



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110891716 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201880046171.4

马修·莱洛克 蒂莫西·普莱彻

(22)申请日 2018.08.02

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205

(30)优先权数据

代理人 马爽 臧建明

15/670,463 2017.08.07 US

(51)Int.Cl.

B22F 3/24(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B22F 3/10(2006.01)

2020.01.10

B22F 5/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

C22C 1/04(2006.01)

PCT/US2018/044965 2018.08.02

C22C 30/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

C22C 27/06(2006.01)

W02019/032367 EN 2019.02.14

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 崔燕

斯里坎特·钱德拉杜·科蒂林加姆

布赖恩·李·托利森

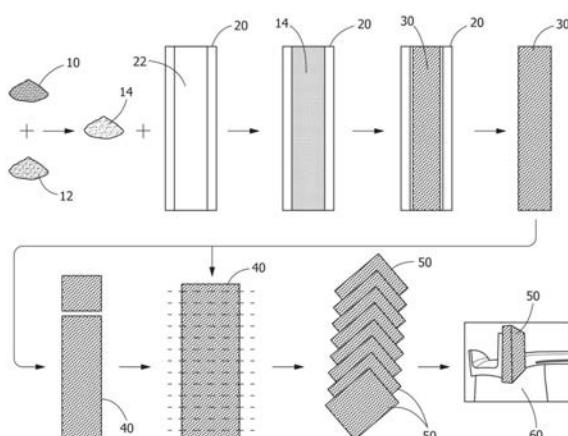
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

预烧结的预成型件和方法

(57)摘要

本公开提供了一种方法，该方法包括：将第一合金的第一金属粉末和第二合金的第二金属粉末的粉末组合物放入陶瓷模具中；以及烧结该陶瓷模具中的该粉末组合物以在该陶瓷模具中形成烧结棒。该方法还包括：从该陶瓷模具中取出该烧结棒；以及将该烧结棒分割成多个预烧结的预成型件。



## 1. 一种方法,包括:

将第一合金的第一金属粉末和第二合金的第二金属粉末的粉末组合物放入陶瓷模具中;

烧结所述陶瓷模具中的所述粉末组合物以在所述陶瓷模具中形成烧结棒;

从所述陶瓷模具中取出所述烧结棒;以及

将所述烧结棒分割成多个预烧结的预成型件(PSP)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一合金具有约2400°F或更高的第一熔点,并且所述第二合金具有约2350°F或更低的第二熔点。

3. 根据权利要求1所述的方法,还包括将所述第一金属粉末与所述第二金属粉末混合以形成所述粉末组合物。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述烧结在真空炉中发生。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述陶瓷模具具有选自以下项的横截面:圆形、椭圆形、矩形和多边形。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述烧结棒具有在约46cm至约91cm的范围内的高度。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括在分割所述烧结棒之前,将所述烧结棒加工成预确定的横截面几何形状。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中在加工所述烧结棒之后,所述烧结棒具有选自以下项的横截面:圆形、椭圆形、正方形和矩形。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中所述多个PSP具有所述预确定的横截面几何形状。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中所述分割包括选自以下项的加工方法:车削、镗削、铣削、磨削、电火花加工、激光切割、水射流,以及它们的组合。

11. 根据权利要求1所述的方法,还包括将所述多个PSP中的一个钎焊到制品。

12. 根据权利要求11所述的方法,还包括在将所述多个PSP中的所述一个钎焊到所述制品之前,将所述多个PSP中的所述一个点焊到所述制品。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中所述PSP具有约3mm至约10mm的厚度。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一合金具有按重量计在约27.0%与约30.0%之间的钼、在约16.5%与约18.5%之间的铬、在约3.0%与3.8%之间的硅、至多约1.5%的铁、至多约1.5%的镍、至多约0.15%的氧、至多约0.08%的碳、至多约0.03%的磷、至多约0.03%的硫、附带杂质和余量的钴的组合物。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第二合金具有按重量计在约22.00%与约24.75%之间的铬、在约9.0%与约11.0%之间的镍、在约6.5%与约7.6%之间的钨、在约3.0%与约4.0%之间的钽、在约2.6%与约3.16%之间的硼、在约0.55%与约0.64%之间的碳、在约0.30%与约0.60%之间的锆、在约0.15%与约0.30%之间的钛、至多约1.30%的铁、至多约0.40%之间的硅、至多约0.10%的锰、至多约0.02%之间的硫、附带杂质和余量的钴的组合物。

16. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一金属粉末和所述第二金属粉末在所述粉末组合物中存在的比例为按重量计在90:10至45:55的范围内。

