



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104684665 B

(45)授权公告日 2018.05.01

(21)申请号 201380051067.1

(22)申请日 2013.09.27

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104684665 A

(43)申请公布日 2015.06.03

(30)优先权数据

13/631162 2012.09.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.03.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/062105 2013.09.27

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2014/052710 EN 2014.04.03

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 Q.赵 W.R.卡特林 R.J.扎巴拉

J.J.舒诺弗 L.克雷特尼

M.K.迈尔 K.A.劳里亚

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 周心志

(51)Int.Cl.

B22D 19/10(2006.01)

B23P 6/00(2006.01)

B23P 6/04(2006.01)

B23K 28/00(2006.01)

C23C 6/00(2006.01)

C23C 26/02(2006.01)

(56)对比文件

US 5544195 A, 1996.08.06, 说明书第6栏第40行至第7栏第20行、附图1-2.

EP 2656962 A2, 2013.10.30, 说明书第0018段.

US 5914059 A, 1999.06.22, 全文.

US 8151865 B1, 2012.04.10, 全文.

EP 1439041 A2, 2004.07.21, 说明书第0003-0014、0018-0028、0041-0046、0057-0069段、附图1-5.

CN 1427754 A, 2003.07.02, 全文.

CN 101277782 A, 2008.10.01, 全文.

审查员 王振

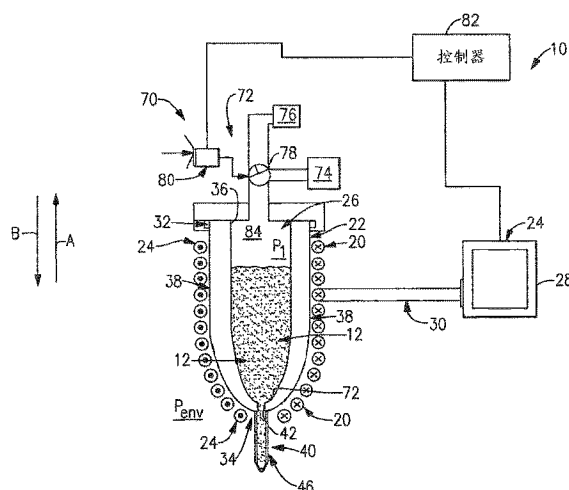
权利要求书3页 说明书16页 附图4页

(54)发明名称

用于结合材料的方法和系统

(57)摘要

本发明提供了一种用于将填料材料结合到衬底材料上的方法。该方法包括在坩埚的熔化室中熔化填料材料,使得填料材料被熔化。坩埚具有流体地连接在熔化室上的出口。该方法还包括通过跨坩埚的出口施加第一压力差而将填料材料保持在坩埚的熔化室中,并通过跨坩埚的出口施加第二压力差而从坩埚的熔化室中释放出填料材料,以将填料材料传送至衬底材料的目标部位。第二压力差具有与第一压力差不同的值。



1. 一种用于将填料材料结合到衬底材料上的方法,所述方法包括:

在坩埚的熔化室中熔化所述填料材料,使得所述填料材料被熔化,所述坩埚具有流体地连接在所述熔化室上的包括喷嘴的出口系统,所述喷嘴包括入口部段、锥形部段和出口部段,所述入口部段具有第一长度并且流体地连接到所述坩埚中的开口上,所述锥形部段在所述入口部段后并具有第二长度,并且相对于所述坩埚的中心纵轴径向向内逐渐变细,所述出口部段具有在所述锥形部段后的第三长度;

通过流量控制机构控制所述填料材料穿过所述熔化室的出口系统的流量,所述流量控制机构包括入口系统,所述入口系统分别操作地连接到第一非氧化性气体的第一源和第二非氧化性气体的第二源上,

所述入口系统配置为在低于环境压力的第一压力下将所述第一非氧化性气体从所述第一源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第一压力之间的第一压力差而将所述填料材料保持在所述坩埚的熔化室中;和

所述入口系统配置为在大于环境压力的第二压力下将所述第二非氧化性气体从所述第二源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第二压力之间的第二压力差而从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料,以将所述填料材料传送至所述衬底材料的目标部位,其中所述第二压力差具有与所述第一压力差不同的值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过施加所述第一压力差将所述填料材料保持在所述坩埚的熔化室中,其包括利用所述第一压力差防止所述填料材料离开所述坩埚的出口系统,并且通过施加所述第二压力差从所述熔化室中释放所述填料材料,其包括通过所述出口系统从所述熔化室中射出所述填料材料。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过施加所述第二压力差从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料,其包括补充作用在所述填料材料上的重力。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过施加跨所述坩埚的出口系统的第一压力差从而将所述填料材料保持在所述坩埚的熔化室中,其包括在所述坩埚的熔化室中提供负的计示压力,其等于或小于所述坩埚的出口系统处的填料材料的排出压力。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,通过施加跨所述坩埚的出口系统的第二压力差从而从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料,其包括在所述坩埚的熔化室中提供正的计示压力,其等于或大于5磅/平方英寸。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述坩埚的熔化室中熔化所述填料材料包括利用感应加热来熔化所述填料材料。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述坩埚的熔化室中熔化所述填料材料包括以下其中至少一个:将惰性气体施加于所述熔化室中,将非氧化性气体施加于所述熔化室中,或者在非氧化环境中熔化所述填料材料。

