

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610172756.X

[51] Int. Cl.

B23K 1/00 (2006.01)

B23K 1/20 (2006.01)

B23K 35/30 (2006.01)

F01D 5/14 (2006.01)

[43] 公开日 2007年7月11日

[11] 公开号 CN 1994646A

[22] 申请日 2006.12.31

[21] 申请号 200610172756.X

[30] 优先权

[32] 2006.1.3 [33] US [31] 11/324445

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 S·萨蒂安 A·K·库鲁维拉

D·诺沃克

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 温大鹏 黄力行

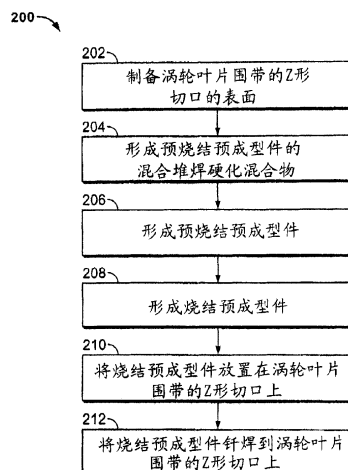
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

机器部件及制造和修补方法

[57] 摘要

提供了一种制造机器部件的方法(200)。所述方法包括制备(202)至少一部分机器部件表面(114)以接收烧结预成型件。所述方法还包括形成(204)预烧结预成型件的混合堆焊硬化混合物,所述步骤包括使至少一种堆焊硬化材料的预定部分与至少一种钎焊材料的预定部分相结合。所述方法进一步包括形成(206)预烧结预成型件。所述预烧结预成型件具有预定尺寸。所述方法还包括形成(208)所述烧结预成型件且将所述烧结预成型件放置(210)在所述机器部件上。所述方法进一步包括通过钎焊将所述烧结预成型件固定(212)联接到至少一部分所述机器部件上。



- 1、一种制造机器部件的方法（200），所述方法包括：
制备（202）至少一部分机器部件表面（114）以接收烧结预成型件；
形成（204）预烧结预成型件的混合堆焊硬化混合物，所述步骤包括使至少一种堆焊硬化材料的预定部分与至少一种钎焊材料的预定部分相结合；
形成（206）预烧结预成型件，所述预烧结预成型件具有预定尺寸；
形成（208）所述烧结预成型件；
将所述烧结预成型件放置（210）在所述机器部件上；并且
通过钎焊将所述烧结预成型件固定（212）联接到至少一部分所述机器部件上。
- 2、根据权利要求1所述的制造机器部件的方法（200），其中制备（202）至少一部分表面（114）包括从至少一部分所述机器部件表面上去除疏松的表面污染物、施加的涂层材料、冶金杂质和表面不规则部分。
- 3、根据权利要求1所述的制造机器部件的方法（200），其中形成（204）预烧结预成型件包括使所述预烧结预成型件的混合物形成与具有预定厚度的平板（302）大体上相似的形状。
- 4、一种机器部件，所述机器部件包括：
基底，所述基底包括表面（114），至少一部分所述基底表面包括预定材料成分；和
混合堆焊硬化材料层，通过将烧结预成型件钎焊到所述基底表面上而在至少一部分所述基底表面上形成所述混合堆焊硬化材料层，所述烧结预成型件包括钎焊材料和堆焊硬化材料的混合物。
- 5、根据权利要求4所述的机器部件，其中所述基底表面（114）包括超合金。
- 6、根据权利要求5所述的机器部件，其中所述超合金大体上是镍基超合金，所述超合金具有预定熔点。
- 7、根据权利要求4所述的机器部件，其中所述基底包括涡轮叶片围带（108），所述围带包括Z形切口（110）。

8、根据权利要求 4 所述的机器部件，其中所述混合堆焊硬化材料具有预定熔点，所述混合堆焊硬化材料的熔点低于基底表面（114）的熔点。

9、根据权利要求 4 所述的机器部件，其中所述堆焊硬化材料大体上包括钴基合金，所述合金包括铬和钼。

10、根据权利要求 4 所述的机器部件，其中所述钎焊材料大体上包括钴基合金，所述合金包括铬、镍和硼，所述硼扩散进入所述基底表面（114）内。

机器部件及制造和修补方法

技术领域

本发明主要涉及制造机器部件，且更具体而言，涉及在机器部件上形成堆焊硬化层的方法和设备。

背景技术

绝大多数已公知的涡轮叶片被联接至中心叶榖，所述中心叶榖被附接至从动轴，且相对于所述叶榖和从动轴的轴线大体上径向地设置叶片。叶片包括翼面，且高能驱动流体冲击翼面并传递转动能，所述转动能进一步使轴产生旋转。一些已公知的燃气轮机叶片在相关联的翼面的外部末端处具有围带。叶片围带被嵌套在接近彼此的位置处。许多已公知的涡轮叶片围带具有以切口形式存在的机械互锁特征，所述切口由于其形状与字母 Z 十分相像而通常被称作“Z 形切口”，所述切口允许每个叶片在其围带处与相邻的叶片产生物理互锁。

