涡轮叶片能够复杂地、稳定地并且在此轻地制造。此外,还存在如下目的:提供一种能够用于制造具有相应的插件的涡轮叶片的方法。第一目的通过一种具有权利要求1的特征的涡轮叶片实现。第二目的通过一种具有权利要求10的特征的方法实现。本发明的其他有利的变型形式和设计方案从从属权利要求、实施例和附图中得出。

[0009] 本发明的第一方面涉及具有罩壳和匹配于罩壳形状的内部模块的涡轮叶片,其中内部模块包括能够沿纵向方向穿流的内部空间和壁,所述内部空间具有入流口,所述壁具有多个能沿径向方向穿流的且将内部模块的壁的内侧与外侧连接的通道,其中在内部模块的壁的外侧和罩壳的内侧之间存在周边间隙,并且在罩壳的外侧和内侧之间以相对于罩壳的外侧特定的倾角存在多个穿孔,其特征在于,内部模块的外侧借助于至少一个固定支承部和至少一个浮动支承部与罩壳的内侧连接。

[0010] 根据本发明的构件能够构成为,使得所述构件能够在纵向方向和在径向方向上由冷却空气穿流。冷却空气穿过细的通道进入周边间隙中并且在那里精确设定地作为冲击冷却空气撞到涡轮叶片的罩壳的内侧上。随后,空气穿过罩壳中的孔流动到罩壳的外侧上,在那里形成膜并且进行进一步对流散热。根据本发明的涡轮叶片是有利的,因为其除了在充分利用冷却空气的冷却潜力来优化地对叶片进行内部冷却之外,也允许轻质结构的实施,因为能够将冷却功能和结构功能分离。构件的模块化的构成和为罩壳和内部模块使用不同的材料对于在构件中的热应力起到有利的作用。

[0011] 涡轮叶片的内部模块与罩壳的至少一个连接部在一些部位为浮动支承部的设计优点特别在于:避免了将内部模块集成到涡轮叶片中的超静定。此外,该设计形式允许沿主要为径向的方向进行自由的热膨胀或离心力膨胀。该设计形式实现加工和接合公差的补偿,简化内部模块在叶片中的定位并且有助于减振。

[0012] 涡轮叶片的内部模块与罩壳的至少一个连接部为固定支承部的设计优点特别在于:吸收构件中的内部模块的负载。内部模块和涡轮叶片之间的连接特别是通过内部模块的承载轮廓引起。对此优选在内部模块的壁的外侧上构成承载轮廓。该承载轮廓典型地具有承载侧壁和自由侧壁。借助于固定支承部将罩壳和内部模块连接是有利的,因为由此能够确定剩余的自由度,尤其沿径向方向的自由度。固定支承部也用于吸收负载(离心力)、减振和将内部模块定位在叶片中。

[0013] 优选的是,内部模块的材料是金属。在此,理想地能够是合金或超合金。其能够是与涡轮叶片的罩壳的材料相同的材料,但是也能够是与其不同的材料。金属有利地实现涡轮叶片的内部模块和罩壳之间的冶金连接,所述涡轮叶片典型地同样由金属、理想地由合

金或超合金制成。

[0014] 在另一优选的实施方式中,内部模块和罩壳冶金连接。这例如能够通过通过在涡轮叶片的铸造工艺期间的共熔来进行。但是同样优选的是,涡轮叶片的内部模块和罩壳借助于固定支承部通过形状配合或力配合连接。

[0015] 优选地,涡轮叶片的罩壳中的穿孔相对于罩壳外侧的倾角构成为,使得通过经由穿孔流出的空气能够在罩壳的外侧上引起膜的形成。膜的形成是有利的,因为其在罩壳的外侧上进而在涡轮叶片的表面上引起冷却。

[0016] 内部模块的内部空间优选划分成至少两个腔室,所述腔室分别通过至少一个能穿流的开口彼此连接。此外,腔中的划分用于内部空间的稳定性。

[0017] 此外,内部模块在远端的壁中,即在涡轮叶片尖部的区域中的壁中,优选具有在其壁中的附加的通道。所述通道不沿内部模块的或涡轮叶片的径向方向被穿流,而是沿纵向方向被穿流。所述通道同样设计用于冲击冷却。