17. 根据权利要求1所述的方法,其中所述粉末组合物不包括粘结剂材料。

18. 根据权利要求1所述的方法,其中所述PSP是块。
19. 一种通过根据权利要求1所述的方法形成的预烧结的预成型件。

## 预烧结的预成型件和方法

### 技术领域

[0001] 本发明实施方案涉及预烧结的预成型件以及形成和使用预烧结的预成型件的方法。更具体地，本发明实施方案涉及由烧结棒形成的块形预烧结的预成型件。

### 背景技术

[0002] 一些涡轮热气路径部件可以包括施加在下面部件的一个或多个部分上方的一个或多个材料片材。例如，在预烧结的预成型件 (PSP) 制造期间，将一个或多个材料片材钎焊到涡轮部件诸如带罩叶片、喷嘴或动叶上。通常将PSP片材叠置，然后钎焊到部件上以形成外表面或表皮。通常，尽管这些片材是基本上平坦的，或者包括大体上类似于它们所附接到的部件表面的整体几何形状的曲率，但是通过压力、弯曲等，这些片材可以在附接方法期间适形于下面部件表面。

[0003] 某些气体涡轮部件在翼型件的外末端处具有护罩。叶片护罩通常被设计成具有互锁特征，其通常为z形凹口的形式，当围绕涡轮盘的圆周安装每个部件时，该互锁特征允许这种部件在其护罩处与相邻部件互锁。该互锁特征有助于阻止翼型件振动，从而减少在操作期间施加在部件上的应力。

[0004] 涡轮热气路径部件通常由镍基超合金或其他高温超合金制成，被设计成在高温下保持高的强度，并且涡轮部件的护罩材料和互锁z形凹口可能不具有足够的硬度以承受在涡轮发动机的起动和停机期间出现的磨损应力和摩擦。为了改善在这些位置处的磨损，可以将硬面块状PSP钎焊或焊接到z形凹口以用作磨损表面。当涡轮部件在离心负荷、压力负荷、热负荷和振动负荷下时，粘结到相应Z形凹口的硬面材料保护每个护罩内的每个凹口免受因在操作期间的摩擦接触而引起的磨损。

[0005] T800是钴铬钼合金，主要地用于气体涡轮动叶中，以抑制在z凹口硬面位置处的磨损。T800的微观结构包括分散在较软钴合金基体中的约50%的硬金属间莱夫斯相(硅化钼)。这提供了具有出色金属对金属磨损性质的材料。莱夫斯相具有约1560°C(约2840°F)的熔点，这有助于T800保持其对高温的耐磨损性。

[0006] 由于存在硬且脆的莱夫斯相，T800的可焊接性非常差。焊接通常在高的预加热温度下进行，而T800仍在这些条件下具有开裂趋势。

[0007] 为了消除开裂趋势，开发了PSP块钎焊材料。块常规地是正方形的PSP板，其厚度为约3.8mm(约0.15英寸)至约5.0mm(约0.20英寸)。块常规地由烧结平板加工而成。然而，从平板加工这样的块是昂贵且耗时的。

### 发明内容

[0008] 在一个实施方案中，方法包括：将第一合金的第一金属粉末和第二合金的第二金属粉末的粉末组合物放入陶瓷模具中；以及烧结陶瓷模具中的粉末组合物以在陶瓷模具中形成烧结棒。该方法还包括：从陶瓷模具中取出烧结棒；以及将烧结棒分割成多个预烧结的预成型件。

[0009] 在另一个实施方案中,预烧结的预成型件通过方法形成,该方法包括:将第一合金的第一金属粉末和第二合金的第二金属粉末的粉末组合物放入陶瓷模具中;以及烧结陶瓷模具中的粉末组合物以在陶瓷模具中形成烧结棒。该方法还包括:从陶瓷模具中取出烧结棒;以及将烧结棒分割成多个预烧结的预成型件。

[0010] 从以下结合以示例的方式示出本发明的原理的附图进行的更详细的描述中,本发明的其他特征和优点将显而易见。

## 附图说明

- [0011] 图1示意性地示出了形成和钎焊预烧结的预成型件的方法。
- [0012] 图2示出了钎焊在平坦位置处的两个烧结棒的端视图。
- [0013] 图3示出了图2的矩形3内的烧结棒。
- [0014] 图4示出了钎焊在竖直位置处的两个烧结棒的端视图。
- [0015] 图5示出了图4的矩形5内的烧结棒。
- [0016] 贯穿附图,将尽可能地使用相同的参考标号表示相同的部分。

## 具体实施方式

[0017] 提供了预烧结的预成型件 (PSP) 以及将预烧结的预成型件 (PSP) 制作为近净形或净形硬面块的方法。

[0018] 例如,与无法包括本文公开的特征中的一个或多个的概念相比,本公开的实施方案简化了PSP、硬面块、近净形硬面块或净形硬面块的制造;降低制造PSP、硬面块、近净形硬面块或净形硬面块的成本;或者它们的组合。

