



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104797783 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 22

(21) 申请号 201380059956. 2

F01D 5/28(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 11. 05

F01D 5/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

F23R 3/00(2006. 01)

12192931. 9 2012. 11. 16 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 05. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/073001 2013. 11. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/075947 DE 2014. 05. 22

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 托马斯·希勒 斯特凡·兰彭舍夫

(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 高少蔚

(51) Int. Cl.

F01D 5/18(2006. 01)

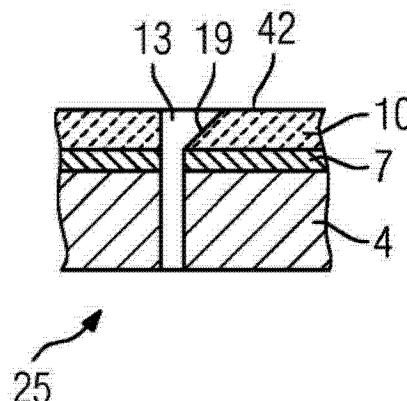
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

在孔周围的改变的表面

(57) 摘要

通过应用层中的凹陷部,避免在分界面之内的穿过层的剥落。



1. 一种层系统 (25)，
至少具有：
基底 (4)；
具有表面 (42) 的最外层 (10)；
至少在所述最外层 (10) 中的至少一个孔 (13)，
其中邻近所述孔 (13) 周围或直接连接于所述孔 (13) 的限界线 (45)，在所述最外层 (10) 的所述表面 (42) 中存在至少一个、尤其仅一个不闭合伸展的凹陷部 (51)，
其中所述凹陷部 (51) 构成为是弯曲的并且其端部 (54, 57) 相对置。
2. 根据权利要求 1 所述的层系统，
其中所述凹陷部 (51) 的端部 (54, 57) 居中地位于所述孔 (13) 的高度上。
3. 根据权利要求 1 所述的层系统，
其中沿流动方向 (54) 观察，所述凹陷部 (51) 在所述表面 (42) 上不包围所述孔 (13) 的在下游的区域 (57) 中的开口。
4. 根据权利要求 1、2 或 3 中的一项或多项所述的层系统，
其中所述凹陷部 (51) 在所述孔 (13) 的限界线 (45) 上终止并且过渡到所述孔 (13) 中。
5. 根据权利要求 1、2 或 3 中的一项或多项所述的层系统，
其中所述凹陷部 (51) 不在所述孔 (13) 的限界线 (45) 上终止。
6. 根据权利要求 1、2、3、4 或 5 中的一项或多项所述的层系统，
其中所述凹陷部 (51) 在所述最外层 (10) 的厚度的至少 70%、尤其至少 90% 上延伸，
尤其仅设置在所述最外层 (10) 中。
7. 根据权利要求 1、2、3、4、5 或 6 中的一项或多项所述的层系统，
其中所述最外层 (10) 是陶瓷层。
8. 根据权利要求 1、2、3、4、5、6 或 7 中的一项或多项所述的层系统，
其中所述孔 (13) 在所述表面 (42) 中具有扩散部 (19)，
并且其中所述扩散部 (19) 不由所述凹陷部包围。

在孔周围的改变的表面

技术领域

[0001] 本发明涉及一种层系统中的在孔周围的表面的改变。

背景技术

[0002] 层系统尤其用于在高温下使用的构件。这尤其是具有金属基底、金属连接层和陶瓷隔热层的涡轮机叶片。

[0003] 附加地,通过下述方式尤其冷却燃气轮机构件:冷却介质从冷却孔中离开,以便在内部冷却构件,但是也以便在外部将构件相对于过热的气体进行保护。

[0004] 这种孔通常在基底的完全覆层之后引入,其中开口在其内面上此外能够是裂纹生长的出发点或薄弱位置。

发明内容

[0005] 因此,本发明的目的是,解决上述问题。

[0006] 所述目的通过根据权利要求 1 所述的在孔周围的一个或多个凹陷部来实现。

[0007] 在从属权利要求中列举其他有利的措施,所述措施能够任意地彼此组合,以便实现其他的优点。

附图说明

[0008] 附图示出:

[0009] 图 1、2 示出根据现有技术的冷却孔,

[0010] 图 3-5 示出本发明的实施例,

[0011] 图 6 示出涡轮机叶片

[0012] 图 7 示出燃烧室,

[0013] 图 8 示出超合金的表格。

[0014] 附图和说明书仅描述本发明的实施例。

具体实施方式

[0015] 图 1 示出层 10(图 2)的具有孔 13 的表面 42 的俯视图,所述孔在此尤其构成为薄膜冷却孔。

[0016] 在表面 42 上存在在孔 13 周围的轮廓 45。薄膜冷却孔 13 能够具有带有对称的或不对称的横截面的径向孔 16。根据在燃烧室块 155(图 9)或涡轮机叶片 120、130(图 8)上的位置或应用,薄膜冷却孔 13 构成为具有扩散部 19。

[0017] 扩散部 19 为孔 13 的下部分 16 的扩宽部(图 2)。

[0018] 图 2 示出贯穿层系统 25 的横截面。层系统 25 具有基底 4。基底 4 优选是金属的并且更尤其具有镍基的或钴基的超合金。

[0019] 在此,优选地,使用根据图 8 的合金。

[0020] 在基底 4 上直接地或在金属连接层 7 上施加有外部的陶瓷层 10, 所述外部的陶瓷层具有最外的表面 42。

[0021] 连续地穿过层系统 25、即穿过层 7、10 和基底 4 存在孔 13, 所述孔也能够在此表面 42 上具有扩散部 19。

[0022] 图 3 示出扩散部 19 或孔 13 的俯视图。借助 48 示出在陶瓷层和基底或增附层之间的分界面中的部位, 从所述部位起, 裂纹能够沿着分界面开始。

[0023] 因此, 得到弯曲的凹陷部 51, 所述凹陷部沿溢流方向 60 在孔 13 之前起始并且其端部 54、57 相对置、尤其大致居中地在孔 13 的或扩散部 19 的高度上终止。

[0024] 扩散部 19 不由凹陷部 51 环绕。

[0025] 凹陷部 51 弯曲地、优选钳状地或 O 形地构成。沿溢流方向 60 观察, 凹陷部 51 的端部 54、57 也表示凹陷部 51 的沿溢流方向 60 观察的端部。

[0026] 凹陷部 51 在此圆形地、椭圆形地或弯曲地构成并且不能够接触孔 13 或扩散部 19 (图 3) 或者接触孔 13 或扩散部 19 并且过渡到所述孔 13 中, 如在图 5 中示出的那样, 即凹陷部 51 仅通过孔 13 中断或具有到孔 13 的开口的小的间距 60'、60"。小的在此表示 $\leq$ 凹陷部 51 的长度的 10%。

[0027] 图 4 示出贯穿图 2 的或也贯穿图 5 的横截面, 其中借助 48 可见在陶瓷层和基底 4 或增附层 7 之间的分界面的在孔 13 处开始的区域, 以及示出沿流动方向观察位于区域 48 下游的凹陷部 51。