8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述坩埚的熔化室中熔化所述填料材料包括在离所述衬底材料的目标部位远距离处熔化所述填料材料,使得所述填料材料的熔化使所述衬底材料的目标部位保持在所述目标部位的固相线温度或再结晶温度的其中一个以下。

9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括以下其中至少一个:

在所述目标部位利用所述填料材料修理所述衬底材料;或

在所述目标部位利用所述填料材料将所述衬底材料结合到另一构件上。

10. 一种用于将填料材料结合到衬底材料上的系统,所述系统包括:

坩埚,其具有用于保持所述填料材料的熔化室,所述坩埚包括流体地连接在所述熔化室上的包括喷嘴的出口系统,所述喷嘴包括入口部段、锥形部段和出口部段,所述入口部段具有第一长度并且流体地连接到所述坩埚中的开口上,所述锥形部段在所述入口部段后并具有第二长度,并且相对于所述坩埚的中心纵轴径向向内逐渐变细,所述出口部段具有在所述锥形部段后的第三长度;

加热元件,其操作地连接在所述坩埚上,用于加热所述坩埚的熔化室中的填料材料,所述加热元件配置为用于熔化所述熔化室中的填料材料,使得所述填料材料被熔化;和

流量控制机构,其操作地连接到所述坩埚上,用于控制所述填料材料穿过所述熔化室的出口系统的流量,所述流量控制机构包括入口系统,所述入口系统分别操作地连接到第一非氧化性气体的第一源和第二非氧化性气体的第二源上,

所述入口系统配置为在低于环境压力的第一压力下将所述第一非氧化性气体从所述第一源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第一压力之间的第一压力差而将所述填料材料保持在所述坩埚的熔化室中;和

所述入口系统配置为在大于环境压力的第二压力下将所述第二非氧化性气体从所述第二源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第二压力之间的第二压力差而从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料,以将所述填料材料传送至所述衬底材料的目标部位,其中所述第二压力差具有与所述第一压力差不同的值。

11. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述流量控制机构配置为用于施加跨所述坩埚的出口系统的所述第一压力差,其包括通过在所述坩埚的熔化室中提供负的计示压力,其等于或小于所述坩埚的出口系统处的填料材料的排出压力。

12. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述流量控制机构配置为通过在所述坩埚的熔化室中提供等于或大于5磅/平方英寸的正的计示压力,从而施加跨所述坩埚的出口系统的所述第二压力差。

13. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述流量控制机构配置为通过补充作用在所述填料材料上的重力从而从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料。

14. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述流量控制机构包括阀门,其操作地连接在非氧化性气体的源上,用于对所述熔化室施加所述压力差。

15. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述流量控制机构包括阀门,其操作地连接在所述第一非氧化性气体的所述第一源上,用于对所述熔化室施加所述第一压力差,所述阀门操作地连接在所述第二非氧化性气体的所述第二源上,用于对所述熔化室施加所述第二压力差,以便从所述熔化室中释放所述填料材料。

16. 根据权利要求15所述的系统,其特征在于,所述阀门包括L-球形阀门。

17. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,所述喷嘴与所述坩埚整体地成形。

18. 一种用于将填料材料结合到衬底材料上的方法,所述方法包括:

在坩埚的熔化室中熔化所述填料材料,使得所述填料材料被熔化,所述坩埚具有流体

地连接在所述熔化室上的包括喷嘴的出口系统,所述喷嘴包括入口部段、锥形部段和出口部段,所述入口部段具有第一长度并且流体地连接到所述坩埚中的开口上,所述锥形部段在所述入口部段后并具有第二长度,并且相对于所述坩埚的中心纵轴径向向内逐渐变细,所述出口部段具有在所述锥形部段后的第三长度;

通过流量控制机构控制所述填料材料穿过所述熔化室的出口系统的流量,所述流量控制机构包括入口系统,所述入口系统分别操作地连接到第一非氧化性气体的第一源和第二非氧化性气体的第二源上,

所述入口系统配置为在低于环境压力的第一压力下将所述第一非氧化性气体从所述第一源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第一压力之间的第一压力差而将所述填料材料保持在所述坩埚的熔化室中,其中在所述坩埚的熔化室中提供负的计示压力,所述计示压力等于或小于所述坩埚的出口系统处的填料材料的排出压力;和

所述入口系统配置为在大于环境压力的第二压力下将所述第二非氧化性气体从所述第二源喷射到所述熔化室中,从而通过施加跨所述坩埚的出口系统的所述环境压力和所述第二压力之间的第二压力差而从所述坩埚的熔化室中释放所述填料材料,以将所述填料材料传送至所述衬底材料的目标部位,其中所述第二压力差具有与所述第一压力差不同的值,其中在所述坩埚的熔化室中提供正的计示压力,所述计示压力等于或大于5磅/平方英寸。