[0018] 尤其优选的是,内部模块通过选择性激光熔化产生。借助于选择性激光熔化,内部模块由于选择性熔化的工艺的可能性,特别是通过一层一层的结构,能够以相对简单的方式由复杂的且稳定的结构构成,使得所述内部模块能够沿径向方向而且沿流动方向由冷却空气穿流。这种内部模块的优点在于:其能够复杂地构成,但是在此能够最佳地构成。尤其结合用于涡轮叶片的构件制造的陶瓷制备芯,借助于选择性激光熔化实现构件是尤其有利的。

[0019] 本发明的第二方面涉及一种用于制造涡轮叶片的方法,所述方法包括如下步骤S1至S5,以产生内部模块:

[0020] -S1) 在粉末床中提供构造平台,

[0021] -S2) 施加特定量的粉末状的材料,

[0022] -S3) 将材料分布在构造平台上,

[0023] -S4) 通过激光束的作用局部地熔化粉末颗粒,

[0024] -S5) 降低平台。

[0025] 在粉末颗粒局部熔化时,粉末颗粒也随位于其下的层熔化。在此,以制成内部模块所需的次数重复步骤S2至S5。用于借助于选择性激光熔化制造的方法是有利的,因为其为无模具加工,进而不需要工具或模具。此外,该方法是有利的,因为存在大的几何自由度,实现借助结合模具的方法无法或仅能够以大的耗费制造的构件形状。因此,内部模块,特别是在复杂的结构方面,由于该工艺的可行性而能够构成为,使得其能够沿径向方向和沿流动方向由冷却空气穿流,并且所述冷却空气精确设定地在相应的部位穿过细的通道作为冲击空气被引导到罩壳的内侧上。此外,制造工艺允许在外侧中构成复杂的结构,所述结构允许经由固定或浮动支承部将内部模块与罩壳固定。在此尤其优选的是,粉末状的材料是金属,并且同样优选的是,粉末状的材料是金属合金。这因此是有利的,因为由此在涡轮叶片的内部模块和罩壳之间的冶金连接是可能的,所述涡轮叶片典型地同样由金属构成。

[0026] 此外优选的是,在选择性激光熔化工艺期间在内部模块的外侧中产生承载轮廓。所述承载轮廓具有承载侧壁和自由侧壁。经由这些轮廓,内部模块与罩壳的固定连接是可能的。

[0027] 优选地,根据本发明的方法还包括步骤S6至S10,以产生涡轮叶片的罩壳,当内部

模块制成时,所述步骤S6至S10紧接在制造内部模块的步骤S4之后:

[0028] -S6) 围绕内部模块施加陶瓷铸芯,其中在至少一个设计为固定支承部的承载轮廓中承载和自由侧壁未由陶瓷的芯材包覆,

[0029] -S7) 将包含内部模块的陶瓷铸芯嵌入到叶片的蜡模中,

[0030] -S8) 从蜡模中制造用于罩壳的铸模,

[0031] -S9) 通过借助于陶瓷和/或金属销的固定将铸芯稳定在铸模中,

[0032] -S10) 浇铸罩壳模。

[0033] 未被陶瓷的芯材包覆的承载轮廓将在铸造罩壳期间形成固定支承部,经由所述固定支承部内部模块与涡轮叶片的罩壳连接。因此,使承载模块的尖部为金属光泽的,以便实现用于内部模块和罩壳之间的形状配合的或尤其冶金连接的前提。

[0034] 优选的是,内部模块的外侧与罩壳的内侧在固定支承部的区域中通过机械的形状配合连接。这通过借助于选择性激光熔化和具有相应的形状配合的结构、即相应的凸起部的罩壳的铸造模具构成承载轮廓来实现。

[0035] 还优选的是,内部模块的外侧与罩壳的内侧冶金连接。这同样通过借助于选择性激光熔化和罩壳的铸造模具构成承载轮廓来实现。在铸造罩壳时,由于热的金属的高温引起在承载轮廓的区域中的冶金连接。

[0036] 在本发明中,将用于涡轮叶片的插件称作为内部模块。术语内部模块强调模块化的设计。

[0037] 内部模块的内侧涉及其向内定向的表面,所述表面对内部模块的内部空间限界。

[0038] 内部模块的外侧涉及其向外定向的表面,所述表面在径向方向上与罩壳的内侧相对置并且形成周边间隙的内部的限界部。

[0039] 罩壳的内侧涉及其向内定向的表面,所述表面沿径向方向向外对周边间隙限界。

[0040] 罩壳的外侧涉及其沿径向方向向外定向的表面,所述表面也能够称作为涡轮叶片的或罩壳的表面或外侧。

[0041] 固定支承部是所谓的固定式支承部,所述固定式支承部禁止被支承的物体的、在本申请中为内部模块的横向运动。不传递任何转矩,在三个空间方向上固定地支承内部模块。

