



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101410552 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 07

(21) 申请号 200780010884. 7

C04B 35/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 03. 01

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

06006326. 0 2006. 03. 27 EP

EP 0733723 B1, 1999. 07. 07, 全文.

US 2002/0155316 A1, 2002. 10. 24, 全文.

US 4275124, 1981. 06. 23, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 25

审查员 董李欣

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2007/051929 2007. 03. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02007/110295 DE 2007. 10. 04

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 J·斯坦巴赫 W·斯塔姆

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 曹若 梁冰

(51) Int. Cl.

C23C 26/00 (2006. 01)

C23C 30/00 (2006. 01)

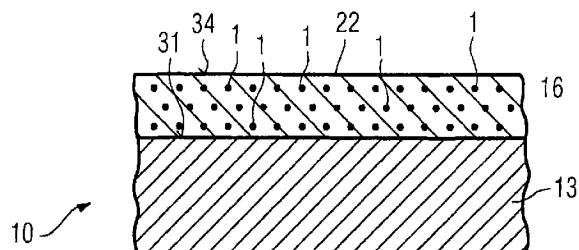
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

具有非化学计量的微粒的母体和层系统

(57) 摘要

按现有技术的保护层通过以下方式来达到其保护功能, 即其消耗形成保护性的氧化层的特定元素或者作为消耗材料被消耗的特定的元素。如果这种材料被消耗, 那就不再能够保持所述保护功能。按本发明使用微粒(1), 所述微粒(1) 包含自行消耗的迟延释放的材料的储备(Depot)。这一点通过这种材料超化学计量地存在这种方式来实现。



1. 用于部件 (10、120、130、138、155) 或者用于层 (16) 的具有微粒 (1) 的母体, 该母体具有母体材料 MCrAlX, 该母体材料具有至少一种金属元素 Me, 其特征在于,

所述金属元素 Me 是铝 Al 或铬 Cr, 并且

所述微粒 (1) 具有氧化物 Me-O 或者

所述微粒 (1) 具有氮化物 Me-N 或者

所述微粒 (1) 具有硼化物 Me-B 或者

所述微粒 (1) 具有氮氧化铝或者

所述微粒 (1) 具有金属有机的化合物 R-C-Me-R, 其中 R 为有机的侧链,

并且所述金属元素 Me 在微粒 (1) 的上述化合物中具有超化学计量的份额。

2. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 仅仅具有一种金属元素 Me。

3. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 具有两种金属元素 Me。

4. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述氧化物是氧化铝和 / 或氧化铬。

5. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 是颗粒状的。

6. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 的直径小于等于 1 微米。

7. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 没有由不同于微粒 (1) 的另一种材料制成的覆盖层。

8. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 具有氮化铝。

9. 按权利要求 1 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 由所述金属元素 Me 的化合物构成。

10. 按权利要求 6 所述的母体, 其特征在于,

所述微粒 (1) 的直径小于等于 500 纳米。

11. 一种用于部件的层系统, 具有基片 (13) 和 / 或至少一个布置在基片 (13) 上的层 (16、19), 和权利要求 1 到 10 中任一项所述的母体用于基片 (13) 和 / 或布置在基片 (13) 上的层 (16)。

12. 按权利要求 11 所述的层系统, 其特征在于,

在所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 上布置了另外的层 (19)。

13. 按权利要求 11 所述的层系统, 其特征在于,

所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 是金属的。

14. 按权利要求 12 所述的层系统, 其特征在于,

所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 是 MCrAlX 类型的合金。

15. 按权利要求 11 所述的层系统, 其特征在于,

所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 是陶瓷的或者玻璃陶瓷的并且所述基片 (13) 是金属的。

16. 按权利要求 11、12 或 14 所述的层系统,其特征在于,
在所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 和 / 或所述基片 (13) 的内部,所述微粒 (1) 的浓度存在梯度。
17. 按权利要求 11、12 或 14 所述的层系统,其特征在于,
仅仅所述基片 (13) 具有按权利要求 1 到 10 中任一项所述的母体。
18. 按权利要求 11、12 或 14 所述的层系统,其特征在于,
仅仅所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 具有按权利要求 1 到 10 中一项所述的母体。
19. 按权利要求 11 所述的层系统,其特征在于,
所述基片 (13) 是镍基的。
20. 按权利要求 11 所述的层系统,其特征在于,
所述层 (16) 是镍基的。
21. 按权利要求 11、12 或 14 所述的层系统,其特征在于,
所述基片 (13) 是钴基的、镍基的或铁基的超级合金,
在所述超级合金上涂上层 (16),
在所述超级合金上存在隔热层。
22. 按权利要求 21 所述的层系统,其特征在于,
所述层系统 (10) 是用于涡轮机的部件、挡热板元件 (155) 或外壳件 (138) 的层系统。
23. 按权利要求 21 所述的层系统,其特征在于,
所述层系统 (10) 是用于燃气轮机 (100) 的压缩机叶片的层系统。
24. 按权利要求 21 所述的层系统,其特征在于,
所述布置在所述基片 (13) 上的层 (16) 具有由 MCrAlX 制成的母体。
25. 按权利要求 21 所述的层系统,其特征在于,
在所述超级合金上存在陶瓷制成的隔热层。
26. 按权利要求 25 所述的层系统,其特征在于,
在所述超级合金上存在由氧化锆材料制成的隔热层。
27. 按权利要求 22 所述的层系统,其特征在于,
所述层系统 (10) 是用于涡轮叶片 (120、130) 的层系统。
28. 按权利要求 22 所述的层系统,其特征在于,
所述层系统 (10) 是用于燃气轮机 (100) 或蒸汽轮机的外壳件 (138) 的层系统。

