



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102575927 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 11

(21) 申请号 201080047224. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 06. 21

G01B 11/06(2006. 01)

(30) 优先权数据

09013170. 7 2009. 10. 19 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/058722 2010. 06. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02011/047890 DE 2011. 04. 28

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 托尔斯滕·梅尔策-约基施

安德烈亚斯·奥佩特

迪米特里奥斯·托迈迪斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 张春水 田军锋

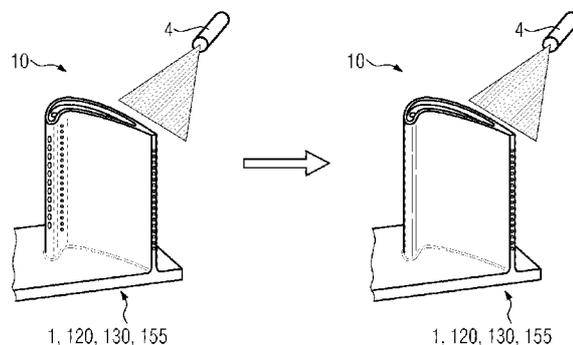
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于借助于激光三角法进行层厚度测量的方法和装置

(57) 摘要

通过在构件进行覆层之前和之后进行激光三角测量来使过程监控自动化。



1. 用于确定待覆层的构件 (1、120、130、155) 的层厚度的方法, 其中在覆层 (II) 之前 (I) 和期间或者之后 (III) 借助于激光三角法测量所述构件 (1、120、130、155), 并且从所述构件 (1、120、130、155) 的不同的测量 (V) 中计算层厚度, 其中考虑所述构件 (1、120、130、155) 的变形。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中层厚度测量仅局部地, 尤其在一些点上执行。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中在所述构件 (1、120、130、155) 进行覆层之后执行所述激光三角测量。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的方法, 其中在所述构件 (1、120、130、155) 进行覆层期间执行所述激光三角测量。

5. 根据权利要求 1、2、3 或 4 所述的方法, 其中在多个位置 (13'、13"、.....) 上执行所述层厚度测量。

6. 根据权利要求 1、3 或 4 所述的方法, 其中大面积地执行所述层厚度测量。

7. 根据权利要求 1、2、3、4、5 或 6 所述的方法, 其中仅在在进行覆层之前和仅在之后执行所述层厚度测量。

8. 根据权利要求 1、2、3、4、5、6 或 7 所述的方法, 其中使用在所述构件 (1、120、130、155) 上的至少一个参考点, 以便确定叶片 (120、130) 的所述变形。

9. 装置 (10), 尤其用于执行根据权利要求 1、2、3、4、5、6、7 或 8 所述的方法, 所述装置具有:

用于所述构件 (1、120、130、155) 的支架,

构件 (1、120、130、155),

其中所述支架或者所述构件 (1、120、130、155) 具有用于确定所述构件 (1、120、130、155) 的所述变形的参考点,

用于所述激光三角测量的传感器 (4),

运算单元 (IV),

所述运算单元在覆层 (II) 之前、期间或者之后获取所述构件 (1、120、130、155) 的不同的测量, 并且实现在所述测量之间求差 (V), 由此能够测定层厚度。

用于借助于激光三角法进行层厚度测量的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于借助于激光三角法进行层厚度测量的方法和装置。

背景技术

[0002] 对于质量评估和对于稍后的使用而言重要的是，覆层的构件在所有部位上达到所要求的层厚度。

[0003] 这不可借助到目前为止的测量方法，例如涡流测量法来实现。

[0004] 破坏性检测排除了构件稍后的使用并且仅能够用于参数优化。

发明内容

[0005] 因此，本发明的目的是解决上述问题。

[0006] 该目的通过根据权利要求 1 所述的方法和根据权利要求 1 或 9 所述的装置来实现。

附图说明

[0007] 附图示出：

[0008] 图 1、2 示出根据本发明的方法和装置的示意流程；

[0009] 图 3 示出该方法的流程的示意图；

[0010] 图 4 示出层厚度测量的位置；

[0011] 图 5 示出燃气轮机；

[0012] 图 6 示出涡轮叶片；

[0013] 图 7 示出燃烧室；以及

[0014] 图 8 示出超合金列表。

[0015] 附图和描述仅代表本发明的实施例。

具体实施方式

[0016] 作为示例使用的构件 1，图 1 示出涡轮叶片 120、130。涡轮叶片 120、130 可以是新构件或者（由再处理）去层的构件 120、130，所述去层的构件已经使用过并且例如由于去层工艺而具有变薄的壁厚度。