[0042] 浮动支承部仅禁止一个或两个平移运动并且允许其他的平移运动。相应地,至少在一个或两个方向上,不存在与内部模块或者说在内部模块和罩壳之间的固定连接。

[0043] 内部模块的纵向方向和相同定向的涡轮叶片的纵向方向以及涡轮叶片的罩壳的纵向方向涉及涡轮叶片从涡轮叶片的根部部段到涡轮叶片叶身的尖部的延伸,所述涡轮叶片在所述根部部段处固定在涡轮转子上。

[0044] 径向方向垂直于纵向方向向外定向。

附图说明

[0045] 根据附图阐述本发明。其示出:

[0046] 图1示出涡轮叶片的示例的实施方式的纵截面图与涡轮叶片的罩壳和内部模块的内部几何形状的视图。

[0047] 图2示出根据图1的涡轮叶片的一个部段的纵截面图。

- [0048] 图3示出根据图1的涡轮叶片的一个部段的纵截面图。
- [0049] 图4示出根据图1的涡轮叶片的一个部段的纵截面图。
- [0050] 图5示出用于制造根据图1的涡轮叶片的内部模块的设备的纵截面图。
- [0051] 图6示出根据图1的涡轮叶片的内部模块的纵截面图。
- [0052] 图7示出用于制造根据图1的涡轮叶片的罩壳的蜡模的视图。
- [0053] 图8示出用于制造根据图1的涡轮叶片的方法的一个示例的实施方式的流程图。

具体实施方式

[0054] 在图1中示例地示出的实施方式中,涡轮叶片1包括罩壳2和内部模块3。内部模块3基本上匹配于罩壳2的形状。内部模块3具有可沿内部模块3的纵向方向17穿流的内部空间4和壁6,所述内部空间具有入流开口5,所述壁6具有多个可沿径向方向18穿流的、将内部模块3的壁6的内侧61与外侧62连接的通道7。此外,所示出的内部模块3在壁6的远端区域中具有多个可沿纵向方向17穿流的通道8,在此除了在壁6的侧向区域中可沿径向方向穿流的通道7之外还设置有所述通道8。

[0055] 在内部模块3和罩壳2之间存在周边间隙9,所述周边间隙通过罩壳2的内侧21和内部模块3的外侧62限界。冷却空气从内部空间4中穿过通道7和8流入到周边间隙9中,在那里所述冷却空气能够撞击到罩壳2的内侧21上,并且由此能够引起冲击冷却的效果。在罩壳2中设置有多穿孔10,冷却空气能够从间隙9穿过穿孔流入到罩壳2的外侧22上,在那里所述冷却空气能够形成冷却膜。

[0056] 内部模块3借助于固定支承部11和浮动支承部12与罩壳2连接。在此,分别存在至少一个支承部,但是优选地,存在多个固定支承部11和多个浮动支承部12以连接内部模块3和罩壳2。为了经由固定支承部11连接,内部模块3具有至少一个承载轮廓15,并且为了经由浮动支承部12连接,内部模块3具有至少一个承载轮廓16,其中承载轮廓15和16的数量取决于涡轮叶片1的和与之相应的内部模块3的长度。罩壳2在所设的固定支承部11的部位具有对应于承载轮廓15的凸起部19,并且在所设有的浮动支承部12的部位具有对应于承载轮廓16的凸起部20。

[0057] 承载轮廓15和16以及凸起部19和20优选环形地围绕环绕内部模块3的外侧62或罩壳2的内侧21的整个区域伸展,但是也能够仅设置在个别部位处。固定支承部11和浮动支承部12与之相应地优选环形闭合地伸展,但是也能够仅设置在个别部位处。

[0058] 如果固定支承部围绕内部模块3的整个外侧62伸展并且在此由于与罩壳2的内侧21形状配合或冶金连接使冷却空气不能穿过,通过固定支承部11中断周边中央空间9。如果浮动支承部在环形地围绕内部模块3的外侧62的区域中伸展并且在此固定地抵靠到罩壳2的内侧21的区域上,浮动支承部12中断周边间隙9。