具有非化学计量的微粒的母体和层系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种母体和一种层系统。

背景技术

[0002] 用于高温应用情况的部件比如燃气涡轮机的涡轮叶片和燃烧室壁具有抗氧化和腐蚀的保护层。这样的层比如由 MCrAlX 类型的合金制成,其中在这种 MCrAlX 层上形成保护性的氧化铝层。在此,所述 MCrAlX 合金的铝扩散到所述 MCrAlX 层的表面上,从而所述 MCrAlX 合金中的铝元素减少。

[0003] 从一开始在所述 MCrAlX 合金中预防性地存在超量份额的铝,用于抵抗减少,但这导致所述 MCrAlX 层的机械性能变得更差。

[0004] 此外公开了设有防止腐蚀和侵蚀的保护层的压缩机叶片。这些压缩机叶片在制造时具有一种带有金属的无机的粘合剂,其中该金属用作电镀的消耗元素 (Opferelement) 并且因此与部件的基片导电连接。这样的保护层的合适的成分从 EP 0142418B1 中得到公开。

[0005] 这里也存在问题,即所述金属随着时间推移在消耗,从而不再履行保护功能。

[0006] 加覆盖层的由铝制成的粉末微粒从 US 6,635,362 中得到公开。

[0007] EP 0933448B1 公开了在由铝化物制成的层中的氧化物微粒。

[0008] WO 2002/066706A2 示出了一种具有加覆盖层的微粒的母体,所述微粒由化学计量的合金制成。

发明内容

[0009] 因此,本发明的任务是说明一种母体和一种层系统,它们具有较长的保护作用。

[0010] 该任务通过一种用于部件或者用于层的具有微粒的母体来完成,该母体具有母体材料,该母体材料具有至少一种金属元素 Me,根据本发明,所述微粒具有氧化物 Me-O 或者所述微粒具有氮化物 Me-N 或者所述微粒具有硼化物 Me-B 或者所述微粒的化合物具有金属有机的化合物 R-C-Me-R,或者所述微粒的化合物具有合金,并且所述金属元素 Me 在微粒的化合物中具有超化学计量的份额。此外本发明还提出一种层系统,其具有基片和 / 或至少一个布置在基片上的层和如上所述的用于基片和 / 或布置在基片上的层的母体。

[0011] 相应的措施可以以有利的方式方法任意地彼此组合。

附图说明

[0012] 图 1、2、3 是按本发明的层或者说基片,

[0013] 图 4 是燃气涡轮机,

[0014] 图 5 是涡轮叶片的透视图,

[0015] 图 6 是燃烧室的透视图。

具体实施方式

[0016] 化合物由至少两种或者更多种化学元素组成,并且具有确定的化学计量。合金(金属化合物)包括至少两种金属元素。

[0017] 微粒 1(图 1、2、3)由一种化合物制成,该化合物以非化学计量的比例具有层 16(图 1、2)或基片 13(图 3)的母体的至少一种金属 Me。至少另一种与所述金属 Me 形成所述化合物的化学元素 Z 可以是母体材料的组成部分或者是一种没有包含在所述母体材料中的化学元素。

[0018] 所述化合物也就是所述微粒 1 的材料尤其是金属 Me 与非金属的化合物,因此是一种陶瓷(非氧化陶瓷或氧化陶瓷、氮氧化物、氮化物、硼化物或者碳化物)并且优选是氧化物,最好是氧化铝和/或氧化铬。所述微粒 1 也优选具有氮化物。优选所述微粒 1 包括金属氧化物和/或金属氮化物。

[0019] 所述微粒 1 也可以具有多种化合物:氧化物、氮氧化物、氮化物、硼化物或者碳化物。

[0020] 优选使用超化学计量的化合物 $\text{Me}_a\text{Z}_{b-y}$ ($y > 0$)、 $\text{Me}_{a+x}\text{Z}_b$ ($x > 0$) 或者 $\text{Me}_{a+x}\text{Z}_{b-y}$ ($x > 0$, $y > 0$) 来代替 Me_aZ_b , 也就是比如使用 ($Z = \text{氮 N}$) AlN_{1-y} ($y > 0$)、 Al_{1+x}N ($x > 0$) 或 $\text{Al}_{1+x}\text{N}_{1-y}$ ($x > 0$, $y > 0$) 来代替 AlN。