用于结合材料的方法和系统

背景技术

[0001] 施加疲劳可能造成各种金属、陶瓷和合金构件(例如超合金)经历磨损。例如,裂纹、磨耗、侵蚀和/或各种其它条件可能造成原始衬底材料的去除或磨损。为了修理磨损构件,可能要添加(例如焊接)填料材料,以填补裂纹,修补磨耗,并且/或者置换侵蚀所损失的材料。类似地,当将两个或多个构件结合在一起时,可将填料材料添加至一个或多个构件的原始衬底材料上。与衬底材料相同或相似的填料材料可用于跨修理构件和/或结合构件而提供相对较强的均匀的机械特性。

[0002] 当填料材料是具有相对较高的熔点温度的相对高温性能合金时(例如基于镍和/或钴的超合金,其用于相对较热的燃气涡轮发动机的气道),在填料材料可施加于原始衬底材料之前,相对极大的施加能量必须施加于填料材料上。但,用于熔化填料材料的大量的辐射热(例如由焊接设备产生)也可能影响原始衬底材料。例如,辐射热的冲击可能对原始衬底材料的显微结构造成坍塌、熔化、再结晶、晶粒生长和/或其它变化。这种原始衬底材料上的变化可能降低正在修理和/或结合在一起的构件的强度、韧度和/或其它机械特性。此外,辐射热对原始衬底材料的冲击可能造成填料材料和原始衬底材料之间的结合在冷却期间发生破裂,其通常被称为“热撕裂”。

[0003] 虽然可备选地使用具有低熔点温度的填料材料,但是这种填料材料可能提供了较低的高温性能,并且/或者拥有与原始衬底材料的机械特性显著不同的机械特性。例如,铜焊工艺可能对原始衬底材料传递了较少热量。但,铜焊材料的熔点必须低于原始衬底材料的熔点,其可能需要使用大量的熔点抑制元素(例如硅和/或硼),其导致相对大量的脆的金属间化合相态的形成,其对所修理和/或所结合的构件的机械特性具有负面影响。所需要的是在不引起原始衬底材料问题的条件下容许使用相对较高的熔点温度的填料材料的技术和系统。

发明内容

[0004] 在一个实施例中,本发明提供了一种用于将填料材料结合至衬底材料上的方法。该方法包括在坩埚的熔化室中熔化填料材料,使得填料材料被熔化。坩埚具有流体地连接在熔化室上的出口。该方法还包括通过跨坩埚的出口施加第一压力差而将填料材料保持在坩埚的熔化室中,并通过跨坩埚的出口施加第二压力差而从坩埚的熔化室中释放出填料材料,以将填料材料传送至衬底材料的目标部位。第二压力差具有与第一压力差不同的值。

[0005] 在另一实施例中,本发明提供了一种用于将填料材料结合至衬底材料上的系统。该系统包括坩埚,其具有用于保持填料材料的熔化室。坩埚包括流体地连接在熔化室上的出口。加热元件操作地连接在坩埚上,用于加热坩埚的熔化室中的填料材料。加热元件配置为用于在熔化室中熔化填料材料,使得填料材料被熔化。流量控制机构操作地连接在坩埚上,用于控制穿过熔化室的出口的填料材料的流量。流量控制机构配置为用于跨坩埚的出口施加压力差。压力差将填料材料保持在熔化室中。

[0006] 在另一实施例中,本发明提供了一种用于将填料材料结合至衬底材料上的方法。

该方法包括在坩埚的熔化室中熔化填料材料,使得填料材料被熔化,其中坩埚具有流体地连接在熔化室上的出口。该方法还包括通过坩埚的熔化室中的负的计示压力将填料材料保持在坩埚的熔化室中,该压力等于或小于坩埚的出口处的填料材料的排出压力(head pressure)。该方法还包括通过坩埚的熔化室中的正的计示压力而从坩埚的熔化室中释放填料材料,该压力等于或大于大约5磅/平方英寸(psi),从而将填料材料传送至衬底材料的目标部位。

附图说明

- [0007] 图1是用于将填料材料结合到衬底材料上的系统的一个典型实施例的示意图。
- [0008] 图2是图1中所示系统的喷嘴的一个典型实施例的横截面图。
- [0009] 图3是图1中所示系统的另一示意图。
- [0010] 图4是流程图,其显示了用于将填料材料结合到衬底材料上的方法的一个典型实施例。

具体实施方式

[0011] 当结合附图进行阅读时,以下某些实施例的详细说明将得到更好的理解。应该懂得,各种实施例并不局限于图中所示的布置和仪器。

[0012] 如此处所用,以单数形式引用,且前缀“一”的元件或步骤应该被理解为不排除所述元件或步骤的复数,除非明确地陈述了这种除外情形。此外,对“一个实施例”的引用不应理解为排除其它实施例的存在,其也包含所陈述的特征。此外,除非明确陈述相反的情况,否则“包括”或“具有”特殊属性的一个元件或多个元件的实施例可包括额外的不具有该属性的这种元件。