[0059] 内部模块3的内部空间4由多个、通过内部模块3的材料分开的腔室14构成,所述腔室经由可沿纵向方向穿流的开口13彼此连接。在此,内部模块3优选具有2个腔室14,同样优选为3个腔室,同样优选为4个腔室,以及同样优选为5个和更多个腔室。

[0060] 涡轮叶片1在根端部处具有圣诞树形结构件31,所述圣诞树形结构件用于经由相应设计的结构与涡轮机转子(未示出)稳定连接。

[0061] 对于冷却涡轮叶片1而言重要的周边间隙9在罩壳2的内侧21和内部模块3的壁6的

外侧61之间构成,如在图2中示出。在此,通道7构成为,使得冷却空气能够从内部空间4沿径向方向18穿过通道7流入到周边间隙9中,在那里所述冷却空气撞到罩壳2的内侧21上。罩壳2中的穿孔10在数量和倾角方面构成为,使得从周边间隙9穿过穿孔流到罩壳2的外侧22上的冷却空气在那里能够形成冷却膜。穿孔相对于外侧22的倾角为10和80度之间,优选在20和70度之间,优选在30和60度之间,更优选在40和50度之间并且还优选为45度。

[0062] 在图3中详细地示出内部模块3与罩壳2借助于固定支承部11的连接。内部模块3的承载轮廓15和罩壳2中的相应的凸起部19在尺寸上彼此配合,使得其彼此形状配合地匹配。通过由此产生的完整的形状配合,内部模块3在固定支承部11的部位沿任何方向都不可移动。

[0063] 在图4中详细地示出内部模块3与罩壳2借助于浮动支承部12的连接。内部模块3的承载轮廓16和罩壳2中的相应的凸起部20在尺寸上彼此配合,然而允许自由度,即承载轮廓16在凸起部20之内的一定的可移动性或一定的空隙。

[0064] 涡轮叶片1的内部模块3的制造根据图8中的流程图的步骤在熔池100中执行。在步骤S1中,根据图5提供构造平台101。将粉末状的材料102在步骤S2中以特定量借助于填充设备103施加在构造平台101上,所述粉末状的材料优选由金属或金属合金、例如由与涡轮叶片相同的材料构成,但是可选地也由不同材料构成。在步骤S3中,将所施加的材料102分布在构造平台101上,例如通过滑板或刮板,使得其能够形成一定厚度的层,所述层根据期望的结构能够通过激光束105良好地熔化。在此,优选的层厚度为20 μm 至100 μm 。

[0065] 在步骤S4中,通过激光束105的作用局部地熔化粉末颗粒103,所述激光束通过激光器104产生并且借助于旋转镜106以软件控制的方式在构造平台101上被引导,使得形成期望的固定结构,例如承载轮廓15和16。粉末状的材料102在激光照射的部位完全地重熔,并且在凝固之后形成固定的材料层。

[0066] 在步骤S4之后,检查内部模块是否被制成。如果未完成,那么在步骤S5中将构造平台101降低相应于层厚度的高度,并且重新启动步骤S2的过程。循环重复步骤S2-S5直至以期望的结构制成内部模块3。

[0067] 如果在步骤S4中确定内部模块被制成,那么紧随该步骤之后,在步骤S6中围绕内部模块3产生陶瓷铸芯110。在此,将常规的陶瓷材料用于铸芯。在此,如在图6中可见,设计用于形成固定支承部11的承载轮廓15不由陶瓷包覆。设计用于形成浮动支承部1的承载轮廓16相反则由陶瓷包覆。

[0068] 在步骤S7中,将包含内部模块3的陶瓷铸芯110嵌入涡轮叶片的蜡模120中,在所述蜡模中所述陶瓷铸芯由蜡121包围,如在图7中示出。随后,在步骤S8中制造用于罩壳2的铸模,即所谓的铸造壳。在步骤S9中,借助于陶瓷的和/或金属的销将具有内部模块3的陶瓷芯110稳定在铸造壳中。

[0069] 在步骤S10中浇铸罩壳2的模具。在此,陶瓷铸芯110的区域形成内部模块3和罩壳2之间的周边间隙9。例如将金属、优选合金和超合金用作为罩壳2的材料。通过承载轮廓15和相应的凸起部19的形状配合的设计,优选通过机械的形状配合将内部模块3的外侧62与罩壳2的内侧21在固定支承部11的区域中连接。