[0019] 如本文所用,“块”是指具有预确定的几何形状并然后被钎焊到部件上的一块PSP。在一些实施方案中,预确定的几何形状是基本上矩形的几何形状。在一些实施方案中,预确定的几何形状具有比例上类似的长度和宽度以及显著地小于长度和宽度的厚度。

[0020] 如本文所用,“棒”是指具有预确定的横截面和显著地大于该横截面的最大长度的高度的物体。在一些实施方案中,棒的横截面是圆形、圆状、正方形、矩形、椭圆形或多边形。

[0021] 如本文所用,“B93”是指包括按重量计在约13.7%与约14.3%之间的铬(Cr)、在约9.0%与约10.0%之间的钴(Co)、在4.6%与约5.0%之间的钛(Ti)、在约4.5%与约4.8%之间的硅(Si)、在约3.7%与约4.3%之间的钼(Mo)、在约3.7%与约4.0%之间的钨(W)、在约2.8%与约3.2%之间的铝(Al)、在约0.50%与约0.80%之间的硼(B)、在约0.13%与约0.19%之间的碳(C)、附带杂质和余量的镍(Ni)的组合物的合金。B93是从例如欧瑞康美科公司(Oerlikon Metco) (瑞士普费菲孔(Pfäffikon, Switzerland)) 可商购获得的。

[0022] 如本文所用,“BNi-2”是指包括按重量计约7%的Cr、约4.5%的Si、约3%的B、约3%的铁(Fe)、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-2是从例如鲁科斯米哈特有限公司(Lucas-Milhaupt, Inc.) (威斯康星州卡达希(Cudahy, WI)) 可商购获得的。

[0023] 如本文所用,“BNi-3”是指包括按重量计约4.5%的Si、约3%的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-3是从例如鲁科斯米哈特有限公司可商购获得的。

[0024] 如本文所用,“BNi-5”是指包括按重量计约19%的Cr、约10%的Si、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-5是从例如鲁科斯米哈特有限公司可商购获得的。

[0025] 如本文所用,“BNi-6”是指包括按重量计约11%的磷(P)、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-6是从例如鲁科斯米哈特有限公司可商购获得的。

[0026] 如本文所用,“BNi-7”是指包括按重量计约14%的Cr、约10%的P、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-7是从例如鲁科斯米哈特有限公司可商购获得的。

[0027] 如本文所用,“BNi-9”是指包括按重量计约15%的Cr、约3%的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-9是从例如鲁科斯米哈特有限公司可商购获得的。

[0028] 如本文所用,“BNi-10”是指包括按重量计约16%的W、约11.5%的Cr、约3.5%的Si、约3.5%的Fe、约2.5%的B、约0.5%的C、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BNi-10是从例如安徽华中焊接制造有限公司(AnHui Huazhong Welding Manufacturing Co., Ltd.) (中国合肥(Hefei,China))可商购获得的。

[0029] 如本文所用,“BRB”是指包括按重量计在约13.0%与约14.0%之间的Cr、在约9.0%与约10.0%之间的Co、在约3.5%与约3.8%之间的Al、在约2.25%与约2.75%之间的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。BRB是从例如欧瑞康美科公司可商购获得的。

[0030] 如本文所用,“CM64”是指包括按重量计在约26.0%与约30.0%之间的Cr、在约18.0%与约21.0%之间的W、在约4.0%与约6.0%之间的Ni、在约0.75%与约1.25%之间的钒(V)、在约0.7%与约1.0%之间的C、在约0.005%与约0.1%之间的B、至多约3.0%的Fe、至多约1.0%的Mg、至多约1.0%的Si、至多约0.5%的Mo、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。CM64是从例如摩根先进陶瓷公司(Morgan Advanced Ceramics) (加利福尼亚州海伍德(Haywood,California))的子公司WESGO陶瓷公司(WESGO Ceramics)可商购获得的。

[0031] 如本文所用,“D15”是指包括按重量计在约14.8%与约15.8%之间的Cr、在约9.5%与约11.0%之间的Co、在约3.2%与约3.7%之间的Al、在约3.0%与约3.8%的钽(Ta)、在约2.1%与约2.5%之间的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。D15是从例如欧瑞康美科公司可商购获得的。

[0032] 如本文所用,“DF4B”是指包括按重量计在约13.0%与约15%之间的Cr、在约9.0%与约11.0%之间的Co、在约3.25%与约3.75%之间的Al、在约2.25%与约2.75%之间的Ta、在约2.5%与约3.0%之间的B、在约0.01%与约0.10%之间的钇(Y)、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。DF4B是从例如欧瑞康美科公司可商购获得的。