[0021] 同样,用于所述微粒 1 的化合物可以由合金制成,该合金是合金的一种非化学计量的成分。

[0022] 因此比如代替 NiAl 使用合金 Ni_{1-y}Al ($y > 0$) 或者 NiAl_{1+x} ($x > 0$)。

[0023] 亚化学计量的化合物也可能是有利的。

[0024] 优选所述微粒 1 仅仅具有一种金属元素 Me。

[0025] 优选所述微粒 1 具有两种金属元素 Me。

[0026] 在化合物、合金或者硅链中的金属元素 Me 尤其是铝 (Al)。

[0027] 同样,所述金属元素可以是铬 (Cr)。

[0028] 此外,可以使用一种铬-铝-合金 (Al-Cr),用于制造用于所述微粒 1 的化合物。

[0029] 同样,可以为所述微粒 1 使用有机材料 R-Me-C-R 比如 Si-Me-O-C 材料(硅链)(Me = Al)C = 碳, R = 碳链。

[0030] 所述 R-Me-C-R 材料尤其由聚硅氧烷树脂制成。聚硅氧烷树脂是具有至少一种金属元素的结构式 $\text{R-SiO}_{1.5}$ 的聚合物-陶瓷的前驱体(Vorstufe),其中 $\text{R} = -\text{CH}_3$ 、 $-\text{CH}_2$ 、 $-\text{CH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_5$ 等等。所述材料进行热交联,其中无机的组成部分(Si-O-Si-链)和主要来自 R 的有机的侧链并排存在。随后所述前驱体在处于 600°C 和 1200°C 之间的温度下通过在 Ar、 N_2 、空气或真空气氛中的热处理陶瓷化。在此,聚合物的网状组织(Netzwerk)分解并且通过热的中间体从非结晶的相重新结构化为结晶的相,其中从聚硅氧烷-前驱体产生一种 $\text{Si-Al}(=\text{Me})\text{-O-C-}$ 网状组织。同样,也可以使用具有金属元素 Me 的聚硅烷(Si-Si)、聚碳硅烷(Si-C)、聚硅氮烷(Si-N)或者聚硼硅氮烷(Si-B-C-N)类型的前驱体。这里所述金属元素 Me 不必以非化学计量的比例存在。化合物的使金属元素 Me 轻易地从化合物中分解出来的能力是足够的。

[0031] 所述微粒 1 可以是烧结的粉末微粒或者粉末颗粒。

[0032] 所述微粒 1 的直径可以处于微米、亚微米(小于 1 微米)或者纳米范围(小于等

于 500 纳米)内。作为直径,也可以理解为多面体的最大横向长度。

[0033] 所述微粒 1 优选没有由其它材料制成的覆盖层。

[0034] 图 1 示出了层 16 的按本发明的母体。所述层 16 是部件 10 或层系统 10 的一部分,该部件 10 或层系统 10 包括基片 13,在所述基片 13 上布置了所述层 16。

[0035] 所述基片 13 比如是例如在蒸汽轮机或燃气轮机 100 中的用于高温的部件(图 5),该部件由镍基、钴基或铁基的超级合金制成。

[0036] 这样的层系统 10 应用在涡轮叶片 120、130(图 4、5)、挡热板元件 155(图 6)或者外壳件 138(图 4)中。

[0037] 所述层 16 具有由母体材料制成的母体,在所述母体中所述微粒 1 均匀地或者局部不同地(比如以一种梯度)分布着。所述微粒 1 因此是所述母体(层、基片)中的剩余相。

[0038] 在此可以在所述层 16 内部或者在所述基片 13 的内部存在所述微粒 1 的局部的浓度梯度。因此比如所述微粒 1 的浓度从所述基片 13 的表面 31 朝所述层 16 的表面 34 逐渐增加。

[0039] 在此也可以制造和使用多个层 16、19,其中所述微粒 1 存在于一个或多个层中。

[0040] 所述层 16 的母体优选是金属基的。比如所述层 16 是 MCrAlX 类型的合金并且所述微粒 1 由铝化合物制成。所述微粒 1 可以在整个层 16 中分布或者局部集中地靠近所述层 16 的外表面 22(图 2)来布置。

[0041] 在此示范性地借助于 MCrAlX 层对延长的保护作用的作用原理进行说明。

[0042] 如上面早已说明的,所述 MCrAlX 合金的保护功能通过以下方式来获得,即所述铝形成氧化铝,不过由此在母体材料中的铝减少。

[0043] 在高温下,铝缓慢地从所述微粒 1 扩散到所述层 16 的母体中并且就这样在所述母体材料中又补足通过氧化消耗的铝,使得所述 MCrAlX 合金的原始成分几乎没有或根本没有变化,直到在所述微粒 1 中不再存在铝。由此实现这一点,即所述保护层 16 的使用寿命显著延长。

[0044] 所述微粒 1 在母体中通过两种不同的方式以扩散形式进行分解。所述微粒 1 要么被母体材料的原子所穿透,在镍基的材料中这就是 γ 相的原子,或者非金属的形成陶瓷的键偶(Bindungspartner)向里扩散到所述微粒中并且所述金属元素在母体中分解。