[0013] 各种实施例提供了用于将填料材料结合到衬底材料上的方法和系统。各种实施例可包括在坩埚的熔化室中熔化填料材料,使得填料材料被熔化,通过施加跨坩埚的出口的第一压力差将填料材料保持在坩埚的熔化室中,并通过施加跨坩埚的出口的第二压力差而从坩埚的熔化室中释放填料材料,从而将填料材料传送至衬底材料的目标部位。填料材料可能在远离衬底材料的目标部位的远距离处进行熔化,使得填料材料的熔化不会造成衬底材料的目标部位升高至目标部位的固相线和/或再结晶温度之上。熔化的填料材料可以连续流的方式传送至衬底材料的目标部位。各种实施例可提供流量控制机构,其使用变化的压力差来控制填料材料经由喷嘴的连续射出,以用于惰性气体和/或结合操作。

[0014] 各种实施例可提供传统的结合和修理技术的机械特性方面的改进。各种实施例可提供相对实际且相对有效的方案来连续地传送填料材料,其带有少量或没有熔化的污染物。各种实施例的技术效果可包括减少或消除填料材料中的熔点抑制剂的使用,减少传递到衬底材料上的过热量,并且/或者在没有填料材料污染物的条件下传送用于构件修理的熔化的填料材料。例如,各种实施例的技术效果可在没有填料材料污染物的条件下提供相对清洁的熔化的填料材料传送,以用于连续的构件修理,和/或在没有填料材料污染物的条件下用于重铸修理。此外,各种实施例的技术效果可包括在熔化室内部(例如陶瓷坩埚的熔化室内部)熔化填料材料(例如超合金填料材料),而不会带来热冲击、机械故障和/或熔化污染物(例如来自熔化室)。各种实施例的技术效果可包括可使之前由于没有可用修理技术

而被更换的构件得以修理,从而恢复恰当的构件结构和/或构件属性。此外,各种实施例的技术效果可包括可使备选的制造可选方案用于铸造相对高品质的子构件,然后可将其与接头结合起来,该接头具有与衬底材料接近、相似和/或相同的机械特性。

[0015] 这里使用的术语“构件”可能是任何类型的构件,其具有任何结构、任何尺寸和任何几何形状,其容许熔化的填料材料施加于构件的衬底材料的目标部位上。例如,构件可包括在目标部位带有空隙的相对较平的修理表面。这些空隙可能来自于各种施加疲劳,例如,但并不局限于裂纹、摩擦、磨损、侵蚀、其它可能造成构件的衬底材料被除去和/或发生磨损的条件等等。此外,在某些实施例中,该构件包括一个或多个曲线、转角、臂、接头等等。可利用这里所述和/或所示的各种实施例进行修理和/或结合的构件示例包括,但不局限于利用铸造工艺制造的构件、飞机构件、飞机发动机构件、燃气涡轮发动机构件(例如用于燃气涡轮发动机的叶斗)、翼型(例如用于燃气涡轮发动机的涡轮叶片)、喷嘴(例如燃气涡轮发动机的单晶喷嘴)等等。

[0016] 构件的衬底材料可包括任何材料,使得衬底材料能够在一个或多个位置(即,目标部位)将熔化的填料材料结合(例如接触并后续黏结)到它上面。例如,衬底材料可包括,但不局限于金属、合金、陶瓷、超合金等等。在某些实施例中,衬底材料包括相对较低量的硅或没有硅。在某些实施例中,衬底材料包括基于镍的超合金,例如,但不局限于燃气涡轮发动机中所使用的基于镍的超合金,其用于相对较热的气道施加等等。例如,衬底材料可包括商业上可得到的Ren[®]N5合金。此外,在某些实施例中,衬底材料包括基于钴的超合金,例如,但不局限于燃气涡轮发动机中所使用的基于钴的超合金,其用于相对较热的气道施加等等。构件衬底材料的目标部位可能是意图添加填料材料的任何位置。例如,目标部位可包括裂纹、在多个构件或子构件之间的接头、磨损和腐蚀区域等等。

[0017] 图1是系统10的一个典型实施例的示意图,其用于在衬底材料14的目标部位18(图3中所示)将填料材料12结合到构件16(图3所示)的衬底材料14(图3中所示)上。如下面所述,系统10可设置在远离衬底材料14的目标部位18的远距离 D_R 处(图3中所示)。这里使用的词语“远距离”包括在目标部位18和系统10(例如加热元件20、坩埚22、和坩埚22中的任何熔化的填料材料12)之间的任何距离,其足够大,使得目标部位18不会由于来自系统10的辐射能量而升高到目标部位18的固相线和/或再结晶温度以上。

[0018] 系统10包括坩埚22、加热单元24和流量控制机构70。加热单元24包括加热元件20。坩埚22配置为用于保持填料材料12。具体地说,坩埚22包括熔化室26。熔化室26配置为用于当填料材料12进行熔化并从而转变成熔化状态时保持填料材料12。熔化室26配置为在熔化的填料材料12传送给衬底材料14之前至少将熔化的填料材料12临时保持在那里。