[0028] 因此, 凹陷部 51 在孔 13 之上伸展。

[0029] 如果从冷却空气孔 13 开始出现 TBC10 的剥落, 那么 TBC 仅直至凹陷部 51 中断并且沿流动方向观察裂纹不伸出凹陷部 51。

[0030] 与此相应地, 凹陷部 51 大部分在最外层 10 的厚度上设置。

[0031] 图 6 在立体图中示出流体机械的沿着纵轴线 121 延伸的转子叶片 120 或导向叶片 130。

[0032] 所述流体机械可以是飞机的或用于发电的发电厂的燃气轮机, 也可以是蒸汽轮机或压缩机。

[0033] 叶片 120、130 沿着纵轴线 121 相继具有: 固定区域 400、邻接于固定区域的叶片平台 403 以及叶身 406 和叶片梢部 415。

[0034] 作为导向叶片 130, 叶片 130 可以在其叶片梢部 415 处具有另一平台 (没有示出)。

[0035] 在固定区域 400 中形成有助于将转子叶片 120、130 固定在轴或盘上 (没有示出) 的叶片根部 183。

[0036] 叶片根部 183 例如构成为锤头形。作为枞树形根部或燕尾形根部的其它设计方案是可行的。

[0037] 叶片 120、130 对于流过叶身 406 的介质具有迎流棱边 409 和出流棱边 412。

[0038] 在传统的叶片 120、130 中, 在叶片 120、130 的所有区域 400、403、406 中使用例如实心的金属材料、尤其是超合金。

[0039] 例如由 EP 1 204 776 B1、EP 1 306 454、EP 1 319 729 A1、WO 99/67435 或 WO 00/44949 已知这样的超合金。

[0040] 在这种情况下, 叶片 120、130 可以通过铸造法, 也可以借助定向凝固、通过锻造

法、通过铣削法或其组合来制造。

[0041] 将带有一个或多个单晶结构的工件用作机器的在运行中承受高的机械的、热的和 / 或化学的负荷的构件。

[0042] 这种单晶工件的制造例如通过由熔融物的定向凝固来进行。在此,这涉及一种浇铸法,其中液态金属合金凝固为单晶结构、即单晶工件,或者定向凝固。

[0043] 在这种情况下,枝状晶体沿热流定向,并且形成柱状晶体的晶粒结构(柱状地,这就是说在工件的整个长度上分布的晶粒,并且在此根据一般的语言习惯称为定向凝固),或者形成单晶结构,这就是说整个工件由唯一的晶体构成。在这些方法中,必须避免转变为球形(多晶的)凝固,因为通过非定向的生长必要地构成横向和纵向晶界,所述横向和纵向晶界使定向凝固的或单晶的构件的良好特性不起作用。

[0044] 如果通常提到定向凝固组织,则是指不具有晶界或最多具有小角度晶界的单晶和确实具有沿纵向方向分布的晶界但不具有横向晶界的柱状晶体结构。第二种所提到的晶体结构也称为定向凝固组织(directionally solidified structures)。

[0045] 由 US-PS 6,024,792 和 EP 0 892 090 A1 已知这样的方法。

[0046] 叶片 120、130 同样可以具有抗腐蚀或抗氧化的覆层,例如(MCrAlX;M 是铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)的组中的至少一种元素,X 是活性元素并代表钇(Y)和 / 或硅和 / 或至少一种稀土元素,或铪(Hf))。由 EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1 或 EP 1 306 454 A1 已知这样的合金。

[0047] 密度优选是理论密度的 95%。

[0048] 在 MCrAlX 层上形成保护性氧化铝层(TGO = thermal grown oxide layer(热生长氧化层))(作为中间层或最外层)。

[0049] 优选地,层成分具有 Co-30Ni-28Cr-8Al-0.6Y-0.7Si 或 Co-28Ni-24Cr-10Al-0.6Y。除这些钴基保护覆层外,也优选地使用镍基保护层,例如 Ni-10Cr-12Al-0.6Y-3Re 或 Ni-12Co-21Cr-11Al-0.4Y-2Re 或 Ni-25Co-17Cr-10Al-0.4Y-1.5Re。

[0050] 在 MCrAlX 上还可以存在隔热层,隔热层优选是最外层并例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 组成,也就是说,隔热层通过氧化钇和 / 或氧化钙和 / 或氧化镁非稳定、部分稳定或完全稳定。

[0051] 隔热层覆盖整个 MCrAlX 层。通过例如电子束气相淀积(EB-PVD)的适当的覆层方法在隔热层中产生柱状晶粒。

[0052] 其他覆层方法也是可以考虑的,例如气相等离子喷涂(APS)、LPPS(低压等离子喷涂)、VPS(真空等离子喷涂)或 CVD(化学气相沉积)。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,以得到更好地耐热冲击。因此,隔热层优选地比 MCrAlX 层更为多孔。

[0053] 再处理(Refurbishment)意味着构件 120、130 在其使用之后必要时必须去除(例如通过喷砂)保护层。然后,去除腐蚀层和 / 或氧化层及腐蚀产物和 / 或氧化产物。必要时,还修复在构件 120、130 中的裂纹。然后,进行构件 120、130 的再覆层以及构件 120、130 的重新使用。