[0033] 如本文所用,“GTD 111”是指包括按重量计在约13.70%与约14.30%之间的Cr、在约9.0%与约10.0%之间的Co、在约4.7%与约5.1%之间的Ti、在约3.5%与约4.1%之间的W、在约2.8%与约3.2%之间的Al、在约2.4%与约3.1%之间的Ta、在约1.4%与约1.7%之间的Mo、约0.35%的Fe、约0.3%的Si、约0.15%的铌(Nb)、在约0.08%与约0.12%之间的C、约0.1%的锰(Mn)、约0.1%的铜(Cu)、约0.04%的锆(Zr)、在约0.005%与约0.020%之间的B、约0.015%的P、约0.005%的硫(S)、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0034] 如本文所用,“GTD 444”是指包括按重量计约9.75%的Cr、约7.5%的Co、约4.2%的Al、约3.5%的Ti、约4.8%的Ta、约6%的W、约1.5%的Mo、至多约0.5%的Nb,至多约0.2%的Fe、至多约0.2%的Si、至多约0.15%的铪(Hf)、至多约0.08%的C、至多约0.009%的Zr、至多约0.009%的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0035] 如本文所用,“HAYNES 188”是指包括按重量计在约21%与约23%之间的Cr、在约20%与约24%之间的Ni、在约13%与约15%之间的W、至多约3%的Fe、至多约1.25%的Mn、

在约0.2%与约0.5%之间的Si、在约0.05%与约0.15%之间的C、在约0.03%与约0.12%之间的镧(La)、至多约0.02%的P、至多约0.015%的B、至多约0.015%的S、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。

[0036] 如本文所用,“HAYNES 230”是指包括按重量计约22%的Cr、约2%的Mo、约0.5%的Mn、约0.4%的Si、约14%的W、约0.3%的Al、约0.1%的C、约0.02%的La、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0037] 如本文所用,“INCONEL 738”是指包括按重量计在约15.7%与约16.3%之间的Cr、在约8.0%与约9.0%之间的Co、在约3.2%与约3.7%之间的Ti、在约3.2%与约3.7%之间的Al、在约2.4%与约2.8%之间的W、在约1.5%与约2.0%之间的Ta、在约1.5%与约2.0%之间的Mo、在约0.6%与约1.1%之间的Nb、至多约0.5%的Fe、至多约0.3%的Si、至多约0.2%的Mn、在约0.15%与约0.20%之间的C、在约0.05%与约0.15%之间的Zr、至多约0.015%的S、在约0.005%与约0.015%之间的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0038] 如本文所用,“L605”是指包括按重量计在约19%与约21%之间的Cr、在约14%与约16%之间的W、在约9%与约11%之间的Ni、至多约3%的Fe、在约1%与约2%之间的Mn、在约0.05%与约0.15%之间的C、至多约0.4%的Si、至多约0.04%的P、至多约0.03%的S、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。

[0039] 如本文所用,“MarM247”是指包括按重量计在约9.3%与约9.7%之间的W、在约9.0%与约9.5%之间的Co、在约8.0%与约8.5%之间的Cr、在约5.4%与约5.7%之间的Al、任选地约3.2%的Ta、任选地约1.4%的Hf、至多约0.25%的Si、至多约0.1%的Mn、在约0.06%与约0.09%之间的C、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0040] 如本文所用,“MarM509”是指包括按重量计在约22.5%与约24.25%之间的Cr、在约9%与约11%之间的Ni、在约6.5%与约7.5%之间的W、在约3%与约4%之间的Ta、至多约0.3%的Ti(例如,在约0.15%与约0.3%之间的Ti)、至多约0.65%的C(例如,在约0.55%与约0.65%之间的C)、至多约0.55%的Zr(例如,在约0.45%与约0.55%之间的Zr)、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。

[0041] 如本文所用,“MarM509B”是指包括按重量计在约22.00%与约24.75%之间的Cr、在约9.0%与约11.0%之间的Ni、在约6.5%与约7.6%之间的W、在约3.0%与约4.0%之间的Ta、在约2.6%与约3.16%之间的B、在约0.55%与约0.64%之间的C、在约0.30%与约0.60%之间的Zr、在约0.15%与约0.30%之间的Ti、至多约1.30%的Fe、至多约0.40%的Si、至多约0.10%的Mn、至多约0.02%的S、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。MarM509B是从例如WESGO陶瓷公司可商购获得的。