[0019] 坩埚22可包括任何物质,其可使熔化室26在填料材料12进行熔化时保持填料材料12,而且可使熔化室至少将熔化的填料材料12临时保持在那里。坩埚22的物质的合适示例包括,但不局限于氧化物、碳化物、氮化物、基于氧化铝的陶瓷、氧化铝、多孔氧化铝、氮化硼、水晶、陶瓷、耐火陶瓷、金属冷炉膛、对感应加热敏感的物质等等。虽然所示具有圆锥形柱体的形状,但是另外或备选地,坩埚22可包括任何其它形状,其可使坩埚22如这里所述和/或所示起作用。在某些实施例中,坩埚22配置为用于抵抗相对快速加热的热冲击,并且足够强且惰性的,以便在至少大约1550°C下包含熔化的填料材料12(例如GTD444合金、Ren[®]142合金和N5合金)至少大约30分钟。坩埚22的熔化室26可具有任何容量,例如,但不局限

于大于大约10克,大于大约30克等等。

[0020] 填料材料12可包括任何物质,使得填料材料12能够转变成完全熔化状态(即,加热至填料材料12的液线温度以上的状态),以熔化状态输送衬底材料14,并且与衬底材料14结合起来。在某些实施例中,填料材料12过热200°C或更大。填料材料12能够以熔化的连续流的形式传送至衬底材料的目标部位18处。在填料材料12中可包含的物质示例包括,但不局限于金属、合金、陶瓷、超合金等等。在某些实施例中,填料材料12包括相对较低量的硅或没有硅。在某些实施例中,填料材料12包括基于镍的超合金,例如,但不局限于燃气涡轮发动机中所使用的基于镍的超合金,其用于相对较热的气道施加等等。例如,填料材料12可包括商业上可得到的René™N5合金或商业上可得到的René™142合金。此外,在某些实施例中,填料材料12包括基于钴的超合金,例如,但不局限于燃气涡轮发动机中所使用的基于钴的超合金,其用于相对较热的气道施加等等。

[0021] 在某些实施例中,填料材料12的成分与衬底材料14的成分是相同的,或者与衬底材料14的成分是相似的。因为填料材料12和衬底材料14拥有相同或相似的物理特性,所以填料材料12的成分与衬底材料14的成分相同或相似的这种实施例可减少或防止收缩、裂纹和/或其它性能缺陷。此外,这种实施例可在衬底材料14和填料材料12之间的物理特性提供更紧密的配合,从而潜在地容许提升和/或更可预测的性能。在某些实施例中,例如其中衬底材料14包括单晶的实施例中,填料材料12可能由于目标部位18处的晶粒边界而在成分上与衬底材料14相似但不相同。例如,当衬底材料14包括单晶René™N5,填料材料12可包括René™142。

[0022] 填料材料12可以任何状态、结构、形式、形态、尺寸、形状、数量等等而供给坩埚22的熔化室26,例如,但不局限于一个或多个铸锭、一个或多个球丸、一个或多个杆、一个或多个块件、一根或多根导线、粉末、浆体等等。

[0023] 如上所述,系统10包括加热单元24,其包括用于使填料材料12转变成熔化状态的加热元件20。具体地说,加热元件20操作地连接在坩埚22上,使得加热元件20配置为用于加热坩埚22的熔化室26中的填料材料12,从而使填料材料12转变成熔化状态。换句话说,加热元件20配置为用于在熔化室26中熔化填料材料12,使得填料材料12被熔化。加热元件20可配置为在熔化的填料材料12施加于衬底材料14上之前,将熔化室26中的熔化的和/或预定温度范围内的填料材料12保持例如预定量的时间。

[0024] 加热元件20可能是任何类型的加热元件,其能够将足够的能量(例如热)施加于坩埚22的熔化室26中的填料材料12上,使得填料材料12被熔化。在系统10的典型的实施例中,加热元件20是感应线圈。加热单元24包括电源28,其通过电连接30而操作地连接在加热元件20的感应线圈上。电源28将电流(例如交流电流)供给加热元件20的感应线圈。电流激励加热元件20的感应线圈,使得感应线圈产生电磁场,其通过电阻加热而加热熔化室26中的填料材料12。

[0025] 电源28可以任何激励机制(例如任意数量的电压和/或任意数量的电流)激励加热元件20的感应线圈,其加热坩埚22的熔化室26中的填料材料12,使得填料材料12被熔化。加热元件20的感应线圈可具有任何形态、任何布置、任何结构、任何形状、任何尺寸、任何匝数、任何尺寸的线匝、任何数量的不同的线匝方向、任何整体长度、任何数量的不同形态的部段等等,其可使感应线圈20a加热熔化室26中的填料材料12,使得填料材料12转变成熔化

状态。在系统10的典型实施例中,加热元件的感应线圈缠绕在坩埚22的周边。但加热元件20的感应线圈可具有任何其它靠近和/或围绕坩埚22的熔化室26的可操作形态。虽然所示和所述为感应线圈,但是加热元件20可额外地或备选地包括任何其它类型的加热元件,例如,但不局限于电弧焊接装置(例如TIG焊接)、气焊装置(例如氧乙炔焊接)、能量束焊接装置(例如激光束焊接)、微波等等。