存在多种可能会导致 Z 形切口区域产生磨损的机制。例如，在引擎的工作过程中，相邻叶片彼此之间且相对于叶榖可能存在微小但连续的振动。上面提到的互锁特征有利于减轻翼面振动，以进一步减小工作过程中在叶片内诱发的应力。由于叶片中产生的振动是通过围带的 Z 形切口的紧公差得以减轻的，因此当相邻的切口彼此之间产生摩擦时，这种状况可能增大围带的 Z 形切口附近产生的磨损。

进一步地，在引擎启动工作的过程中，由于围带、翼面和叶榖（以及与流体接界的所有其它部件）的温度在每个单独部件内将会产生变化且与其它相邻的部件相比将会产生变化，并且引擎被加速至工作速度，因此叶片和围带将产生扭转以使得切口将不时地彼此接触，即实现互锁状况。此外，在引擎停止工作的过程中，部件温度将产生变化，该温度变化大体上与跟启动过程相关联的变化是相反的，且在所述工作过程中引擎将产生减速，从而使得叶片和围带将产生扭转，使得切口将不会彼此接触，即实现非互锁状况。

通常，围带材料不具有耐受由于接触和摩擦的长期积聚效应产生的硬度特征。切口的表面材料倾向于产生磨损。当切口产生磨损时，

上面提到的扭转和振动效应将得到增强，且维护停止，并且必须更频繁地进行修补。因此，Z形切口通常与跟基底材料相容且具有与基底材料相比增加的硬度特征的保护材料一起使用，从而有利于减轻切口区域的易磨损性。该工艺通常被称作堆焊硬化工艺且所使用的相关材料被称作堆焊硬化材料。可通过焊接、喷涂或钎焊形成堆焊硬化材料层。通常，喷涂方法可能无法提供一些焊接和钎焊方法所实现的长期结果。

利用包括钨极惰性气体保护焊（TIG）、激光焊接和等离子电弧焊接方法的熔焊方法的堆焊硬化工艺存在将变量引入堆焊硬化工艺的潜在可能，这样就降低了无缺陷层形成过程的可重复性。这种情况倾向于增加焊后检查以及补焊行为的次数和持续时间。例如，焊接缺陷通常包括焊接裂纹、形成多孔堆焊硬化层、堆焊硬化层结合不良和堆焊硬化层附着不良、堆焊硬化材料和基底发生氧化、以及由于形成热影响区域而产生基底裂纹。

发明内容

在一个方面中，提供了一种制造机器部件的方法。所述方法包括制备至少一部分机器部件表面以接收烧结预成型件。所述方法还包括形成预烧结预成型件的混合堆焊硬化混合物，所述步骤包括使至少一种堆焊硬化材料的预定部分与至少一种钎焊材料的预定部分相结合。所述方法进一步包括形成预烧结预成型件。所述预烧结预成型件具有预定尺寸。所述方法还包括形成所述烧结预成型件且将所述烧结预成型件放置在所述机器部件上。所述方法进一步包括通过钎焊将所述烧结预成型件固定联接到至少一部分所述机器部件上。

在另一个方面中，提供了一种修补机器部件的方法。所述方法包括制备要进行修补的至少一部分机器部件。所述机器部件具有基底，所述基底具有表面，且至少一部分所述基底表面具有预定的材料成分。制备所述部件包括去除表面下的材料变形部分，通过在所述表面上形成与所述基底材料相容的材料层而填充表面孔隙且通过将所述表面机加工达到预定尺寸而减少表面不规则部分。所述方法还包括通过使至少一种堆焊硬化材料的预定部分与至少一种钎焊材料的预定部分相结合而形成预烧结预成型件的混合堆焊硬化混合物。所述方法进一

步包括形成预烧结预成型件，所述预烧结预成型件具有预定尺寸。所述方法还包括形成所述烧结预成型件且将所述烧结预成型件放置在所述机器部件上。所述方法还包括通过钎焊将所述烧结预成型件固定联接到至少一部分所述机器部件上。

在又一个方面中，提供了一种机器部件。所述机器部件包括基底。所述基底包括表面且至少一部分所述基底表面包括预定的材料成分。所述机器部件还包括混合堆焊硬化材料层。通过将烧结预成型件钎焊到所述基底表面上而在至少一部分所述基底表面上形成所述混合堆焊硬化材料层。所述烧结预成型件包括钎焊材料和堆焊硬化材料的混合物。