[0017] 在第一步骤中，在覆层之前借助于用于激光三角测量的传感器 4 在每个层厚度的检测有意义的位置 13'、13''（图 4）上对叶片 120、130 进行测量（在图 3 中的 I）。这能够局部地在一个或多个点上实现，或者全局地在整个待覆层的面上实现。

[0018] 然后将涡轮叶片 120、130 覆层（在图 3 中的 II）并且借助于激光三角法重新测量涡轮叶片 120、130（图 2 或者在图 3 中的 III）。

[0019] 借助于激光三角法进行的测量优选还能够在覆层（II）期间进行。

[0020] 在覆层之前和之后或者期间由此得出的数据能够借助于计算机（在图 3 中的 IV）

彼此进行比较,并且因此能够在任何期望的位置上(图4)测定层厚度并且优选与额定值进行比较。

[0021] 通过在几何数据之间求差来确定(在图3中的V)在任何所期望的位置13'、13''(图4)上的层厚度。

[0022] 能够为金属的和陶瓷的层建立层厚度并且借助于APS(气相等离子喷涂)、VPS(真空等离子喷涂)、PVP、CVD(化学气相沉积)来确定。

[0023] 优选地,在之前和之后在相同的支架上,优选在没有安装和拆卸构件120、130的情况下执行测量。

[0024] 优选地,测量仅在覆层之前和之后进行,因为由此技术上的构成稍微更简单。

[0025] 优选地,因为尤其在弯曲的表面中出现不同的层厚度,所以大面积地扫描构件,在涡轮叶片120、130的情况下大面积地扫描涡轮叶身和叶片平台。

[0026] 通过在构件1、120、130、155上选择参考点,能够考虑构件1、120、130、155的变形,尤其是构件的更薄的部分的变形,即通过覆层工艺(加热)所形成的叶身的变形,并且测定实际的层厚度,其中,尤其在叶片120、130中所述参考点优选是在不变形的部位上的点,例如在叶片根部上,因为该部位是非常坚固的,或者在支架上。

[0027] 该工艺具有高的自动化程度并且能够在工艺鉴定期间使用,或者用作伴随工艺的测量或者用作质量控制。

[0028] 覆层概括地表示材料涂覆:局部地,如涡轮叶片的叶身,在叶身上局部地覆层或者完整地覆层,但是还表示焊接涂覆方法。

[0029] 图5以局部纵剖面图举例地示出燃气轮机100。

[0030] 燃气轮机100在内部具有带有轴的、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电枢。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。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。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。

[0031] 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。发电机或者做功机械(未示出)耦接于转子103。

[0032] 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。

[0033] 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承受最高的热负荷。为了经受住那里存在的温度,可借助冷却剂来冷却第一涡轮机级的导向叶片和转子叶片。同样,构件的基质可以具有定向结构,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)。例如,铁基、镍基或钴基超

合金用作构件的材料,特别是用作涡轮叶片 120、130 和燃烧室 110 的构件的材料。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。

[0034] 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(这里未示出),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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。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(未示出)。

[0038] 在固定区域 400 中形成有用于将转子叶片 120、130 固定在轴或盘上的叶片根部 183(未示出)。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他构形是可行的。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。

[0039] 在传统叶片 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。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。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。

[0040] 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。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,这涉及一种浇注法,其中液态金属合金凝固为单晶构造物、即单晶工件,或者定向凝固。

[0041] 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,必须避免过渡成球形(多晶的)凝固,因为通过非定向的生长不可避免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。如果一般性地提到定向凝固组织,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)。由 US-PS 6,024,792 和 EP 0 892 090 A1 已知这样的方法;这些文献涉及本公开文本的凝固方法的部分。

[0042] 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)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。密度优选地是理论密度的 95%。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)。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。

[0043] 在 MCrAlX 上还可以有隔热层,隔热层优选是最外层并例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 组成,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。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。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 或 CVD。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于更好地耐热冲击。因此,隔热层优选地比 MCrAlX 层更为多孔。