[0054] 叶片 120、130 可以实施成空心的或实心的。如果要冷却叶片 120、130,则叶片为空心的并且必要时还具有薄膜冷却孔 418(由虚线表示)。

[0055] 图 9 示出燃气轮机的燃烧室 110。燃烧室 110 例如构成为所谓环形燃烧室,其中多

个在周向上围绕旋转轴线 102 设置的燃烧器 107 通到共同的燃烧室腔 154 中,所述燃烧器产生火焰 156。为此,燃烧室 110 以其整体构成为环形的结构,所述环形的结构围绕旋转轴线 102 定位。

[0056] 为了实现相对高的效率,针对为大约 1000°C 至 1600°C 的工作介质 M 的相对高的温度来设计燃烧室 110。为了还在这些对材料不利的工作参数的情况下能够实现相对长的工作持续时间,燃烧室壁 153 在其朝向工作介质 M 的一侧上设有由热屏蔽元件 155 形成的内衬。

[0057] 每个由合金构成的热屏蔽元件 155 在工作介质侧配备有尤其耐热的保护层 (MCrAlX 层和 / 或陶瓷覆层) 或者由耐高温的材料 (实心陶瓷石) 制成。

[0058] 所述保护层 7 能够类似涡轮机叶片,即例如表示 MCrAlX :M 是铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni) 的组中的至少一种元素, X 是活性元素并代表钇 (Y) 和 / 或硅和 / 或至少一种稀土元素,或铪 (Hf))。由 EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1 或 EP 1 306 454 A1 已知这样的合金。

[0059] 在 MCrAlX 上还可以存在例如陶瓷的隔热层,并且隔热层例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 构成,即,隔热层通过氧化钇和 / 或氧化钙和 / 或氧化镁非稳定、部分稳定或完全稳定。

[0060] 通过例如电子束气相淀积 (EB-PVD) 的适当的覆层工艺在隔热层中产生柱状晶粒。

[0061] 其他覆层工艺,例如气相等离子喷涂 (APS)、LPPS (低压等离子喷涂)、VPS (真空等离子喷涂) 或 CVD (化学气相沉积) 是能够考虑的。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,以得到更好的耐热冲击性。

[0062] 再处理 (Refurbishment) 意味着在使用热屏蔽元件 155 之后,必要时必须将保护层去除 (例如通过喷砂)。接着,去除腐蚀层和 / 或氧化层及腐蚀产物和 / 或氧化产物。必要时,还修复在热屏蔽元件 155 中的裂缝。然后,进行热屏蔽元件 155 的再覆层以及热屏蔽元件 155 的重新使用。

[0063] 由于在燃烧室 110 的内部中的高温,还可为热屏蔽元件 155 或者为其保持元件设有冷却系统。那么,热屏蔽元件 155 例如是空心的或者必要时还具有通到燃烧室腔 154 中的冷却孔 (没有示出)。

[0064] 图 10 示例性地示出燃气轮机 100 的纵向部分剖面图。

[0065] 燃气轮机 100 在内部具有带有轴 101 的、可围绕旋转轴线 102 转动地安装的转子 103,该转子也称为涡轮机转子。

[0066] 沿着转子 103 依次为进气壳体 104、压缩机 105、带有多个同轴设置的燃烧器 107 的尤其为环形燃烧室的例如环面状的燃烧室 110、涡轮机 108 和排气壳体 109。

[0067] 环形燃烧室 110 与例如环形的热气体通道 111 连通。在那里例如四个相继连接的涡轮级 112 形成涡轮机 108。

[0068] 每个涡轮级 112 例如由两个叶片环形成。沿工质 113 的流动方向观察,在热气体通道 111 中,由转子叶片 120 形成的排 125 跟随导向叶片排 115。

[0069] 在此,导向叶片 130 固定在定子 143 的内壳体 138 上,相对地,该排 125 的转子叶片 120 例如借助涡轮盘 133 安装在转子 103 上。