[0026] 坩埚22从顶部32延伸至底部34。在系统10的典型实施例中,顶部32包括开口36,其通向熔化室26。开口36提供用于将填料材料12和/或其它物质(例如气体、施加真空等)加载到熔化室26中的入口。虽然只显示了一个,但是坩埚22在顶部32中可包括许多开口36。此外,除了穿过顶部32之外或备选地,坩埚22可包括一个或多个开口(未显示),其穿过坩埚22的任何侧面38,用于提供将填料材料12和/或其它物质加载到熔化室26中的入口。

[0027] 坩埚22包括出口系统40,其流体地连接在熔化室26上。出口系统40可包括任何结构、形态、装置、布置等等,其促进了熔化的填料材料12从熔化室26传送至衬底材料14的目标部位18。在某些实施例中,出口系统40配置为用于将熔化的填料材料12以连续的熔化流形式从熔化室26传送至衬底材料14的目标部位18处。出口系统40和/或一个或多个其构件(例如开口42和下面所述的喷嘴46)在这里可被称为熔化室26的“出口”。

[0028] 在某些实施例中,出口系统40配置为用于以至少大约2米/秒(m/s),在例如大约4磅/平方英寸(psi)至大约16psi之间压力下将熔化的填料材料12传送到衬底材料14的目标部位18。此外,在某些实施例中,出口系统40配置为用于将填料材料12的连续的熔化流传送至衬底材料14的目标部位18,其在例如大约4psi至大约16psi之间的压力下至少大约10厘米(cm)长,至少大约20cm长等等。在大约3m/s的流速下,大约20cm长的填料材料12的连续的熔化流的温度损失可小于大约10°C。

[0029] 出口系统40包括一个或多个开口42,其通向熔化室26。开口42提供了出口,用于从坩埚的熔化室26释放出熔化的填料材料12。在系统10的典型实施例中,开口42穿过坩埚22的底部34。但,除了穿过底部34之外或备选地,出口系统40可包括一个或多个开口42,其穿过坩埚22的任何侧面38和/或顶部32。虽然只显示了单个开口42,但是出口系统40可包括许多开口42。

[0030] 出口系统40可包括喷嘴46。喷嘴46流体地连接在开口42上,用于将填料材料12施加于衬底材料14的目标部位18上,这将在下面进行更详细地描述。

[0031] 图2是喷嘴46的典型实施例的横截面图。喷嘴46包括底座50和顶端52。喷嘴46沿着中心纵轴54从底座50的端面56延伸长度L至顶端52的顶面58处。喷嘴46可具有任何长度L。在某些实施例中,喷嘴46的长度L经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12(图1和图3中所示),有利于防止熔化的填料材料12的热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染(例如防止与喷嘴46和/或大气的接触)。喷嘴46的长度L的示例包括,但不局限于大约50mm至大约250mm之间,大于大约50mm,大于大约149mm等等。

[0032] 喷嘴46包括开口60,其如图2中可见穿过喷嘴46的长度L。开口60包括入口部段62、锥形部段64和出口部段66。入口部段62穿过端面56并沿着底座50而延伸。出口部段66穿过顶面58。锥形部段64在入口部段62和出口部段66之间延伸,并使它们流体地互连起来。

[0033] 开口60的入口部段62延伸长度 L_1 。在系统10的典型实施例中,入口部段62直接流体地连接到坩埚22(图1和图3中所示)的开口42(图1和图3中所示)上,用于接收熔化的填料

材料12。入口部段62可具有任何长度 L_1 。在某些实施例中,入口部段62的长度 L_1 经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12,有利于防止熔化的填料材料12的热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染。入口部段62的长度 L_1 的示例包括,但不局限于大约30mm至大约230mm之间,大于大约30mm,大于大约129mm等等。

[0034] 入口部段62包括直径 D_1 。在系统10的典型实施例中,入口部段62的直径 D_1 沿着入口部段62的长度是大致恒定的。但,或者入口部段62的直径 D_1 可沿着其长度而变化。入口部段62可具有任何直径 D_1 。入口部段62的直径 D_1 可与开口42的直径相同或相似,或者不与之相同或相似。在某些实施例中,入口部段62的直径 D_1 和/或直径 D_1 相对开口42的直径的关系经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12,有利于防止熔化的填料材料12的热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染。入口部段62的直径 D_1 的示例包括,但不局限于大约10mm至大约30mm之间,大于大约10mm,大于大约19mm等等。

[0035] 开口60的锥形部段64延伸长度 L_2 ,其可能是任何长度 L_2 。在某些实施例中,锥形部段64的长度 L_2 经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12,有利于防止熔化的填料材料12热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染。锥形部段64的长度 L_2 的示例包括,但不局限于大约9mm至大约29mm之间,大于大约9mm,大于大约28mm等等。