[0044] 叶片 120、130 可以构造成空心的或实心的。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)。

[0045] 图 7 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。

[0046] 为了实现相对高的效率,针对为大约 $1000^{\circ}C$ 至 $1600^{\circ}C$ 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 的侧上设有由热屏蔽元件 155 形成的内衬。

[0047] 由于在燃烧室 110 的内部中的高温,此外可为热屏蔽元件 155 或者为保持元件设置冷却系统。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 (未示出)。

[0048] 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。保护层能够类似涡轮叶片,于是 MCrAlX 例如表示 :M 是铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni) 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)。从 EP 0 486 489 B1、EP 0 786 017 B1、EP 0 412 397 B1 或 EP 1 306 454 A1 中已知这种合金。

[0049] 在 MCrAlX 上还可以有例如陶瓷的隔热层,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。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。其他覆层工艺,例如气相等离子喷涂 (APS)、LPPS、VPS 或 CVD 也是可行的。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于更好的耐热冲击性。

[0050] 再处理 (Refurbishment) 意味着在使用涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 之后,必要时必须将保护层从涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 上去除 (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,还修复在涡轮叶片 120、130 或热屏蔽元件 155 中的裂缝。然后,进行涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 的再覆层以及涡轮叶片 120、130 或热屏蔽元件 155 的重新使用。