附图说明

图 1 是典型的燃气轮机引擎的一部分的侧部透视图；

图 2 是可与图 1 所示的燃气轮机引擎一起使用的没有堆焊硬化层的多个涡轮叶片围带的不连续顶部透视图；

图 3 是对图 2 所示的涡轮叶片围带进行堆焊硬化处理的典型方法的流程图；

图 4 是可被施加到图 2 所示的涡轮叶片围带上的预烧结预成型件的平板的顶部透视图；

图 5 是具有联接在一起的烧结堆焊硬化预成型件的图 2 所示的围带的不连续透视图；和

图 6 是可与图 1 所示的燃气轮机引擎一起使用的具有堆焊硬化部的涡轮叶片围带的不连续顶部透视图。

具体实施方式

图 1 是典型的燃气轮机引擎 100 的一部分的侧部透视图。引擎 100 具有被联接至叶榖 104 的多个涡轮叶片 102。在典型实施例中，叶片 102 是第三级轮叶。叶榖 104 被联接至轮机轴（图 1 中未示出）。每个叶片 102 具有相应的翼面 106 和位于翼面 106 的径向最远末端处的被固定联接到翼面 106 上的相应的涡轮叶片围带 108。每个围带 108 具有两个相应的相对 Z 形切口 110，图中仅示出了每个围带 108 上的一个 Z 形切口。突部 112 有利于将大体上呈弓形的密封环（图 1 中未

示出) 联接至围带 112 从而有利于减少叶片 102 沿周向的移动和振动。图 2 示出了被粗体虚线围绕的由附图标记 2 表示的图 1 所示的部分。

在一个实施例中, 引擎 100 是 MS9001FA 引擎, 所述引擎有时被称作 9FA 引擎, 在商业上可从 General Electric Company, Greenville, South Carolina 得到所述引擎。本发明不限于任何一种特定引擎且可与其它引擎结合植入, 所述其它引擎例如包括 General Electric Company 的型号为 MS6001FA(6FA), MS6001B(6B)、MS6001C(6C)、MS7001FA(7FA)、MS7001FB(7FB) 和 MS9001FB(9FB) 的引擎。

图 2 是可与燃气轮机引擎 100 一起使用的没有堆焊硬化部的涡轮叶片围带 108 的不连续顶部透视图。如图所示的围带 108 在每一端上具有 Z 形切口 110。Z 形切口 110 具有配合表面 114。图中示出了翼面 106 (用轮廓线表示) 和突部 112 沿该取向的透视图。

围带 108 具有可由超合金材料形成的基底。超合金通常为镍基合金或钴基合金, 其中超合金中的镍或钴的量按重量计算是唯一最多的元素。示例性的镍基超合金包括重量百分比至少为约 40% 的镍 (Ni) 和选自包括钴 (Co)、铬 (Cr)、铝 (Al)、钨 (W)、钼 (Mo)、钛 (Ti)、钽 (Ta)、铌 (Nb)、铪 (Hf)、硼 (B)、碳 (C) 和铁 (Fe) 的组群中的至少一种组分。镍基超合金的代表性实例包括, 但不限于商标名为 Inconel[®]、Nimonic[®]、Rene[®] (例如 Rene[®]80-、Rene[®]95、Rene[®]142 和 Rene[®]N5 合金) 和 Udimet[®] 的合金且包括定向固化和单晶超合金。示例性钴基超合金包括重量百分比至少为约 30% 的钴, 和选自包括镍、铬、铝、钨、钼、钛和铁的组群中的至少一种组分。钴基超合金的代表性实例包括商标名为 Haynes[®]、Nozzaloy[®]、Stellite[®] 和 Ultimet[®] 的合金。

图 3 是对涡轮叶片围带 108 进行堆焊硬化处理, 且更具体而言对相关联的 Z 形切口 110 (如图 2 所示) 进行处理, 的典型方法 200 的流程图。典型方法 200 中的方法步骤 202 是制备涡轮叶片围带的 Z 形切口 110 的表面 114 (如图 2 所示)。对在还未在引擎 100 内使用的围带 108 上实施的步骤 202 包括去除可能在使用过程中积聚起来的任何疏松的表面污染物的子步骤。这些表面污染物可能包括在贮存过程中沉积的疏松的灰尘和砂砾。步骤 202 还包括用于去除施加的涂层材料的子步骤。在制造过程中, 任何施加到叶片 102 上的涂层 (如图 1

所示)也可能已沉积在表面 114 上。通常,存在涡轮叶片涂层可能对方法 200 中随后进行的包括材料结合工艺的步骤产生负面影响。此外,步骤 202 包括用于从 Z 形切口配合表面 114 上,例如在叶片 102 的制造和贮存过程中可能已经形成的氧化表面层,去除冶金杂质的子步骤。此外,步骤 202 包括去除通常在制造工艺过程中形成的表面不规则部分的子步骤。如上所述的用于制备表面的方法通常利用缓和的洗涤剂、软磨料和轻微的机加工。