[0036] 随着锥形部段64从入口部段62延伸至出口部段66时,锥形部段64径向向内逐渐变细(相对于中心纵轴54)。换句话说,锥形部段64使开口60的宽度变窄。锥形部段64的圆锥由倾斜的喷嘴46的内壁68来限定。具体地说,内壁68具有斜度 S ,其随着锥形部段64延伸至出口部段66而径向向内延伸。内壁68可具有任何斜度 S ,其赋予锥形部段64任何数量的锥度。在某些实施例中,锥形部段64的锥度量经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12,有利于防止熔化的填料材料12热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染。内壁68的斜度 S 的示例包括,但不局限于大约 20° 至大约 40° 之间,大于大约 20° ,大于大约 39° 等等。在系统10的典型实施例中,内壁68的斜度 S 沿着锥形部段64的长度是大致恒定的。但,或者锥形部段64的斜度 S 可沿着其长度而变化。

[0037] 喷嘴46的出口部段66用于将填料材料12施加于衬底材料14的目标部位18。例如,出口部段66提供了出口,其中熔化的填料材料12离开出口系统40,以便施加于衬底材料14上。在某些实施例中,出口部段66经过配置,使得喷嘴46配置为用于将熔化的填料材料12以连续的熔化流形式传送给衬底材料14。出口部段66在这里可被称为“出口孔”。

[0038] 开口60的出口部段66包括直径 D_2 。出口部段66可具有任何直径 D_2 。出口部段66延伸长度 L_3 ,其可能是任何长度 L_3 。在某些实施例中,出口部段66的长度 L_3 经过选择,从而有利于以连续的熔化流形式传送熔化的填料材料12,有利于防止熔化的填料材料12热损失,并且/或者有利于防止对熔化的填料材料12的污染。出口部段66的长度 L_3 的示例包括,但不局限于大约0.5mm至大约2mm之间,大于大约0.5mm,大于大约1.9mm等等。在某些实施例中,出口部段66的长度 L_3 经过选择,以便在例如大约4psi至大约16psi之间的压力下为穿过出口系统40的熔化的填料材料12提供至少大约2m/s的流速。此外,在某些实施例中,出口部段66的长度 L_3 经过选择,以便传送填料材料12的连续的熔化流,其在例如大约4psi至大约16psi之间的压力下至少大约10厘米(cm)长,至少大约20cm长等等。

[0039] 喷嘴46可包括任何材料,其可使喷嘴46如这里所述起作用。喷嘴46可由与坩埚22

相同或相似的物质制成,或者可由坩埚22的备选物质或额外物质制成。喷嘴46的物质的合适示例包括,但不局限于氧化物、碳化物、氮化物、基于氧化铝的陶瓷、氧化铝、多孔氧化铝、氮化硼、水晶、陶瓷、耐火陶瓷、金属冷炉膛、对感应加热敏感的物质等等。喷嘴46可与坩埚22整体地成形(例如由与坩埚22相同的材料),或者可作为坩埚22的分立构件而成形,其在后面结合到坩埚22上。

[0040] 图2中所示的喷嘴46仅仅是作为示例。换句话说,出口系统40并不局限于这里所示和所述的喷嘴46的特定实施例。相反,除了喷嘴46之外或备选地,出口系统40可包括其它喷嘴(未显示),其具有其它形状、尺寸、构件、形态、布置等等。

[0041] 再次参照图1,如上面简要所述,系统10包括流量控制机构70。流量控制机构70操作地连接在坩埚22上,用于控制熔化的填料材料12穿过出口系统40的流量。例如,流量控制机构70配置为跨坩埚22的出口系统40(例如在出口部段66处跨喷嘴46的开口60)而施加压力差 ΔP_1 ,从而将熔化的填料材料12保持在熔化室26中。具体地说,流量控制机构70配置为通过跨坩埚22的出口系统40施加压力差 ΔP_1 而防止熔化的填料材料12离开出口系统40。此外,流量控制机构70配置为通过跨坩埚22的出口系统40施加不同的压力差 ΔP_2 ,从而从坩埚22的熔化室26中释放出熔化填料材料12,其通过出口系统40从坩埚22的熔化室26射出熔化的填料材料12。用于在熔化室26中保持熔化的填料材料12的压力差 ΔP_1 这里可被称为“第一压力差”,而用于从熔化室26中释放出熔化的填料材料12的压力差 ΔP_2 在这里可被称为“第二压力差”。如下面所述,压力差 ΔP_1 和 ΔP_2 具有不同的值。此外,除了利用压力差 ΔP_1 和 ΔP_2 来控制熔化的填料材料12穿过出口系统44的流量之外或备选地,流量控制机构70可使用电磁浮置来控制熔化的填料材料12穿过出口系统44的流量,例如于2012年9月28日提交的题为“用于结合材料的方法和系统(METHODS AND SYSTEMS FOR JOINING MATERIALS)”(代理人摘要No.258818(551-0073US))的美国专利申请No.13/630,874中所述。

[0042] 这里使用的“保持”熔化室26中的填料材料12意味着利用足够的力保持填料材料12,从而防止填料材料12离开出口系统40。例如,“保持”填料材料12可包括对填料材料12施加保持力,其作用在与重力相反的方向上(例如图1中的箭头A方向),其中保持力大于作用在填料材料12上的重力(例如图1中的箭头B方向),从而防止填料材料12由于重力而被拉过出口系统40。换句话说,例如,用于在熔化室26中“保持”填料材料12的跨出口系统40所施加的压力差可施加保持力,其按照与出口系统40处的填料材料12的排出压力相反的方向(例如方向A)作用在填料材料12上。