[0070] 由于承载轮廓15和相应的凸起部19的形状配合的设计以及由于粉末状的材料102的优选的金属,内部模块3的外侧62与罩壳2的内侧21在固定支承部11的区域中同样优选通

过冶金连接来连接。在此,冶金连接通过罩壳2的液态金属的高温来实现,所述高温引起内部模块的露出的区域熔化。

[0071] 本发明的对于本领域技术人员而言显而易见的变形形式和变化形式落入权利要求的保护范围中。

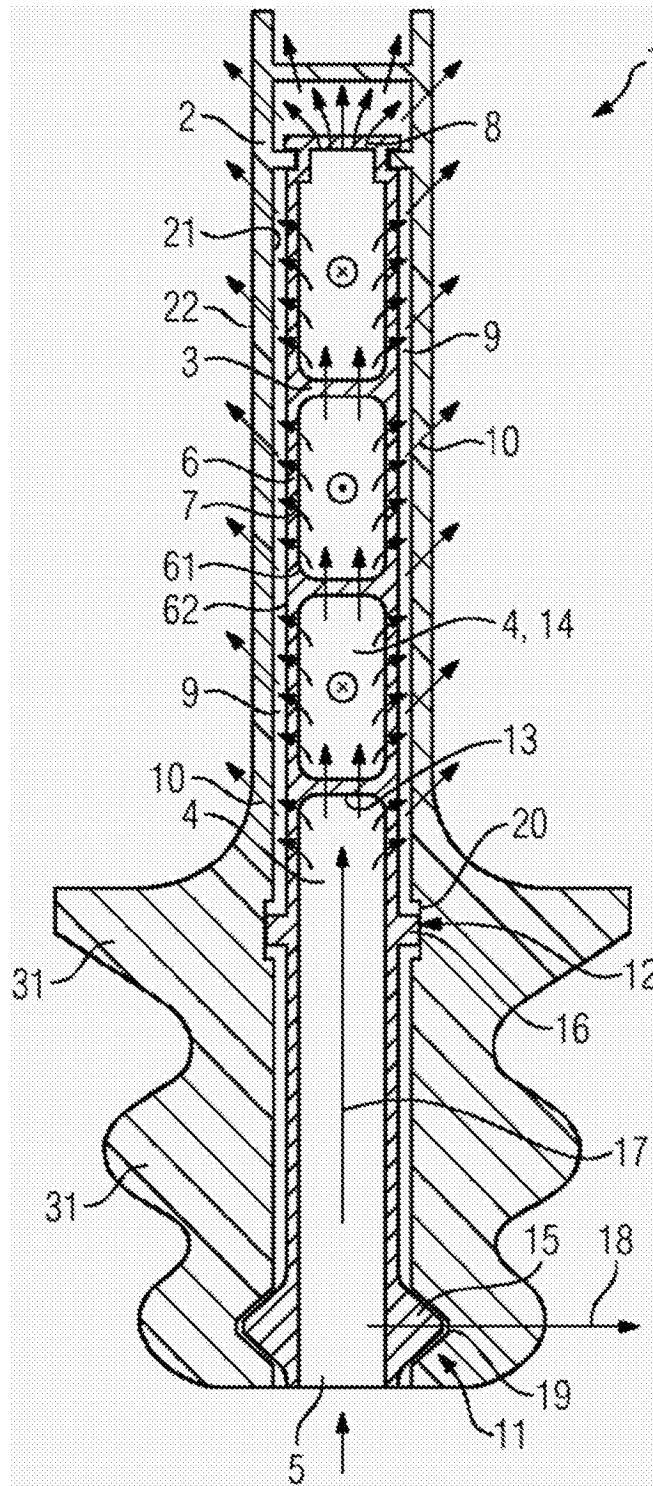


图1

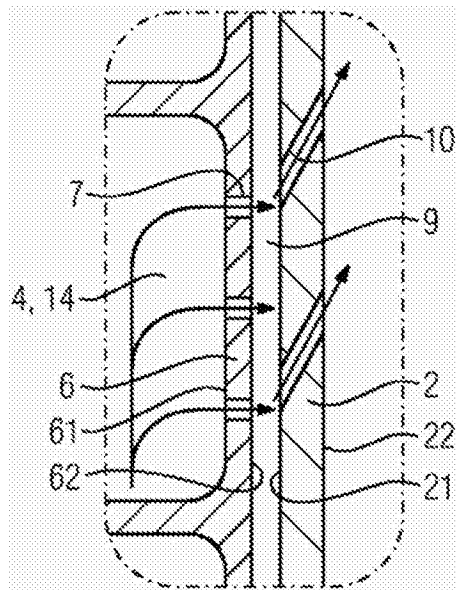