另一种可选方式是,可在已经在引擎 100 内使用过、已经被除去以便进行检查且计划进行修补的围带 108 上实施方法步骤 202。在实施步骤 202 之前,设想已经利用本领域众所周知的惯用拆卸方法从引擎部段 100 上除去了围带 108。围带 108 可与翼面 106 分离以便有利于进一步实施与围带 108 相关联的方法步骤。另一种可选方式是,围带 108 可保持被联接至翼面 106 的状态以便有利于组合与叶片 102 相关联的多种维护行为。在实施上述子步骤之前,围带 108 可能需要附加的预备子步骤。在使用期间,围带 108 经受多种环境条件,所述环境条件可能改变基底的材料状态,例如可能由于工作瞬间诱发的温度梯度而导致产生小裂纹。这些附加的子步骤包括去除表面下的材料变形部分。为了去除更接近表面的变形部分,利用软磨料对机器部件的基底表面进行打磨以形成配合表面可能更为有利。对于那些距离表面更深的变形部分而言,利用气动或电动研磨机对至少一部分机器部件的基底表面进行打磨可能更为有利。附加的子步骤是填充由于上述打磨行为而形成的表面孔隙,或在使用工作过程中由于与高能流体或任何潜在携带的颗粒污染物之间产生物理相互作用而形成的名义凹坑。通常通过在 Z 形切口配合表面 114 上形成与基底材料相容的一层材料层而实施填充孔隙的步骤。此外,附加的子步骤是通过将表面机加工达到预定尺寸而减少表面不规则部分。通常通过轻微机加工利用软磨料实施该子步骤。

典型方法 200 中的方法步骤 204 是形成预烧结预成型件 (PSP) 的混合堆焊硬化混合物。步骤 204 包括使至少一种堆焊硬化材料的预定部分与至少一种钎焊材料的预定部分相结合以形成混合堆焊硬化材料。在典型实施例中,堆焊硬化材料是以粉末形式存在的 Tribaloy T800。T800 是一种由 Deloro Stellite Inc., Belleville, Ontario,

Canada 生产的钴基堆焊硬化合金且在商业上可从 Morgan Advanced Ceramics, Haywood, California 的子公司 WESGO Ceramics 得到 T800。T800 具有以近似的重量百分比表示的下列组成成分:

Co	余量
Mo	27.00-30.00
Cr	16.50-18.50
Si	3.00-3.80
Fe	最大 1.50
Ni	最大 1.50
O	最大 0.15
C	最大 0.08
P	最大 0.03
S	最大 0.03

T800 粉末中的铬含量有利于减轻氧化和腐蚀。

另一种可选方式是,可使用有时被称作 CM-64 和 CM64 的 Coast Metal 64。在商业上可从 Morgan Advanced Ceramics, Haywood, California 的子公司 WESGO Ceramics 得到 CM-64。CM-64 具有以近似的重量百分比表示的下列组成成分:

Co	余量
Cr	26.00-30.00
W	18.00-21.00
Ni	4.00-6.00
V	0.75-1.25
C	0.70-1.00
B	0.005-0.10
Fe	最大 3.00
Mg	最大 1.00
Si	最大 1.00
Mo	最大 0.50

在典型实施例中，钎焊材料是以粉末形式存在的 MAR M-509B。在商业上可从 Morgan Advanced Ceramics, Haywood, California 的子公司 WESGO Ceramics 得到 M-509B。M-509B 是具有硼添加剂的钴基钎焊合金，且具有以近似的重量百分比表示的下列组成成分：

Co	余量
Cr	22.00-24.75
Ni	9.00-11.00
W	6.50-7.60
Ta	3.00-4.00
B	2.60-3.16
C	0.55-0.65
Zr	0.30-0.60
Ti	0.15-0.30
Fe	最大 1.30
Si	最大 0.40
Mn	最大 0.10
S	最大 0.02

上述硼添加剂的重要性将在下面进行描述。

在典型实施例中，T-800/CM-64 与 MAR-M-509B 之比为 80%-85% 的 T-800/CM-64 与 20%-15% 的 MAR-M-509B。另一种可选方式是，可利用的 T-800/CM-64 与 MAR-M-509B 之比为 90%-60% 的 T-800/CM-64 与 10%-40% 的 MAR-M-509B。当 MAR-M-509B 的百分比增加时，化合物的钎焊温度和耐磨损性倾向于降低。

典型方法 200 中的方法步骤 206 是形成预烧结预成型件。步骤 206 包括使 PSP 的混合堆焊硬化混合物形成与具有预定厚度的平板大体上相似的形状。通常，基于 Z 形切口 110 的最终尺寸预先确定该厚度。通常，该厚度在 0.203 厘米 (cm) (0.080 英寸 (in)) 至 0.254 cm (0.100 in) 的范围内。