[0045] 在镍基的材料中,所述金属元素优选铝在 γ 相中分解。在最后这种情况中,会留下相应的陶瓷成分的化学计量的核心并且通过微粒硬化对 γ' 相来说起着持久增强的作用。

[0046] 同样,这些微粒 1 可以用于超级合金的强化。所述微粒 1 的大小优选相应于超级合金的 γ' 相的最佳大小。

[0047] 未熔化的微粒 1 而后优选已经存在于熔液中并且被一同倒出。关于剩余相在超级合金中的布置方式和作用原理,请参照现有技术。所述微粒 1 而后具有以下功能:改进机械性能并且实现防摩擦性能。

[0048] 也可以如此选择化学计量,使得超化学计量的份额通过在所述层 16 的母体材料的晶体结构中的扩散来缓慢分解,并且必要时在所述母体材料中形成析析物并且由此只有在一定的时间之后所述微粒 1 的材料才能直接扩散到所述母体中,因为在此时刻之前比如所述 MCrAlX 层的保护功能依然存在。

[0049] 不依赖于所述微粒 1 是否也布置在处于所述基片 13 上的层 16 中,在所述微粒 1 存在于所述基片 13 中时获得另一种保护功能:

[0050] 在使用所述层系统 10 的过程中,会发生这样的情况,即所述层 16 (MCrAlX 或者 MCrAlX+ 外面的陶瓷层) 在一个区域 37 中剥落,使得所述基片 13 的表面 31 的一部分得不到保护(图 3)。但是在近表面的区域中优选以高浓度(图 2)来布置所述微粒 1。由于所述层系统 10 在高温 T 中继续使用了较长的时间 t,所以所述基片 13 的表面 31 在所述区域 37 中发生腐蚀,由此该表面释放所述微粒 1。通过所述微粒 1 的材料的反应,在所述基片 13 的区域 37 中获得保护功能。在为燃气轮机叶片使用超级合金的情况下,所述微粒 1 具有铝,使得保护层 40 由通过所述微粒 1 的铝的氧化产生的氧化铝构成。

[0051] 所述微粒 1 要么可以仅仅存在于所述层 16 (MCrAlX) 中,要么可以仅仅存在于所述基片 13 中。同样也可以将所述微粒不仅布置在层 16 中而且布置在所述基片 13 中。

[0052] 同样,所述层 16 可以是防止压缩机叶片腐蚀和/或侵蚀的保护层,其中所述微粒 1 在优选具有按专利 EP 0142418B1 的化学成分的层 16 中导致这一结果,即在明显更长的时间间隔中提供足够的消耗材料,以便获得所期望的保护功能。

[0053] 在此为所述微粒使用含铝的化合物。

[0054] 在压缩机中压缩空气时水会凝结,这种水有时候结合其它包含在空气中的元素形成电解质,所述电解质会在压缩机叶片上导致腐蚀及侵蚀。

[0055] 因此,为防止腐蚀和/或侵蚀,压缩机叶片通常设有涂层。在此,尤其考虑涂层 16,所述涂层 16 包括比如磷酸盐复合的(phosphatgebundene)基础母体,所述基础母体则具有在其中分散分布的金属颗粒比如铝颗粒。所述的涂层的保护作用在于,埋入基础涂层中的金属颗粒与压缩机叶片的(较贵重的)金属及电解质一起形成电镀槽,在该电镀槽中所述金属颗粒形成所谓的消耗阳极。然后,在所述消耗阳极中也就是在金属颗粒中而不是在所述压缩机叶片的金属中进行氧化或者说腐蚀。

[0056] 所述涂层的磷酸盐复合的基础母体具有玻璃陶瓷的性能,具有热稳定性,同样具有耐蚀性并且防止机械影响比如磨蚀和侵蚀。

[0057] 除了金属颗粒,所述涂层可以包含其它的颗粒作为填料。在此示范性地提及颜料颗粒。

[0058] 除了磷酸盐复合的涂层之外,也考虑其它类型的涂层 16。EP 0142418B1、EP 0905279A1 以及 EP 0995816A1 说明了铬/磷酸盐基的涂层。EP 1096040A2 说明了磷酸盐/硼酸盐基的涂层 16 并且 EP 0933446B1 说明了磷酸盐/高锰酸盐基的涂层。

[0059] 这些层也可以具有按本发明的母体。

[0060] 所述微粒 1 几乎可以用每种涂覆方法来一起施加,也就是借助于热等离子喷涂(APS、VPS、LPPS)、冷气喷涂、HVOF(高速火焰喷涂)或者电解涂层方法来施加。

[0061] 图 2 示出了按本发明的层 16 的另一种应用例子。

[0062] 所述层系统 10 包括基片 13、按本发明的层 16 以及在所述层 16 的母体上的另外的层 19。

[0063] 这比如是用于高温应用情况的层系统 10,其中所述基片 13 又是如上所述的超级合金并且所述层 16 具有 MCrAlX 类型的母体。接着所述层 19 是陶瓷的隔热层,其中在所述层 16 和层 19 之间形成保护性的氧化铝层(TGO)。按本发明的微粒 1 比如集中在靠近所述