[0042] 如本文所用,“René108”是指包括按重量计在约9%与约10%之间的Co、在约9.3%与约9.7%之间的W、在约8.0%与约8.7%之间的Cr、在约5.25%与约5.75%之间的Al、在约2.8%与约3.3%之间的Ta、在约1.3%与约1.7%之间的Hf、至多约0.9%的Ti(例如,在约0.6%与约0.9%之间的Ti)、至多约0.6%的Mo(例如,在约0.4%与约0.6%之间的Mo)、至多约0.2%的Fe、至多约0.12%的Si、至多约0.1%的Mn、至多约0.1%的Cu、至多约0.1%的C(例如,在约0.07%与约0.1%之间的C)、至多约0.1%的Nb、至多约0.02%的Zr(例如,在约0.005%与约0.02%之间的Zr)、至多约0.02%的B(例如,在约0.01%与约0.02%之间的B)、至多约0.01%的P、至多约0.004%的S、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0043] 如本文所用,“René142”是指包括按重量计约12%的Co、约6.8%的Cr、约6.4%的Ta、约6.1%的Al、约4.9%的W、约2.8%的铼(Re)、约1.5%的Mo、约1.5%的Hf、约0.12%的C、约0.02%的Zr、约0.015%的B、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0044] 如本文所用,“René195”是指包括按重量计约7.6%的Cr、约3.1%的Co、约7.8%的Al、约5.5%的Ta、约0.1%的Mo、约3.9%的W、约1.7%的Re、约0.15%的Hf、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0045] 如本文所用,“René N2”是指包括按重量计约13%的Cr、约7.5%的Co、约6.6%的Al、约5%的Ta、约3.8%的W、约1.6%的Re、约0.15%的Hf、附带杂质和余量的Ni的组合物的合金。

[0046] 如本文所用,“STELLITE 6”是指包括按重量计在约27.0%与约32.0%之间的Cr、在约4.0%与约6.0%之间的W、在约0.9%与约1.4%之间的C、至多约3.0%的Ni、至多约3.0%的Fe、至多约2.0%的Si、至多约1.0%的Mo、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。STELLITE 6是例如由德罗洛司太立有限公司(Deloro Stellite Inc.) (加拿大安大略省贝尔维尔(Belleville, Ontario, Canada)) 进行商业上生产的。

[0047] 如本文所用,“T800”是指包括按重量计在约27.0%与约30.0%之间的Mo、在约16.5%与约18.5%之间的Cr、在约3.0%与3.8%之间的Si、至多约1.5%的Fe、至多约1.5%的Ni、至多约0.15%的氧(O)、至多约0.08%的C、至多约0.03%的P、至多约0.03%的S、附带杂质和余量的Co的组合物的合金。T800是例如由德罗洛司太立有限公司生产,并且是从例如WESGO陶瓷公司可商购获得的。

[0048] 参照图1,方法可以包括将第一合金的第一熔融粉末10和第二合金的第二熔融粉末12组合并混合以形成粉末组合物14。第一合金和第二合金具有不同的熔融温度,使得将粉末组合物14加热到烧结温度将粉末组合物烧结成烧结棒30,而不会熔融第一金属粉末10。该方法包括用粉末组合物14填充陶瓷模具20的腔22。在一些实施方案中,陶瓷模具20是陶瓷管、陶瓷容器或陶瓷舟皿。陶瓷模具20可以由能够承受烧结条件的任何陶瓷材料制成,该陶瓷材料可以包括但不限于氧化铝(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、氧化锆(ZrO<sub>2</sub>)、碳化硅(SiC)、氮化硅(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)或氮化铝(AlN)。

[0049] 该方法还包括将具有填充有粉末组合物14的腔22的陶瓷模具20加热到烧结温度,以由粉末组合物14在腔22中形成烧结棒30。在一些实施方案中,烧结在真空炉中进行。在一些实施方案中,用于烧结的温度在约1150°C(约2100°F)至约1290°C(约2350°F)的范围内。

[0050] 该方法任选地包括加工烧结棒30以更改烧结棒30的横截面几何形状并形成具有预确定的横截面几何形状的经加工的烧结棒40。

[0051] 然后,该方法包括将烧结棒30或经加工的烧结棒40加工成小片以形成多个PSP 50。在一些实施方案中,加工可以包括但不限于车削、镗削、铣削、磨削、电火花加工(EDM)、激光切割、水射流,或者它们的组合。优选地选择分割位置和厚度以从具有预确定的厚度的烧结棒30或经加工的烧结棒40形成PSP 50。在一些实施方案中,PSP 50是净形或近净形硬面块。对于来自单个烧结棒30或经加工的烧结棒40的PSP 50中的一些、全部,预确定的厚度可以相同,或全都可以不同。

[0052] 该方法还可以包括将PSP 50钎焊到制品60的表面。在一些实施方案中,用于钎焊的温度在约1150°C(约2100°F)至约1290°C(约2350°F)的范围内。

[0053] 参照图2,一对PSP 50在PSP 50的平坦端表面的平坦位置处钎焊到制品60,以形成优良的钎焊接头。图3更详细地示出了在矩形3内来自图2的图像的制品60上的PSP 50中的一个。