[0070] 发电机或者做功机械 (没有示出) 耦接于转子 103。

[0071] 在燃气轮机 100 工作期间,压缩机 105 通过进气壳体 104 将空气 135 吸入并且压缩。在压缩机 105 的涡轮侧端部处提供的压缩空气被引至燃烧器 107 并且在那里与燃料混合。接着混合物在燃烧室 110 中燃烧,从而形成工质 113。工质 113 从那里起沿着热气体通道 111 流过导向叶片 130 和转子叶片 120。工质 113 在转子叶片 120 处以传递动量的方式膨胀,使得转子叶片 120 驱动转子 103,并且该转子驱动耦接在其上的做功机械。

[0072] 暴露于热工质 113 的构件在燃气轮机 100 工作期间承受热负荷。除了加衬于环形燃烧室 110 的热屏蔽元件之外,沿工质 113 的流动方向观察的第一涡轮机级 112 的导向叶片 130 和转子叶片 120 承受最大的热负荷。

[0073] 为了经受住那里存在的温度,可借助于冷却剂来冷却所述第一涡轮机级的导向叶片和转子叶片。

[0074] 同样,构件的基底可以具有定向结构,这就是说它们是单晶的(SX 结构)或仅具有纵向定向的晶粒(DS 结构)。

[0075] 例如,铁基、镍基或钴基超合金用作构件的材料,尤其是用作涡轮叶片 120、130 和燃烧室 110 的构件的材料。

[0076] 例如由 EP 1 204 776 B1、EP 1 306 454、EP 1 319 729 A1、WO 99/67435 或 WO 00/44949 已知这样的超合金。

[0077] 同样地,叶片 120、130 可以具有抗腐蚀的覆层,例如(MCrAlX;M 是铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)的组中的至少一种元素,X 是活性元素并代表钇(Y)和/或硅和/或至少一种稀土元素,或铪(Hf))。由 EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1 或 EP 1 306 454 A1 已知这样的合金。

[0078] 在 MCrAlX 上还可以存在隔热层,并且例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 组成,也就是说,隔热层通过氧化钇和/或氧化钙和/或氧化镁非稳定、部分稳定或完全稳定。

[0079] 通过例如电子束气相淀积(EB-PVD)的适当的覆层方法在隔热层中产生柱状晶粒。

[0080] 导向叶片 130 具有朝向涡轮机 108 的内壳体 138 的导向叶片根部(这里没有示出),以及与导向叶片根部相对置的导向叶片顶部。导向叶片顶部朝向转子 103 并固定在定子 143 的固定环 140 处。