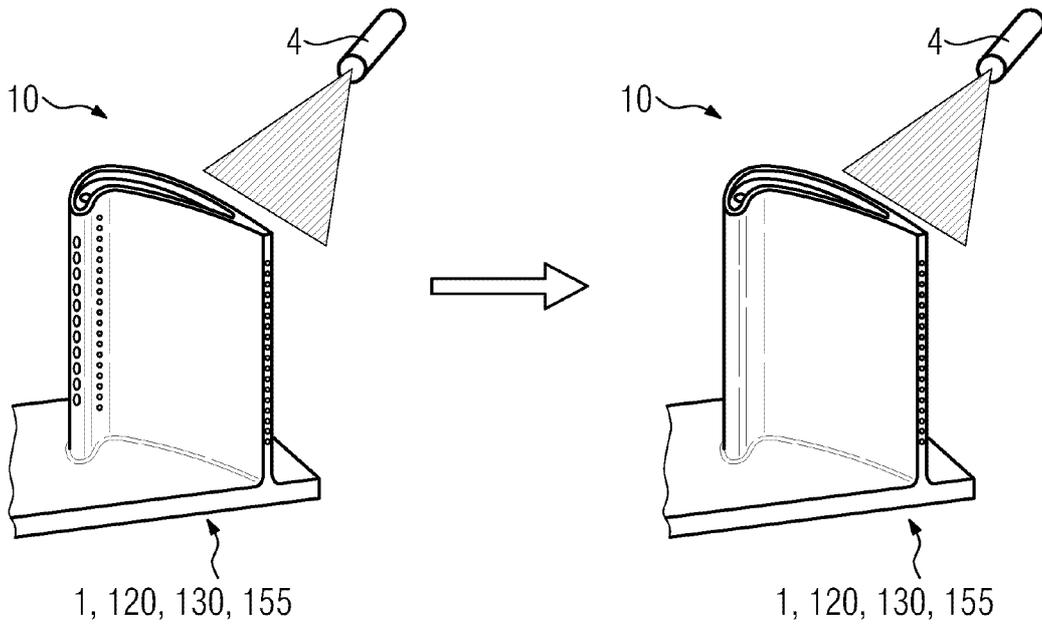


图1

图2

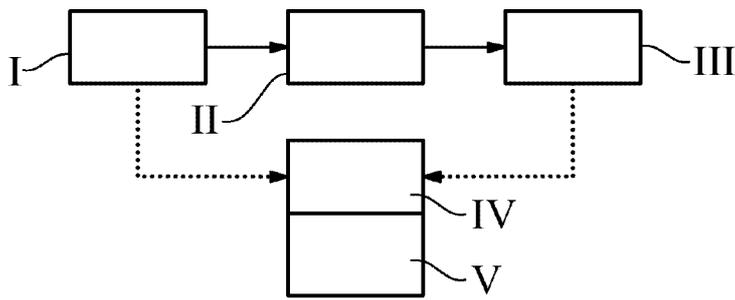


图3

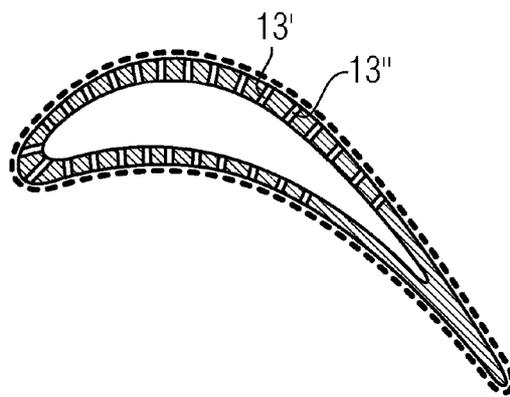


图4

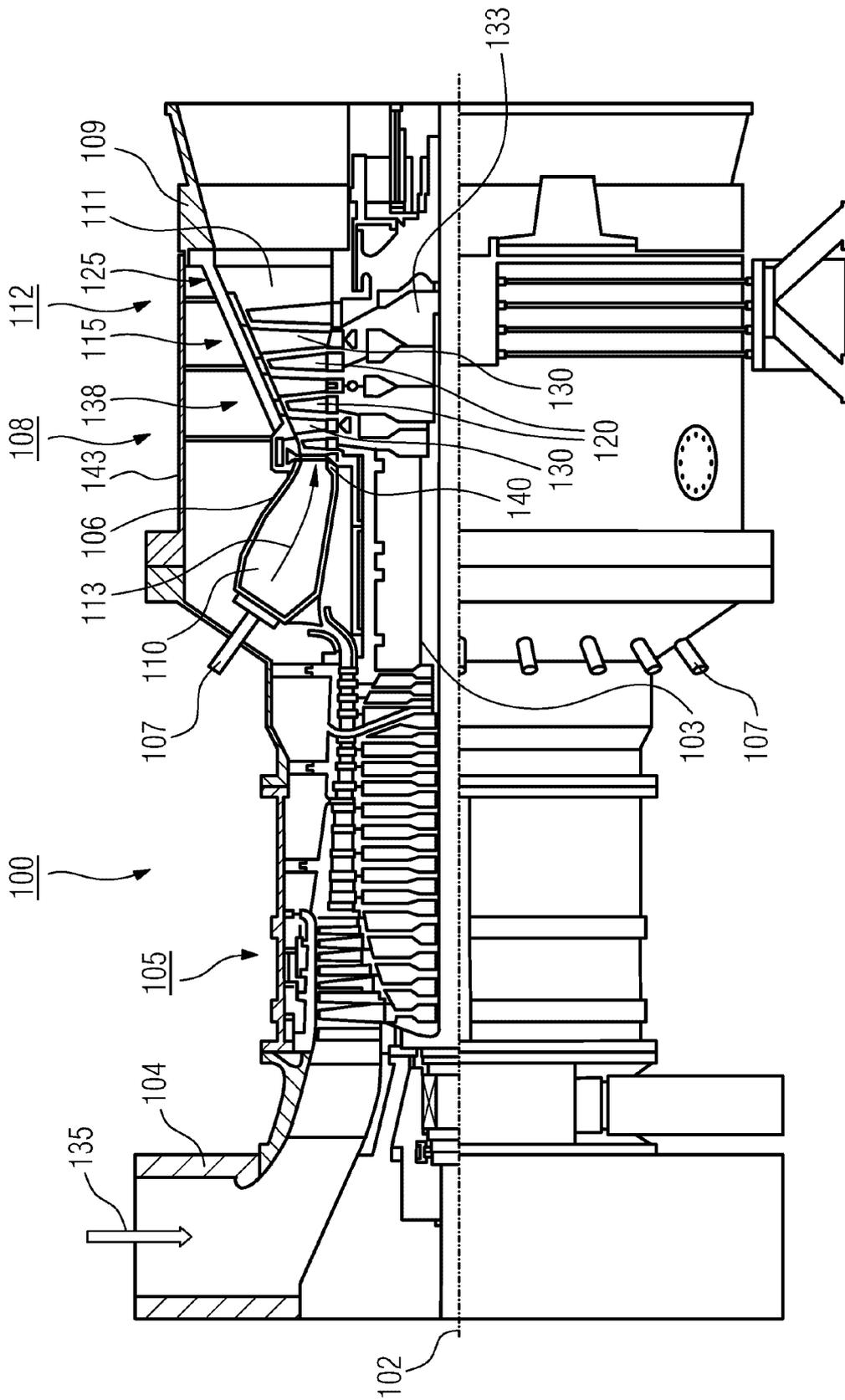


图 5

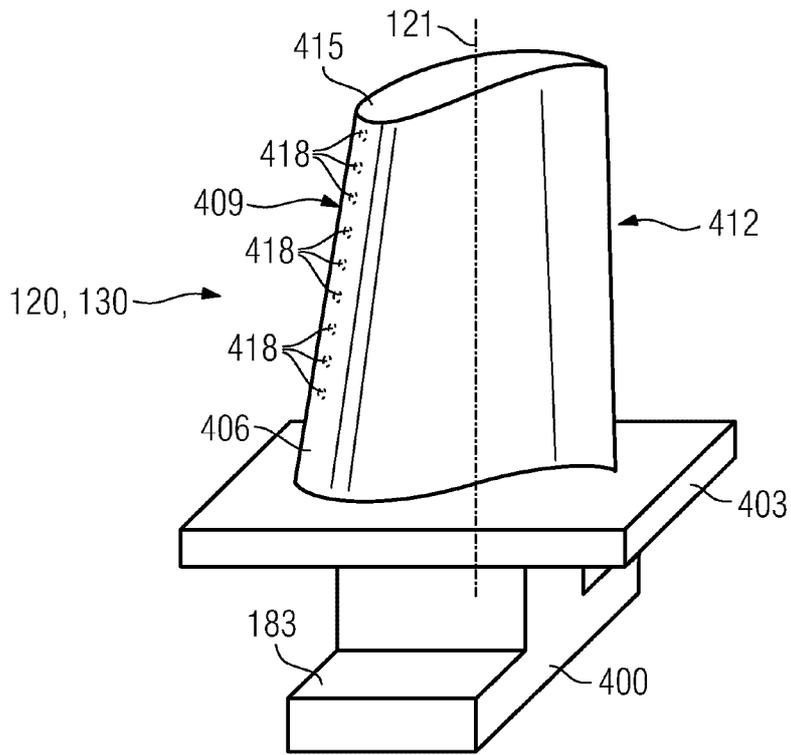


图 6

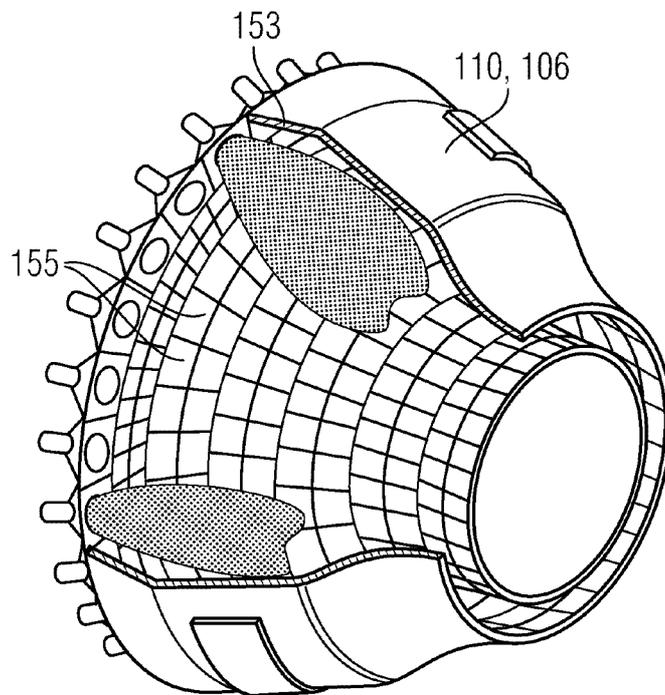


图 7

原料	以%为单位的化学成分													
	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	<.006	8.0	其余	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.0075		
CMSX·3	<.006	8.0	其余	4.6	0.6	8.0	6.0		5.6	1.0	<.003	<.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	<.015	10.0	其余	5.0	3.0	<.10	2.0	<.10	4.9	4.8	<.003	<.0075	0.10	
PWA 1480 SX	<.006	10.0	其余	5.0		4.0	12.0		5.0	1.5	<.0075	<.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