[0054] 参照图4,一对PSP 50在PSP 50的弯曲侧表面的竖直位置处钎焊到两个类似制品60,以形成优良的钎焊接头。图5更详细地示出了在矩形5内来自图4的图像的制品60中的一个上的PSP 50中的一个。

[0055] 在一些实施方案中,粉末组合物14包括彼此相混作为不同的相的第一合金和第二合金。第一合金具有比第二合金高的熔融温度。第一合金是高熔融合金粉末并可以包括至少约1320°C(约2400°F)的第一熔点,并且第二合金是低熔融合金粉末并可以包括低于约1290°C的第二熔点(约2350°F)。在一些实施方案中,第一合金是硬面材料。

[0056] 第一合金可以包括一种或多种难焊(HTW)合金、耐火合金、超合金、镍基超合金、钴基超合金、铁基超合金、钛铝超合金、铁基合金、钢合金、不锈钢合金、钴基合金、镍基合金、钛基合金、硬面合金、T800、CM64、GTD 111、GTD 444、HAYNES 188、HAYNES 230、INCONEL738、L605、MarM247、MarM509、René108、René142、René195、RenéN2、STELLITE 6,或者它们的组合。

[0057] 第二合金可以包括一种或多种钎焊合金、铁基合金、钢合金、不锈钢合金、钴基合金、镍基合金、钛基合金、B93、BNi-2、BNi-3、BNi-5、BNi-6、BNi-7、BNi-9、BNi-10、BRB、DF4B、D15、MarM509B,或者它们的组合。

[0058] 在一些实施方案中,粉末组合物14还包含一种或多种陶瓷添加剂,诸如但不限于氧化铝、碳化硅、碳化钨、氮化钛、碳氮化钛、碳化钛,或者它们的组合。

[0059] 在一些实施方案中,粉末组合物14包括如下量的第一合金和第二合金的混合物:按重量计约90%的第一合金和按重量计约10%的第二合金,另选地按重量计约80%的第一合金和按重量计约20%的第二合金,另选地按重量计约70%的第一合金和按重量计约30%的第二合金,另选地按重量计约60%的第一合金和按重量计约40%的第二合金,另选地按重量计约50%的第一合金和按重量计约50%的第二合金,另选地按重量计约45%的第一合金和按重量计约55%的第二合金,或者它们之间的任何值、范围或子范围。在一些实施方案中,第一合金是T800。在一些实施方案中,第二合金是MarM509B。

[0060] 具有被成型为产生具有预确定的横截面几何形状的烧结棒30的腔22的陶瓷模具20被填充有预确定的比例的第一熔融粉末10和第二熔融粉末12的混合物。在一些实施方案中,陶瓷模具20是陶瓷管。管的横截面可以是任何几何形状,包括但不限于圆形、正方形、矩形或椭圆形。在一些实施方案中,腔22是圆柱形的,其内径为约1.3cm(约0.50英寸)。在一些实施方案中,不使用粘结剂材料。取决于陶瓷模具20的横截面的几何形状,烧结棒30的横截面可以是任何几何形状,包括但不限于圆形、圆状、正方形、矩形、椭圆形或多边形。

[0061] 通过在腔22中加热来烧结粉末组合物14以形成烧结棒30。烧结棒30可以具有已经是净形或近净形的横截面。另选地,可以通过磨削或以其他方式加工烧结棒30以形成经加工的烧结棒40来实现具有净形或近净形的横截面。

[0062] 将净形或近净形烧结棒30或经加工的烧结棒40分割成具有净形或近净形横截面和预确定的厚度的区段。在一些实施方案中,预确定的厚度是PSP硬面块的厚度。

[0063] PSP硬面块被钎焊到制品60的表面。在一些实施方案中,在执行钎焊方法以形成硬

面表面之前,在预确定的位置处将PSP硬面块点焊到制品60的表面。

[0064] 在一些实施方案中,烧结棒30具有在以下范围内的高度:约46cm(约18英寸)至约91cm(约36英寸)、另选地约61cm(约24英寸)至约76cm(约30英寸)、另选地约46cm(约18英寸)至约61cm(约24英寸)、另选地约46cm(约18英寸)、另选地约61cm(约24英寸)、另选地约76cm(约30英寸)、另选地约91cm(约36英寸),或者它们之间的任何值、范围或子范围。在一些实施方案中,烧结棒30具有在以下范围内的最大横截面长度:约6.4mm(约0.25英寸)至约2.5cm(约1英寸)、另选地约1.0cm(约0.4英寸)至约1.9cm(约0.75英寸)、另选地约1.3cm(约0.5英寸),或者它们之间的任何值、范围或子范围。在一些实施方案中,PSP 50的厚度在以下范围内:约2.5mm(约0.1英寸)至约6.4mm(约0.25英寸)、另选地约3.8mm(约0.15英寸)至约5.1mm(约0.2英寸)、另选地约3.8mm(约0.15英寸)、另选地约5.1mm(约0.2英寸),或者它们之间的任何值、范围或子范围。