层 16 和 19 之间的分界面处。

[0064] 同样可以介绍一种由具有微粒 1 的材料制成的部件,也就是说所述微粒不存在于涂层中,而是存在于实心的材料中。

[0065] 图 4 示范性地示出了燃气轮机 100 的纵向部分剖面。

[0066] 所述燃气轮机 100 在内部具有围绕着旋转轴线 102 旋转支承的带有轴 101 的转子 103,该转子 103 也称为涡轮转子。

[0067] 沿着所述转子 103 先后跟随进气壳体 104、压缩机 105、比如环面状的燃烧室 110 尤其是具有多个同轴布置的燃烧器 107 的环形燃烧室、涡轮机 108 和排烟室 109。

[0068] 所述环形燃烧室 110 与比如环状的热气通道 111 相通。在那里,比如四个先后连接的涡轮机级 112 形成所述涡轮机 108。

[0069] 每个涡轮机级 112 比如由两个叶栅环构成。沿工作介质 113 的流动方向看,在所述热气通道 111 中,由转子叶片 120 构成的转子叶片组 125 跟随着导向叶片组 115。

[0070] 导向叶片 130 在此固定在定子 143 的内缸 138 上,相反,转子叶片组 125 的转子叶片 120 则比如借助于涡轮叶轮盘 133 安装在所述转子 103 上。

[0071] 在所述转子 103 上连接了发电机或作功机械(未示出)。

[0072] 在所述燃气轮机 100 的运行过程中,由所述压缩机 105 通过进气壳体 104 吸入空气 135 并对其进行压缩。在所述压缩机 105 的涡轮侧的端部上提供的被压缩的空气被导送给所述燃烧器 107,并且在那里与燃烧剂相混合。然后这种混合物在形成工作介质 113 的情况下在所述燃烧室 110 中燃烧。工作介质 113 从那里沿所述热气通道 111 从所述导向叶片 130 及转子叶片 120 的旁边流过。在所述转子叶片 120 上所述工作介质 113 在传递脉冲的情况下膨胀,使得所述转子叶片 120 驱动所述转子 103 并且该转子 103 驱动连接到其上面的作功机械。

[0073] 暴露在热的工作介质 113 下的部件在所述燃气轮机 100 的运行过程中遭受热负荷。沿工作介质 113 的流动方向看的第一个涡轮机级 112 的导向叶片 130 和转子叶片 120 除了给所述环形室 110 加衬的挡热板元件之外遭受最大的热负荷。

[0074] 为了经受住在那里的温度,可以借助于冷却剂对所述导向叶片 130 及转子叶片 120 进行冷却。

[0075] 同样所述部件的基片可以具有定向的结构,也就是说它们是单晶的结构(SX-结构)或者仅仅具有纵向定向的晶粒(DS-结构)。

[0076] 作为用于所述部件尤其用于所述涡轮叶片 120、130 及所述燃烧室 110 的部件的材料,比如使用铁基的、镍基的或钴基的超级合金。

[0077] 这样的超级合金比如从 EP 1204776B1、EP 1306454、EP 1319729A1、WO 99/67435 或者 WO 00/44949 中得到公开;这些公开文献在所述合金的化学成分方面是本公开文件的一部分。

[0078] 所述导向叶片 130 具有朝向所述涡轮机 108 的内缸 138 的导向叶片叶根(这里未示出)和与所述导向叶片叶根对置的导向叶片顶部。所述导向叶片顶部朝向所述转子 103 并且固定在所述定子 143 的紧固环 140 上。

[0079] 图 5 示出了沿纵轴线 121 延伸的流体机械的转子叶片 120 或导向叶片 130 的透视图。

[0080] 所述流体机械可以是飞机或用于发电的发电站的燃气涡轮机、蒸气涡轮机或压缩机。

[0081] 所述叶片 120、130 沿所述纵轴线 121 先后相随地具有紧固区域 400、与该紧固区域 400 邻接的叶片平台 403 以及叶身 406 和叶片顶端 415。

[0082] 作为导向叶片 130, 所述叶片 130 在其叶片顶端 415 上具有另外的平台 (未示出)。

[0083] 在所述紧固区域 400 中形成叶根 183, 该叶根 183 用于将所述转子叶片 120、130 固定在轴或叶轮盘上 (未示出)。

[0084] 所述叶根 183 比如构造为锤头状。另外也可以将其构造为枞树形叶根或燕尾形叶根。

[0085] 所述叶片 120、130 为在所述叶身 406 的旁边流过的介质具有进汽边 409 和出汽边 412。

[0086] 对于传统的叶片 120、130, 在叶片 120、130 的所有区域 400、403、406 中比如使用实心的金属材料, 尤其是超级合金。

[0087] 这样的超级合金比如从 EP 1204776B1、EP 1306454、EP 1319729A1、WO 99/67435 或者 WO 00/44949 中得到公开; 这些文献在所述合金的化学成分方面是本公开文件的一部分。