图2

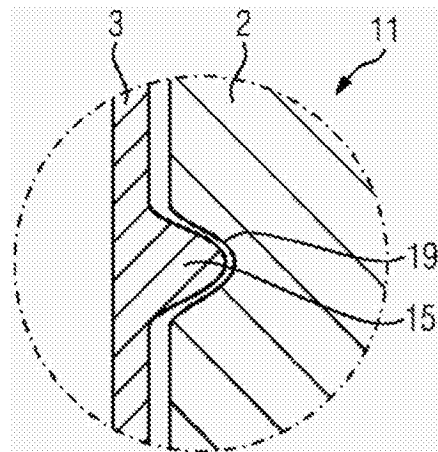


图3

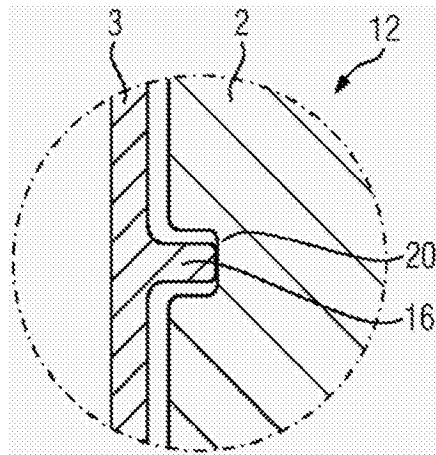


图4

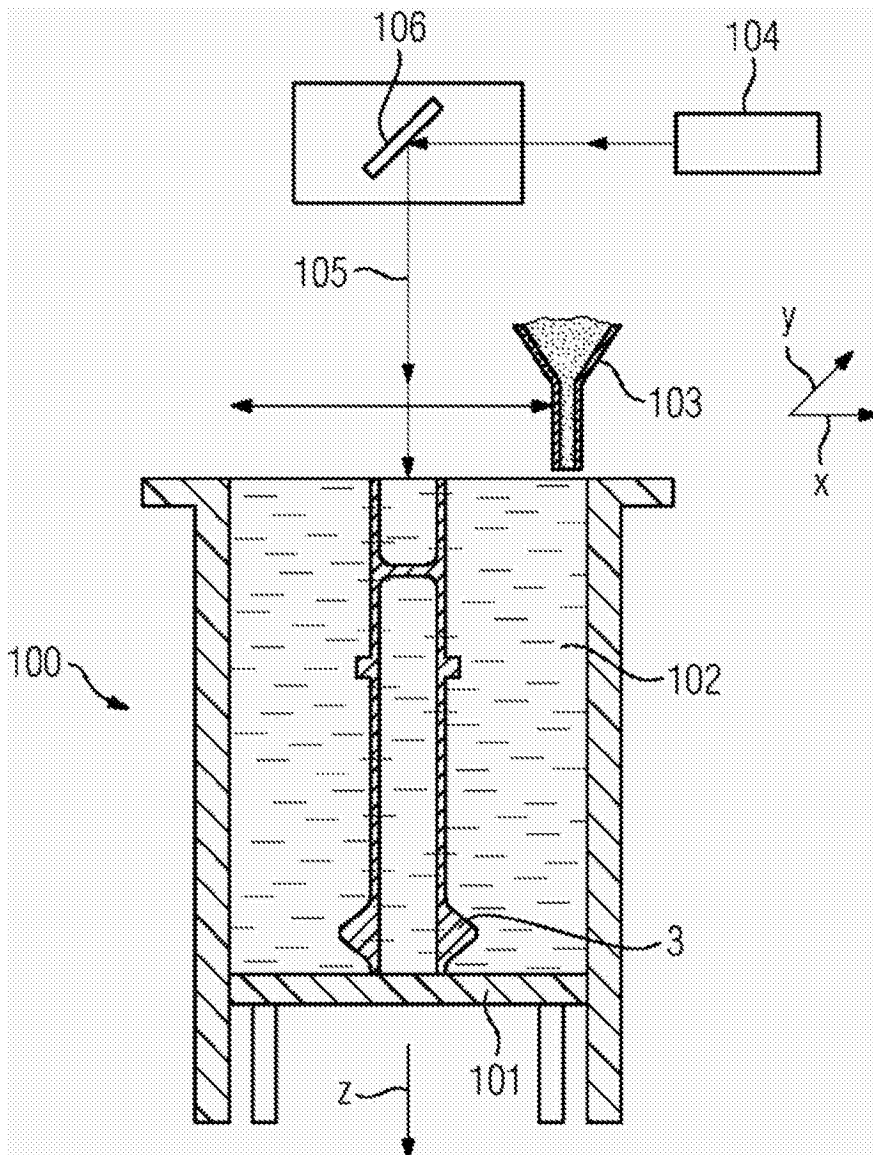