[0065] 在一些实施方案中,制品60是原始设备制造商(OEM)零件,或者制品60的表面可以是将受益于硬面的任何表面或将受益于密封件的任何孔。

[0066] 在一些实施方案中,将烧结棒30或经加工的烧结棒40用作芯,并且将高熔融粉末、低熔融粉末和粘结剂的混合物用作涂层,其中组合物被挤出并烧结以提供用于某些应用的混合PSP材料组合物。涂层可以包括与芯相同的第一熔融粉末10和/或第二熔融粉末12,或另选地可以替代地使用合金材料。涂层的横截面的几何形状可以是任何几何形状,包括但不限于圆形、正方形、矩形或椭圆形。

[0067] 尽管已经参考一个或多个实施方案描述了本发明,但是本领域的技术人员应当理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以进行各种改变并且可以用等同物代替其要素。此外,在不脱离本发明的基本范围的情况下,可以进行许多修改以使特定情形或材料适应本发明的教导内容。因此,本发明旨在不限于所公开的作为实施本发明设想的最佳模式的具体实施方案,而是本发明将包括落入所附权利要求书的范围内的所有实施方案。此外,详细描述中标识的所有数值应当被解释为就像精确值和近似值都被明确地标识。

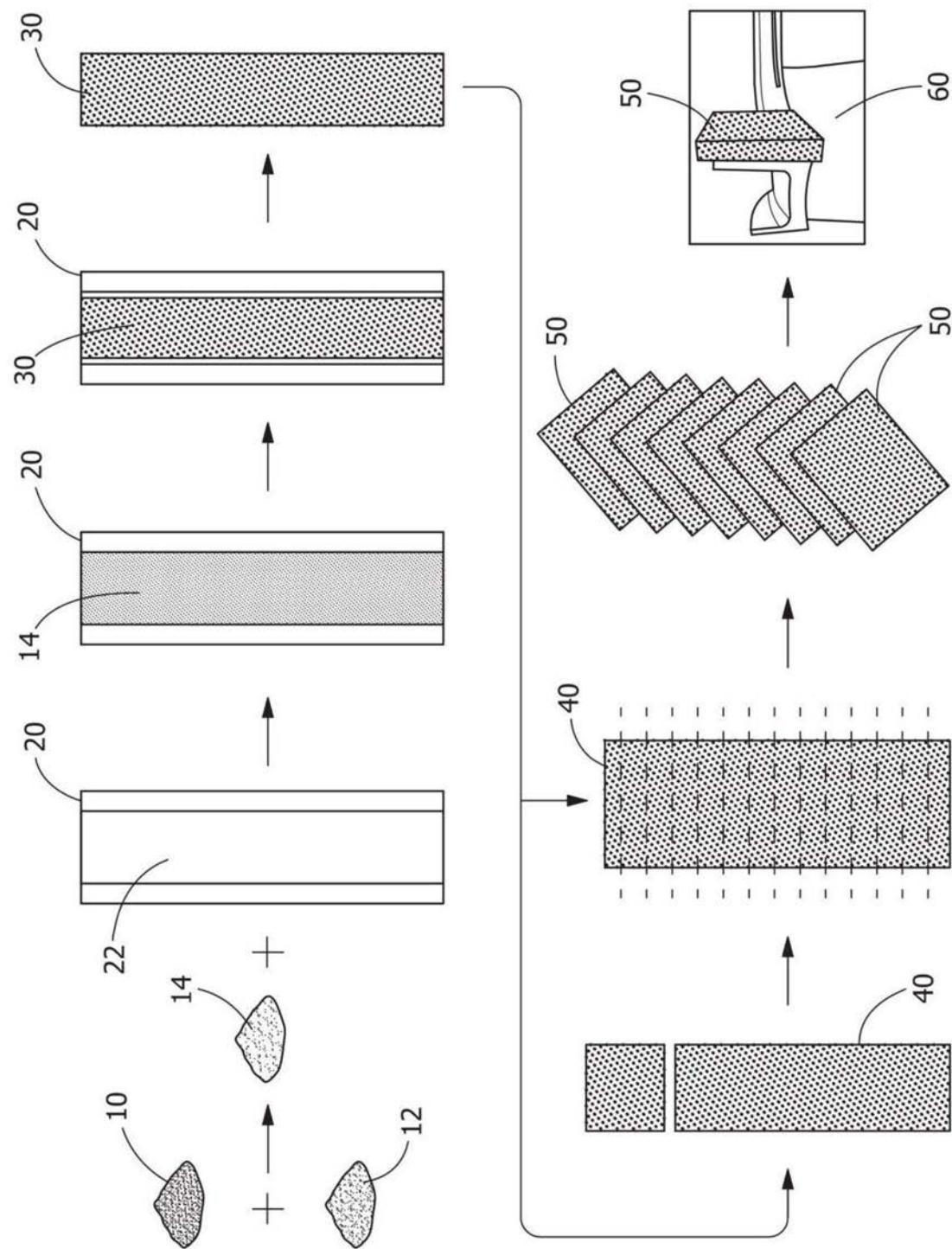


图1

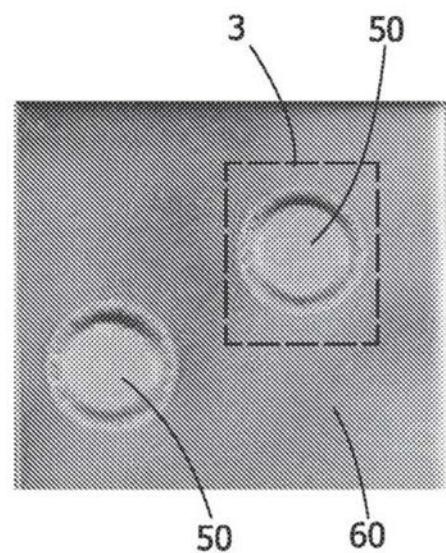


图2

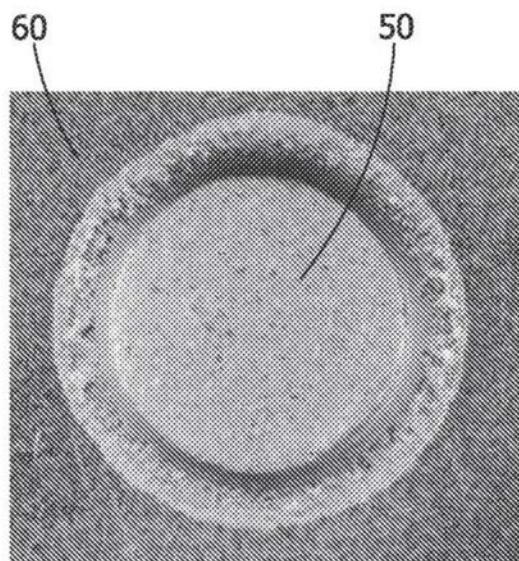


图3

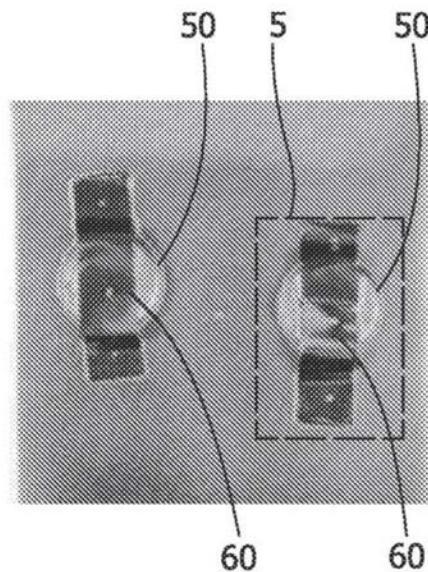


图4

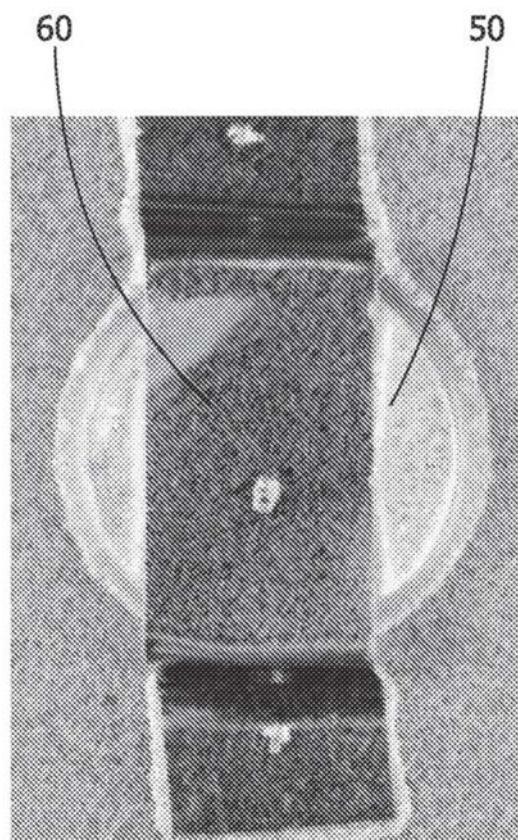


图5