典型方法 200 中的方法步骤 208 是形成烧结预成型件。步骤 208

包括对 PSP 平板预成型件进行烧结的子步骤。通过在恒温调节烧结炉内在预定时期内将 PSP 平板加热至预定温度以便在 PSP 中获得小于 2% 的孔隙率而实施对预成型件的烧结。混合堆焊硬化混合物中的钎焊粉末和堆焊硬化粉末被允许进行熔化且彼此混合，即彼此扩散，以形成大体上均质的混合物。在结束烧结后，PSP 平板预成型件被允许进行冷却。图 4 是平板组件 300 的顶部透视图，所述平板组件包括可被施加到涡轮叶片围带的 Z 形切口 110（如图 2 所示）上的烧结平板 302。如图所示，烧结平板 302 被搁放在成形托盘 304 上。步骤 208 还包括从烧结平板 302 上取出烧结预成型件（图 4 中未示出）的第二子步骤。通过利用激光切割工具或水喷射切割工具从烧结平板上取出烧结预成型件。烧结预成型件具有大体上与跟 Z 形切口 110 的预定最终尺寸相关联的那些尺寸相似的预定尺寸。

典型方法 200 中的方法步骤 210 是将烧结预成型件放置在涡轮叶片围带的 Z 形切口 110 上。图 5 是具有联接在一起的烧结堆焊硬化预成型件 402 的围带 108 的不连续透视图。通过至少一个不连续的定位焊点 404 将预成型件 402 保持在 Z 形切口 110 的配合表面 114 上的适当位置处。在典型实施例中，利用两个定位焊点以有利于将预成型件 402 附着到表面 114 上。通常，定位焊点的数量被保持为一个或两个焊点以减轻在表面 114 上形成热影响区的情况且减轻预成型件 402 产生变形的情况。通常，焊炬（图 5 中未示出）足够有力以形成透过堆焊硬化预成型件 402 的定位焊点 404，同时在配合表面 114 的定位焊点 404 的位置处大体上仅造成基底的局部熔化。

另一种可选方式是，正如本领域中已公知地，具有预定厚度和化学组成的材料层可被插入到预成型件 402 与表面 114 之间以便有利于结合。例如，可使用化学组成为 Ni 13Cr 4Si 4Fe 3B 的商业上可得的镍基合金 Amdry915 的薄箔。薄箔的厚度可为约 1 毫米（mm）（0.04 英寸（in））至 5 mm（0.20 in）且其它尺寸可与表面 114 的尺寸大体上相似。

典型方法 200 中的方法步骤 212 是将烧结预成型件 402 钎焊到 Z 形切口配合表面 114 上。步骤 212 包括加热循环子步骤和冷却循环子步骤。在典型实施例中，加热循环子步骤包括将在其两个 Z 形切口 110 的每个切口上定位焊接有预成型件 402 的围带 108 安置于处在室温即

约 21 摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) (70 华氏度 ($^{\circ}\text{F}$)) 下的钎焊炉中。为了有利于结合工艺, 可根据本领域技术人员已公知的方法在炉内提供非氧化气氛并提供在堆焊硬化预成型件 402 上诱发压力的方法。为了获得非氧化气氛, 在炉中形成压力为约 0.067 帕斯卡 (Pa) (0.5 豪托) 或更低的真空。(炉以约 $14^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ($25^{\circ}\text{F}/\text{分钟}$) 的速率被加热至约 650°C (1200°F)。一旦达到约 650°C (1200°F), 则保持该温度达约 30 分钟。随后炉温以约 $14^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ($25^{\circ}\text{F}/\text{分钟}$) 的速率升高至约 980°C (1800°F)。一旦达到约 980°C (1800°F), 则保持该温度达约 30 分钟。随后炉温以约 $19^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ ($35^{\circ}\text{F}/\text{分钟}$) 的速率升高至约 1204 至 1218°C (2200 至 2225°F) 的温度。一旦达到约 1204 至 1218°C (2200 至 2225°F), 则保持该温度达约 20 分钟。

此外, 在典型实施例中, 冷却循环子步骤包括将内部置有围带 108 的钎焊炉以控制方式冷却至约 1120°C (2050°F) 且保持该温度达约 60 分钟。随后该炉被进一步冷却至约 815°C (1500°F)。该炉随后被冷却至约室温。

在另一个可选实施例中, 步骤 212 可与其它热处理行为结合实施以缩短生产日程。例如, 对于经受附加或其它维护和修补行为的围带 108 而言, 还可利用步骤 212 作为消除应力的方法。此外, 另一种可选方式是, 对翼面 106 进行的热处理可与围带 108 结合实施。