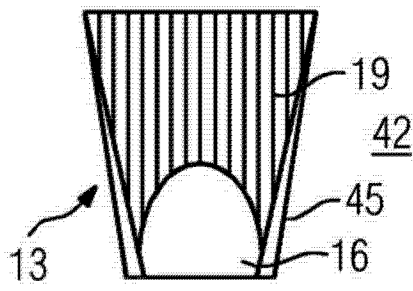


图 1

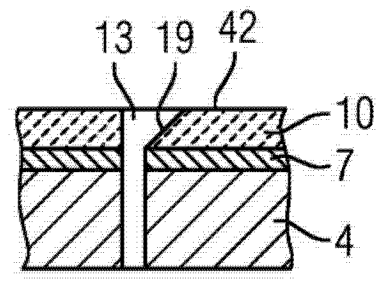


图 2

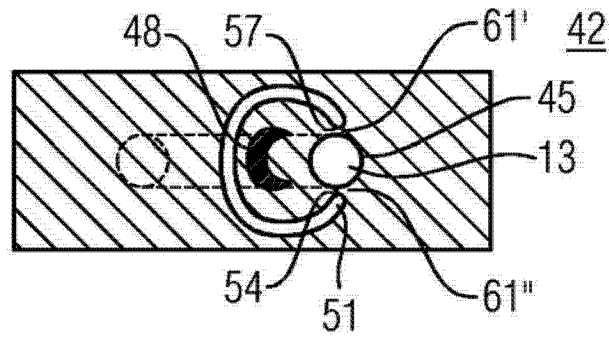


图 3

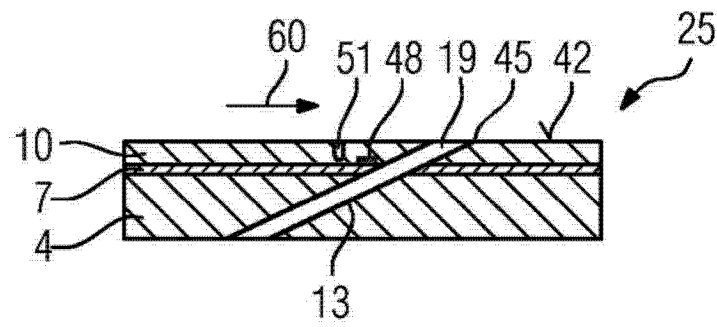


图 4

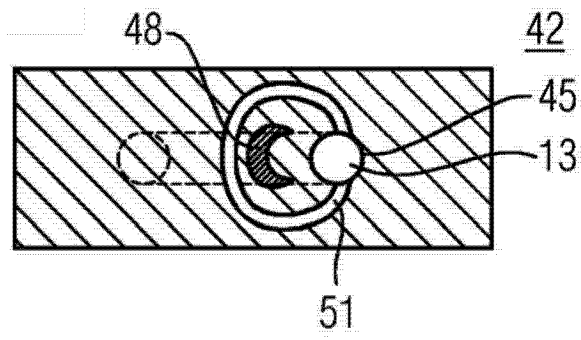


图 5

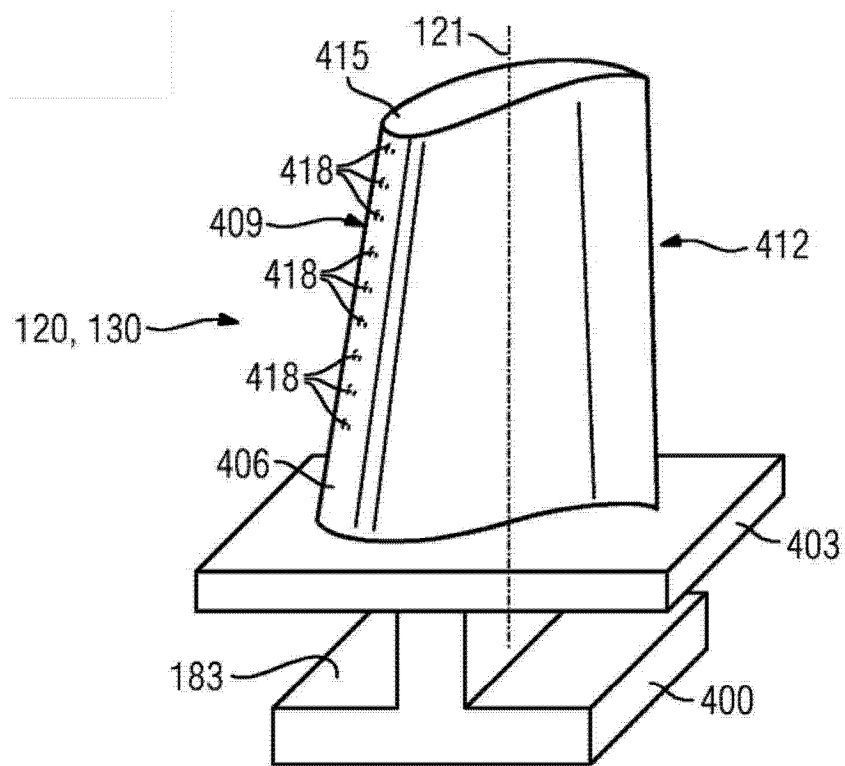


图 6

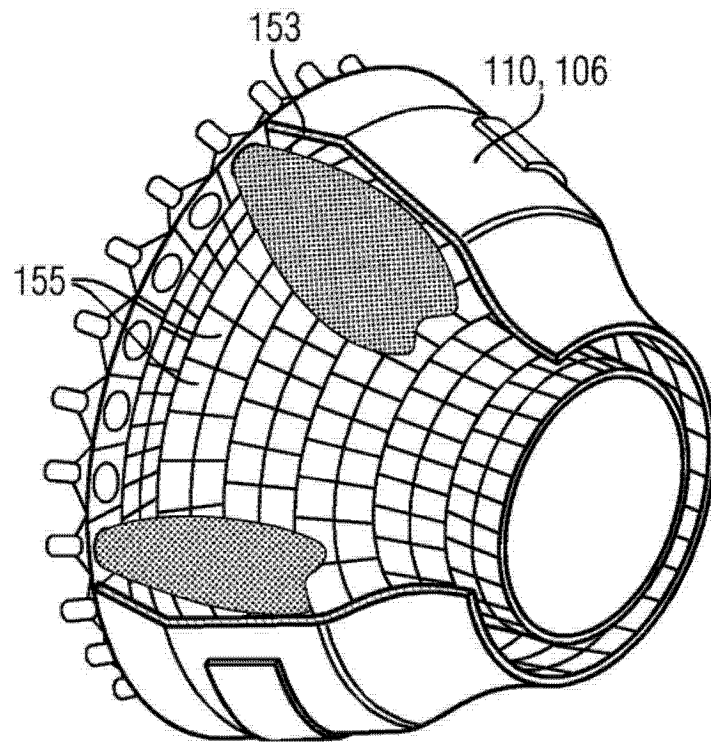


图 7

材料	化学成分 单位: %												
	C	Cr	Ni	Co	Mo	W	Ta	Nb	Al	Ti	B	Zr	Hf
镍基精密铸造合金													
GTD 222	0.10	22.5	其余	19.0		2.0	1.0		1.2	2.3	0.008		
IN 939	0.15	22.4	其余	19.0		2.0	1.4	1.0	1.9	3.7	0.009	0.10	
IN 6203 DS	0.15	22.0	其余	19.0		2.0	1.1	0.8	2.3	3.5	0.010	0.10	0.75
Udimet 500	0.10	18.0	其余	18.5	4.0				2.9	2.9	0.006	0.05	
IN 738 LC	0.10	16.0	其余	8.5	1.7	2.6	1.7	0.9	3.4	3.4	0.010	0.10	
SC 16	<0.01	16.0	其余		3.0		3.5		3.5	3.5	<0.005	<0.008	
Rene 80	0.17	14.0	其余	9.5	4.0	4.0			3.0	5.0	0.015	0.03	
GTD 111	0.10	14.0	其余	9.5	1.5	3.8	2.8		3.0	4.9	0.012	0.03	
GTD 111 DS													
IN 792 CC	0.08	12.5	其余	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	