[0088] 所述叶片 120、130 在此可以通过也借助于定向凝固的铸造方法、通过锻造方法、通过铣削方法或者这些方法的组合来制造。

[0089] 具有单晶结构的工件用作用于在运行中经受高的机械负荷、热负荷和 / 或化学负荷的机器部件。

[0090] 所述的单晶的工件的制造比如由熔液通过定向凝固来进行。在此涉及铸造方法, 在所述铸造方法中液态的金属合金定向凝固成单晶的结构, 也就是说单晶的工件。在此, 树枝状的晶体沿热流定向并且要么形成杆晶(**Stängelkristalline**)的晶粒结构 (柱状的, 也就是在工件的整个长度上延伸的晶粒, 并且在这里按照一般的语言惯用法称为定向凝固) 要么形成单晶的结构, 也就是说整个工件包括一个唯一的晶体。在这些方法中, 必须避免朝觚状的 (多晶的) 凝固的转变, 因为通过非定向的增长必然形成横向的和纵向的晶界, 这样的晶界使定向凝固的或者单晶的部件的良好性能丧失殆尽。

[0091] 如果通常谈及定向凝固的组织, 那么以此不仅是指没有晶界或者最多具有 γ 角晶界的单晶体, 而且也指具有也许沿纵向方向延伸的晶界但没有横向的晶界的杆状晶体结构。对于后面提到的晶体结构也称为定向凝固的组织 (directionally solidified structures)。

[0092] 这样的方法从 US-PS 6, 024, 792 和 EP 0892090A1 中得到公开; 这些文件在凝固方法方面是本公开文件的一部分。

[0093] 同样, 所述叶片 120、130 具有防止腐蚀或氧化的涂层, 比如 (MCrAlX; M 是由铁 (Fe)、钴 (Co)、镍 (Ni) 构成的元素组中的至少一种元素, X 是活性元素并且代表钇 (Y) 和 / 或硅和 / 或稀土的至少一种元素或者说铪 (Hf))。这样的合金从 EP 0486489B1、EP0786017B1、EP 0412397B1 或 EP 1306454A1 中得到公开, 这些专利文献在所述合金的化学成分方面应该是本公开文件的一部分。密度优选为理论密度的大约 95%。

[0094] 在所述 MCrAlX 层 (作为中间层或者作为最外面的层) 上, 形成保护性的氧化铝层

(TGO = thermal grown oxide layer(热生长氧化层))。

[0095] 在所述 MCrAlX 上还可以存在隔热层,该隔热层优选是最外面的层,并且比如由 ZrO_2 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 制成,也就是说,它不是部分或者完全通过氧化钇和 / 或氧化钙和 / 或氧化镁来稳定化。

[0096] 所述隔热层覆盖整个 MCrAlX 层。通过合适的涂覆方法比如电子束物理气相沉积 (EB-PVD) 在所述隔热层中产生杆状的晶粒。

[0097] 可以设想其它的涂覆方法,比如大气等离子喷涂 (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)。所述隔热层可以具有多孔的、带有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于获得更好的耐温度突变性。所述隔热层因此优选比 MCrAlX 层更加具有多孔性。

[0098] 所述叶片 120、130 可以构造为空心的或实心的。如果要对所述叶片 120、130 进行冷却,那么它们是空心的并且必要时还具有薄膜冷却孔 418(以虚线示出)。

[0099] 图 6 示出了所述燃气轮机 100 的燃烧室 110。所述燃烧室 110 比如构造为所谓的环形燃烧室,在该环形燃烧室中大量沿圆周方向围绕着旋转轴线 102 布置的燃烧器 107 汇入共同的燃烧腔室 154 中,并且产生火焰 156。为此,所述燃烧室 110 在其总体上构造为环形的围绕着所述旋转轴线 102 定位的结构。

[0100] 为获得较高的效率,所述燃烧室 110 为工作介质 M 的较高的大约 $1000^{\circ}C$ 到 $1600^{\circ}C$ 的温度而设计。为了在存在对材料不利的工作参数时也能够实现较长的运行持续时间,燃烧室壁 153 在其朝向工作介质 M 的一面设有由挡热板元件 155 构成的内衬面。

[0101] 此外,由于在所述燃烧室 110 内部的高温,可以为所述挡热板元件 155 或者说为其保持元件设置冷却系统。然后所述挡热板元件 155 比如是空心的并且必要时还具有汇入所述燃烧腔室 154 中的冷却孔(未示出)。

[0102] 每个由合金制成的挡热板元件 155 在工作介质侧设有特别耐热的保护层(MCrAlX 层和 / 或陶瓷层)或者由耐高温的材料(实心的陶瓷石)制成。

[0103] 这些保护层可以类似于涡轮叶片,也就是说比如 MCrAlX 意味着:M 是由铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)构成的元素组中的至少一种元素,X 是活性元素并且代表钇(Y)和 / 或硅和 / 或稀土的至少一种元素或者说铪(Hf))。这样的合金从 EP 0486489B1、EP 0786017B1、EP 0412397B1 或 EP 1306454A1 中得到公开,这些专利文献在所述合金的化学成分方面应该是本公开文件的一部分。