典型方法 200 中的步骤 212 有利于在堆焊硬化预成型件 402 与配合表面 114 之间形成牢固结合。这至少部分是由于 MAR M-509B 钎焊粉末中所具有的硼 (B) 浓度的原因。步骤 212 利用扩散结合的形式, 其中在高温下结合的材料表面产生的持久屈服和蠕变有利于去除两种材料之间大体上所有的孔隙。硼倾向于从堆焊硬化预成型件 402 扩散进入配合表面 114 内, 由此有利于进行扩散结合工艺。通常, 扩散通过材料的硼的量越大且距离越远, 则结合越牢固。在典型实施例中, 硼扩散有利于形成长度介于 76 微米 (μm) (0.003 英寸) 与 127 微米 (μm) (0.005 英寸) 之间的扩散结合部, 这与利用包括钨极惰性气体保护焊 (TIG)、激光焊接和等离子电弧焊接方法的熔焊方法进行的堆焊硬化大体上未提供扩散结合的情况形成了对比。在典型实施例中, 典型结合部的剪切强度, 即材料或结合部在失效前可耐受的力, 介于在约 704°C (1300°F) 下的 89,600 千帕 (13 千磅/平方英寸 (ksi))

与在室温下的 93,800 千帕 (13.6 ksi) 之间。该范围与单独的基底在 927°C (1700°F) 的温度下剪切强度为约 100,663 kPa (14.6 ksi) 的情况形成了对比。

另一种可选方式是, 为了进一步有利于进行方法步骤 212, 方法步骤 210 可包括将含硼材料层插入配合表面 114 与预成型件 402 之间以增加扩散硼在结合部中的浓度。此外, 另一种可选方式是, 方法步骤 204 中所述的钎焊粉末可具有增加的硼浓度以有利于进行扩散结合工艺。此外, 另一种可选方式是, 附加的含硼粉末可与方法步骤 204 中的典型钎焊粉末和堆焊硬化粉末进行混合。

除了这些改进的结合特征以外, 超越上面提到的焊接方法的优点还包括降低了堆焊硬化材料的孔隙率。这是由于形成了单个一致层的缘故, 而焊接通常在动力方法中形成了多个层且形成了不一致层。附加的优点包括消除了热影响区的形成且消除了随后的焊接诱发的裂纹的形成。另一个优点包括由于利用非氧化环境形成堆焊硬化层而减轻了基底和堆焊硬化材料的氧化。

图 6 是可被重新安装在燃气轮机引擎 100 中的在 Z 形切口 110 中具有堆焊硬化部 402 的涡轮叶片围带 108 的不连续顶部透视图。在将围带 108 重新安装在引擎 100 内之前, 可对堆焊硬化部 402 进行轻微的机加工以减少表面不规则部分且有利于使堆焊硬化部的尺寸与配合表面 114 的相关联尺寸大体上相似。

本文所述的用于制造涡轮叶片的方法和设备有利于对轮机系统进行操作。更具体而言, 如上所述对涡轮叶片进行堆焊硬化处理有利于形成更坚固、耐磨损和可靠的涡轮叶片。这种叶片还有利于可靠性且有利于降低维护成本且减少系统运行中断的情况。

上面对与轮机系统相关联的涡轮叶片的典型实施例进行了详细描述。所述方法、设备和系统不限于在此所述的特定实施例, 也不限于特定说明的涡轮叶片。

尽管已经根据多个特定实施例对本发明进行了描述, 但本领域的技术人员将认识到, 可通过在权利要求书的精神和范围内的变型实施本发明。

零件表

100	燃气轮机引擎
102	叶片
104	叶榫
106	翼面
108	围带
110	Z形切口
112	围带
112	突部
114	表面
200	方法
202	步骤
204	步骤
206	步骤
208	步骤
210	步骤
212	步骤
300	平板组件
302	烧结平板
304	成形托盘
402	预成型件
404	定位焊点