图5

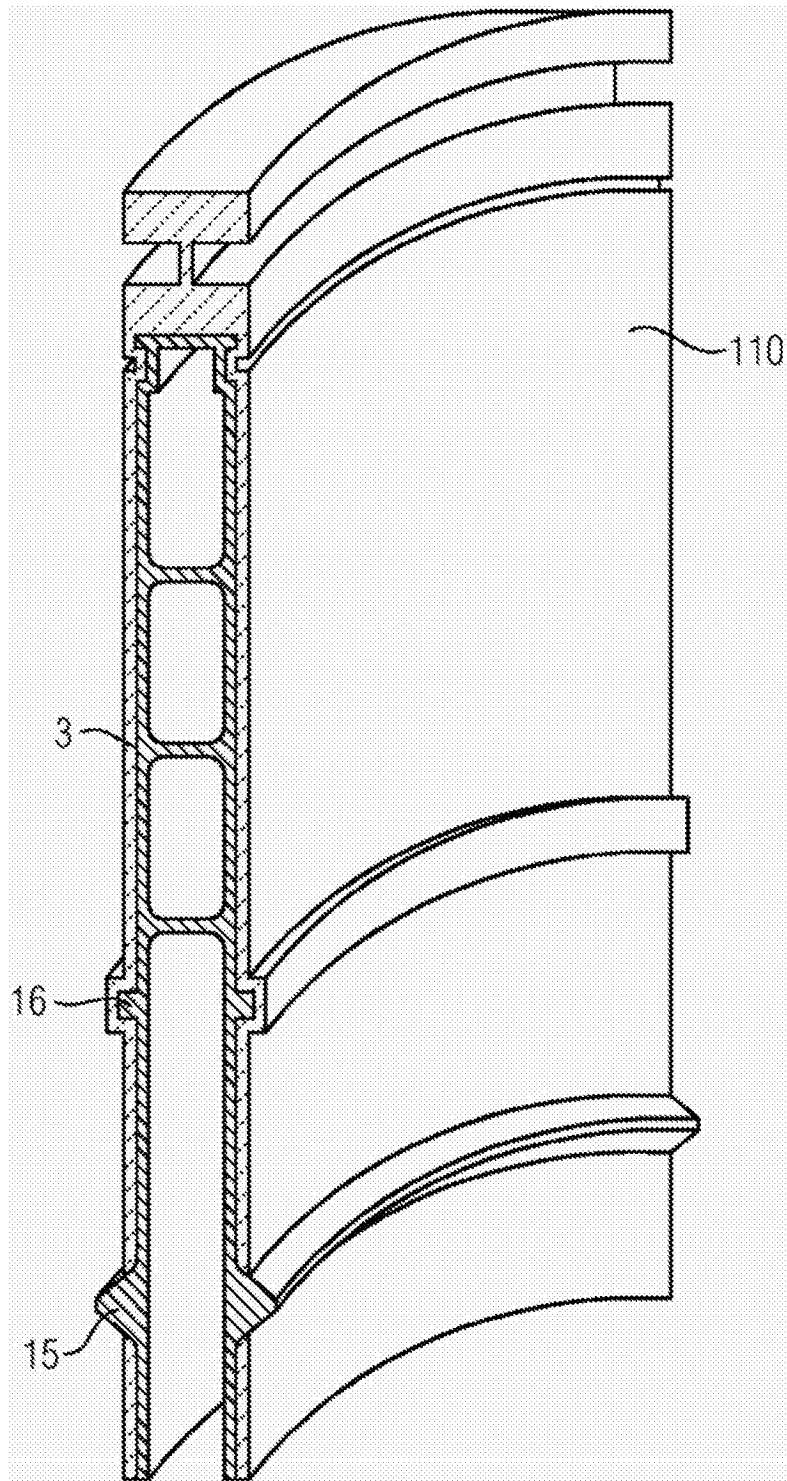


图6

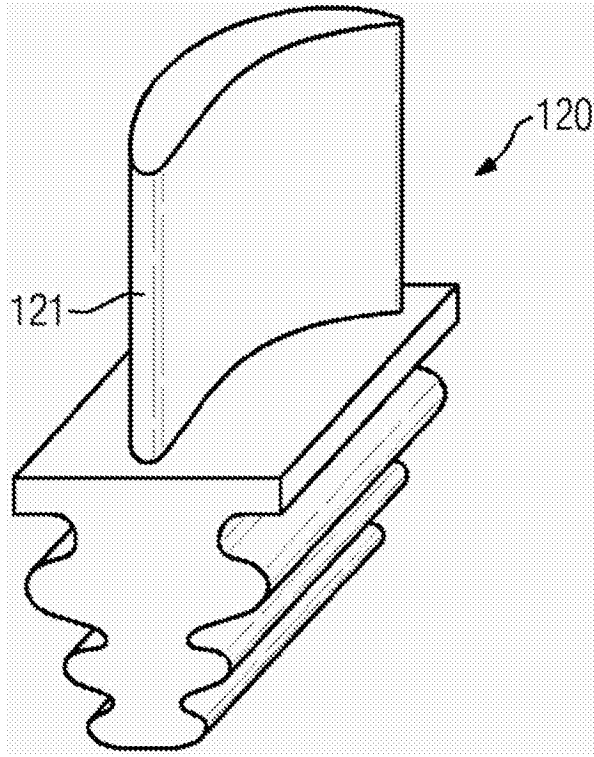


图7

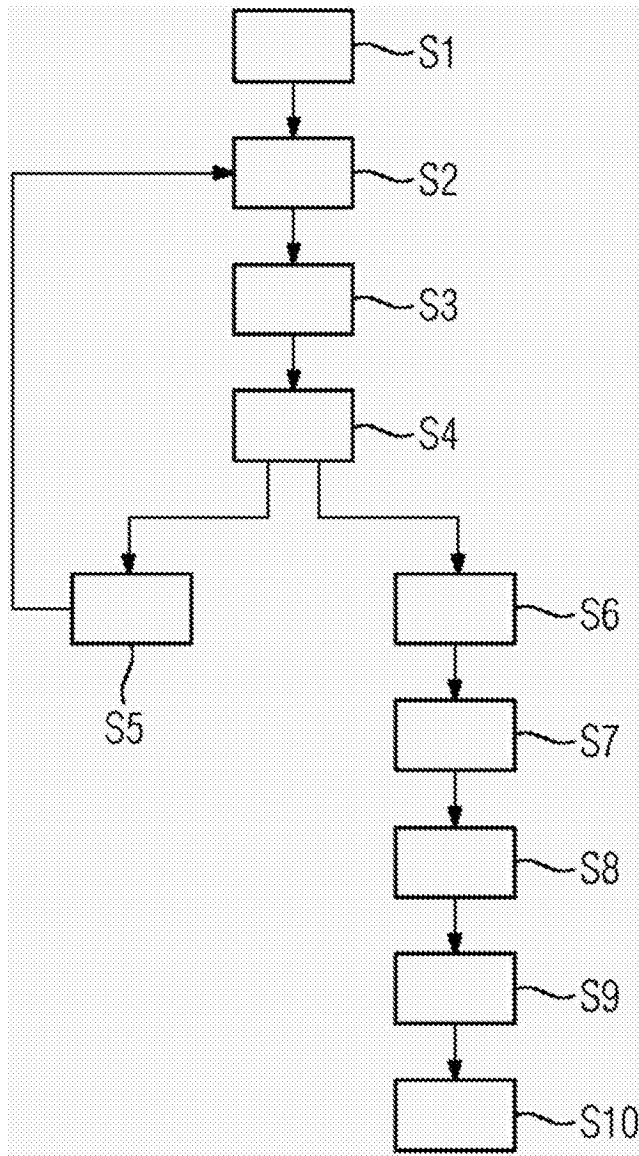


图8