[0104] 在所述 MCrAlX 上还可以存在比如陶瓷的隔热层,该隔热层比如由 ZrO_2 、 $Y_2O_3-ZrO_2$ 制成,也就是说,它不是部分地或者完全地通过氧化钇和 / 或氧化钙和 / 或氧化镁来稳定化。

[0105] 通过合适的涂覆方法比如电子束物理气相沉积 (EB-PVD) 在所述隔热层中产生杆状的晶粒。

[0106] 可以设想其它的涂覆方法,比如大气等离子喷涂 (APS)、LPPS、VPS 或 CVD。所述隔热层可以具有多孔的、带有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于获得更好的耐温度突变性。

[0107] 再加工(Refurbishment)意味着,在所述涡轮叶片 120、130、挡热板元件 155 使用之后必要时必须将其上面的保护层去除(比如通过喷砂处理)。然后去除腐蚀层和 / 或氧化层或者说腐蚀产物和 / 或氧化产物。必要时也还要对涡轮叶片 120、130 或挡热板元件

155 中的裂缝进行修补。然后对所述涡轮叶片 120、130、挡热板元件 155 再次进行涂覆并且将其再次投入使用。

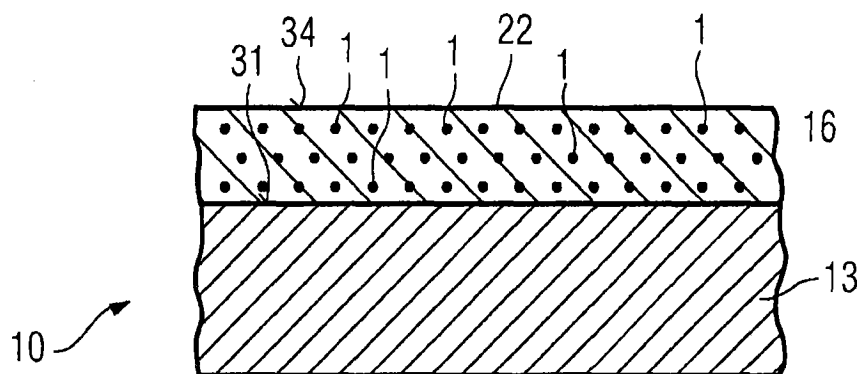


图 1

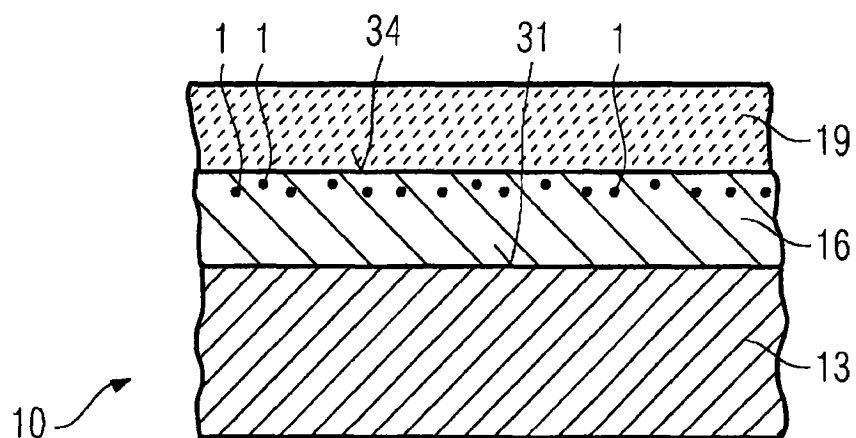


图 2

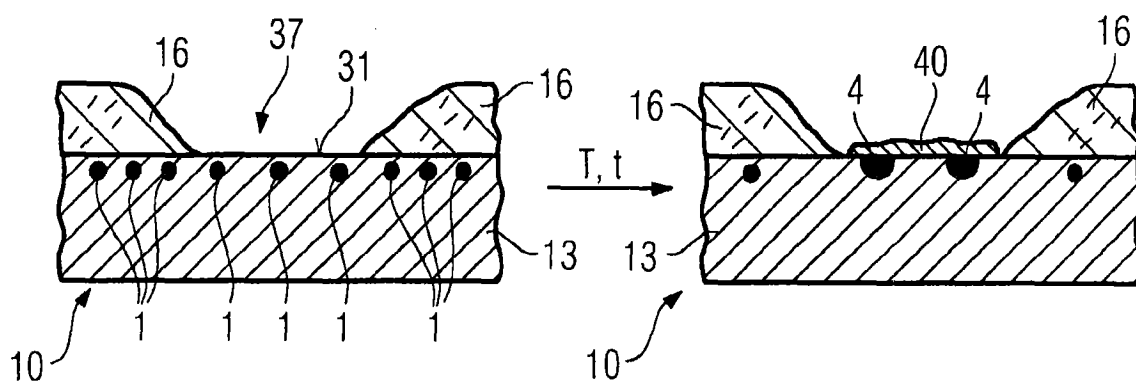


图 3

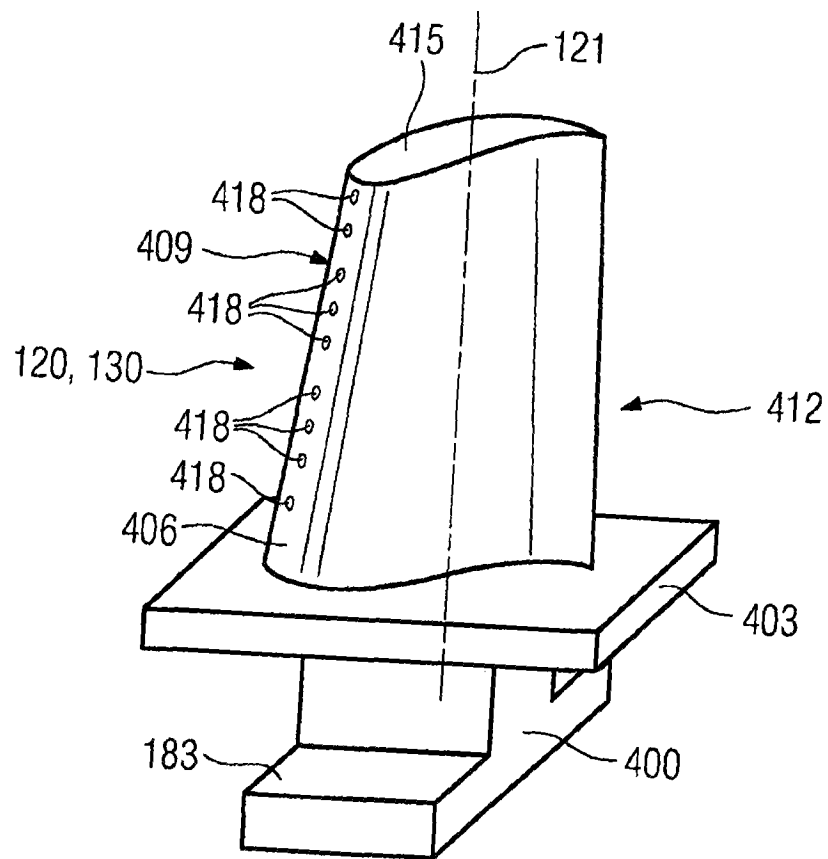


图 5

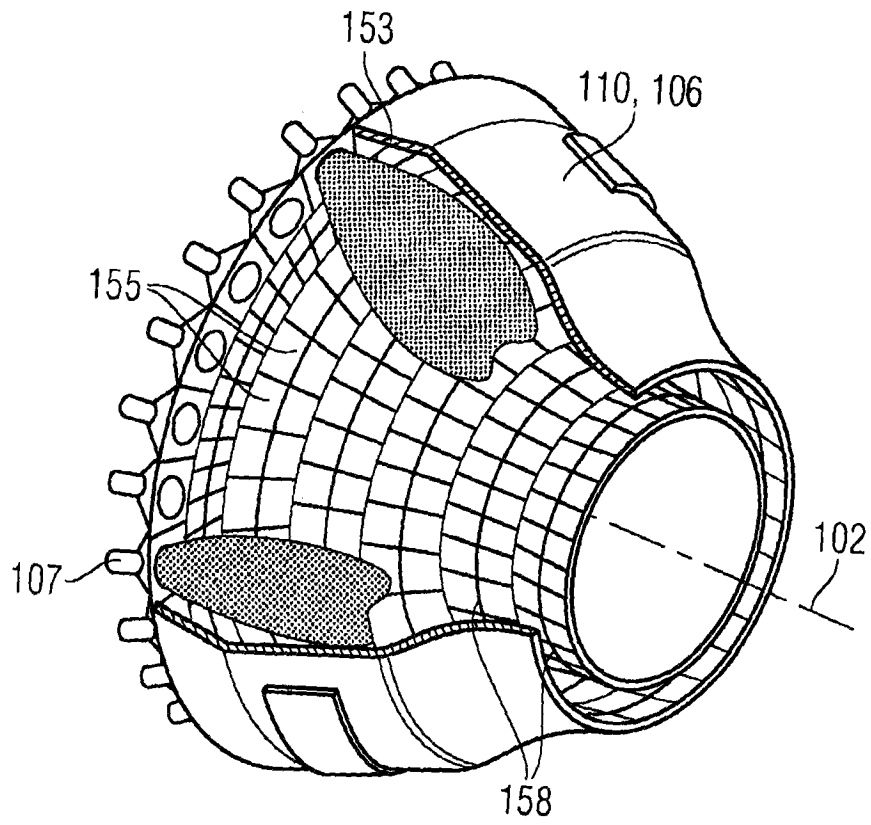


图 6