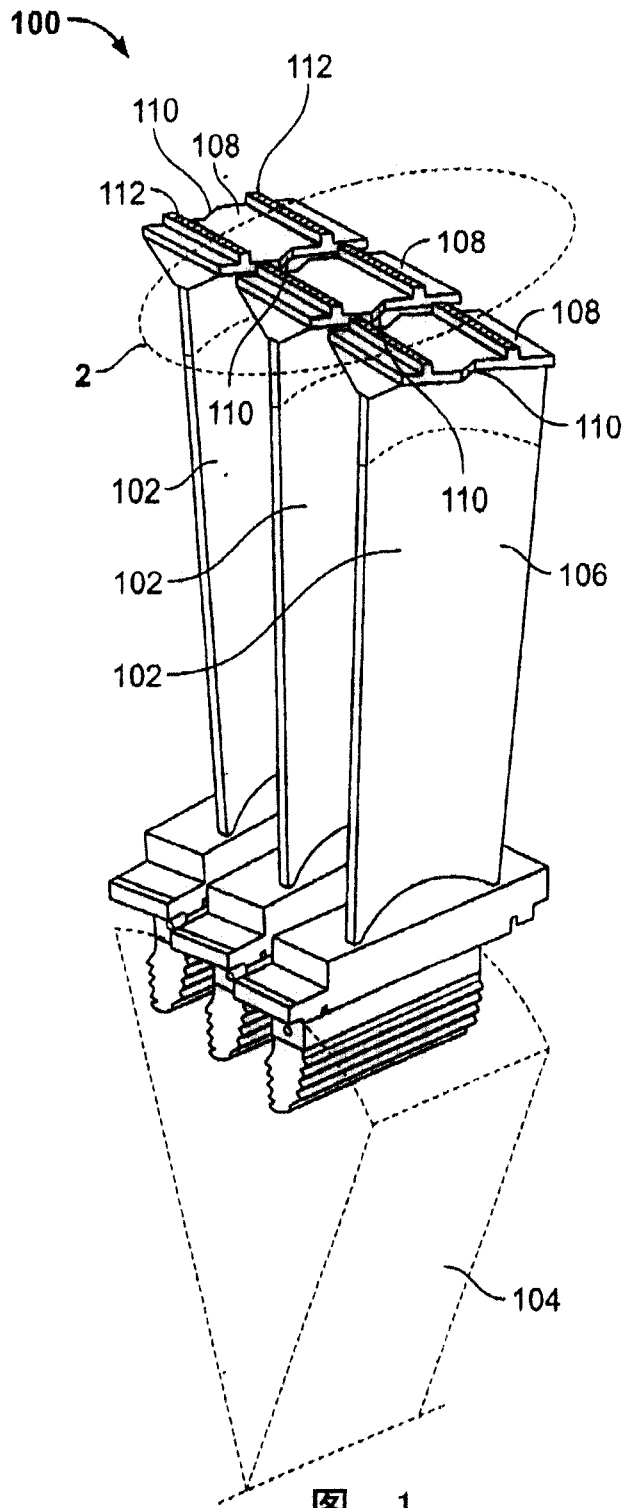


图 1

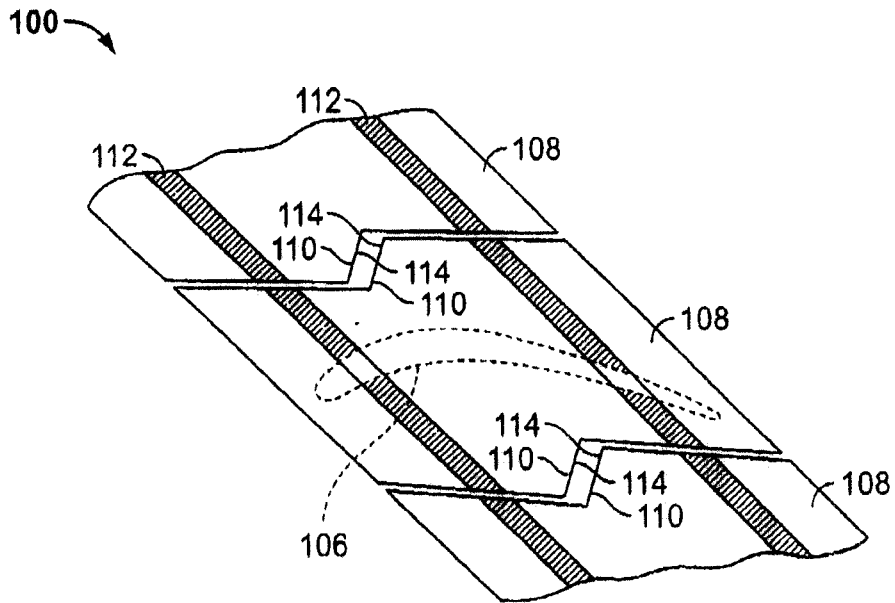


图 2

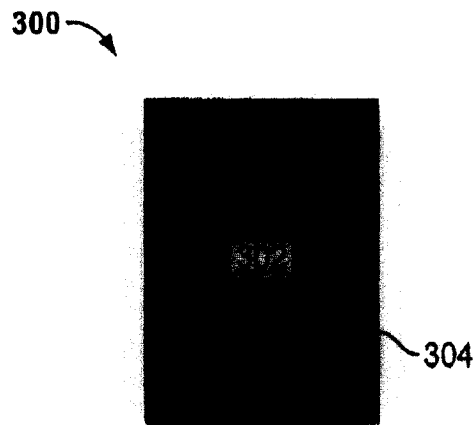


图 4