IN 792 DS	0.08	12.5	其余	9.0	1.9	4.1	4.1		3.4	3.8	0.015	0.02	1.00
MAR M 002	0.15	9.0	其余	10.0		10.0	2.5		5.5	1.5	0.015	0.05	1.50
MAR M 247 LC DS	0.07	8.1	其余	9.2	0.5	9.5	3.2		5.6	0.7	0.015	0.02	1.40
CMSX-2	<0.006	8.0	其余	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	
CMSX-3	<0.006	8.0	其余	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<0.003	<0.0075	0.10
CMSX-4		6.0	其余	10.0	0.6	6.0	6.0		5.6	1.0		Re=3.0	0.10
CMSX-6	<0.015	10.0	其余	5.0	3.0	<1.0	2.0	<1.0	4.9	4.8	<0.003	<0.0075	0.10
PWA 1480 SX	<0.006	10.0	其余	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<0.0075	<0.0075	
PWA 1483 SX	0.07	12.2	其余	9.0	1.9	3.8	5.0		3.6	4.2	0.0001	0.002	
钴基精密铸造合金													
FSX 414	0.25	29.0	10	其余		7.5					0.010		
X 45	0.25	25.0	10	其余		8.0					0.010		
ECY 768	0.65	24.0	10	51.7		7.5	4.0		0.25	0.3	0.010	0.05	
MAR M-509	0.65	24.5	11	其余		7.5	4			0.3	0.010	0.60	
CM 247	0.07	8.3	其余	10.0	0.5	9.5	3.2		5.5	0.7			1.5

图 8