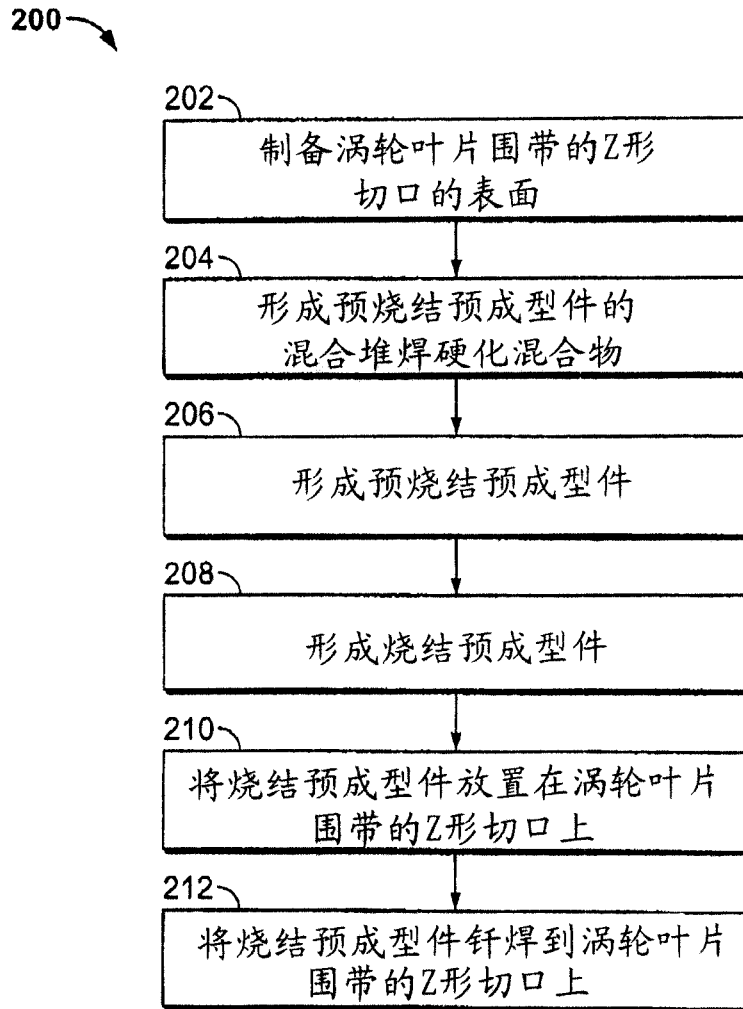


图 3

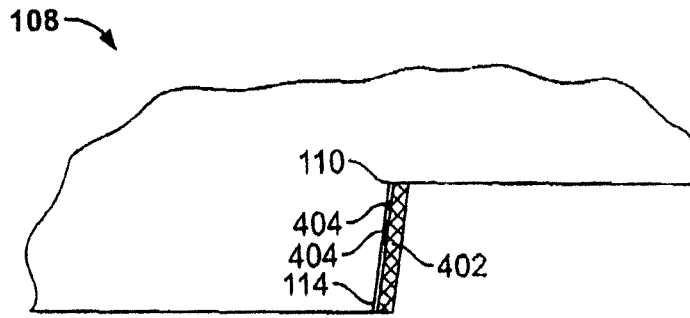


图 5

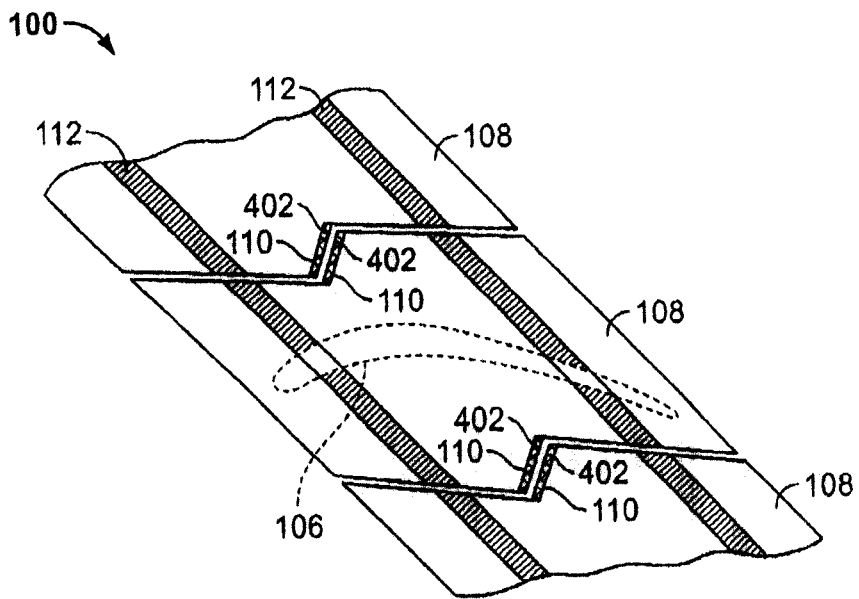


图 6