[0043] 在熔化室26中“保持”填料材料12可能包括或不包括使填料材料12远离熔化室26的内壁72而升高。在某些实施例中,出口系统和/或其一个或多个构件(例如开口42和喷嘴46)被认为是熔化室26的一部分。因此,在熔化室26中“保持”填料材料12可包括防止已经位于出口系统40中的任何填料材料12离开出口系统40,或者在出口系统40中进一步向下游移动。但在某些实施例中,在熔化室26中“保持”填料材料12包括防止填料材料12流入到出口系统40中,使得在“保持”期间没有填料材料12位于出口系统40中。此外,在其它实施例中,在熔化室26中“保持”填料材料12包括将已经位于出口系统40中的填料材料12至少部分地抽吸到出口系统40的上游(例如使得没有填料材料12位于出口系统40中)。换句话说,在熔化室26中“保持”填料材料12可包括或不包括使填料材料12与出口系统40的部段或全部(例

如开口42和喷嘴46的部段66,64和62)分离。例如,在某些实施例中,施加于填料材料12上的保持力不足以使填料材料12与出口系统40的任何部段分离。

[0044] 流量控制机构70可包括任何构件,其能够如这里所述和/或所示将填料材料12保持在坩埚22的熔化室26中。在系统10的典型实施例中,流量控制机构70包括入口系统72,其分别操作地连接到非氧化性气体84和86的源74和76上。入口系统72配置为用于将非氧化性气体从各个源74和76喷射到熔化室26中。具体地说,并如下面更详细所述,入口系统72配置为用于在低于周围压力的某一压力下将非氧化性气体84从源74喷射到熔化室26中,从而将熔化的填料材料12保持在熔化室26中,并且入口系统72配置为用于在大于周围压力的某一压力下将非氧化性气体86从源76喷射到熔化室26中,从而从熔化室26中释放出熔化的填料材料12。

[0045] 源74的非氧化性气体84可能是任何类型的非氧化性气体,例如,但不局限于惰性气体(例如氩气)等等。此外,源76的非氧化性气体86可能是任何类型的非氧化性气体,例如,但不局限于惰性气体(例如氩气)等等。源74的非氧化性气体84可能与源76的非氧化性气体86是相同的,或者不相同。源74的非氧化性气体84具有比源76的非氧化性气体86的压力 P_2 更低的压力 P_1 。入口系统72可包括各种流量和/或气氛控制特征(未显示),例如,但不局限于阀门、限流器、熔断器、泵、真空泵、传感器、控制单元、处理器、手动关闭装置、自动关闭装置、软管、导管、管子、管道、隔断等等。例如,在系统10的典型实施例中,入口系统72包括一个或多个阀门78,其流体地连接在熔化室26和非氧化性气源74和76之间。入口系统72还包括一个或多个开关80,其控制阀门78的操作,用于在非氧化性气源74和76之间切换。具体说,开关80控制阀门78是否使熔化室26与较低压力的源74的非氧化性气体84或与较高压力的源76的非氧化性气体86流体地结合起来。各个阀门78可能是任何类型的阀门,例如,但不局限于两端口阀门、三端口阀门、四端口阀门和L-球形阀门等等。各个开关80可能是任何类型的开关,例如,但不局限于相对高速数字开关。例如,具有大约0.0025秒响应时间的相对高速的压力开关可用于在大约0.01秒内控制从源74转变成源76。虽然图中只显示了一个,但是入口系统72可包括用于在源74和76之间切换的任意数量的阀门78、任意数量的开关80,和/或任意数量的其它构件。源74的非氧化性气体84在这里可被称为“第一非氧化性气体”,而源76的非氧化性气体86可被称为“第二非氧化性气体”。

[0046] 除了入口系统72之外,流量控制机构70可包括一个或多个闸门(未显示)、一个或多个塞子(未显示)、一个或多个阀门(未显示)、和/或一个或多个其它流量控制装置,其防止填料材料12通过出口系统40离开熔化室26。例如,在某些实施例中,闸门、塞子、阀门和/或其它流量控制装置定位在开口42中和/或出口系统40的另一位置。闸门、塞子、阀门和/或其它流量控制装置可在关闭位置和打开位置之间转变,其中在关闭位置,闸门、塞子、阀门和/或其它流量控制装置阻碍填料材料12离开出口系统40,并且在打开位置,闸门、塞子、阀门和/或其它流量控制装置不会阻碍填料材料12离开出口系统40。在某些实施例中,开口42经过尺寸定制,使得在熔化的填料材料12可穿过开口42之前需要填料材料12的过压。在这种实施例中,填料材料12可间隔地从熔化室26中排出。

[0047] 系统10可包括一个或多个控制器82和/或其它子系统,以用于控制系统10的操作。例如,控制器82可控制加热元件20、流量控制机构70、入口系统72、开关80、阀门78、系统10的任何传感器、任何闸门、塞子、阀门、开关和/或系统10的其它流量控制装置等等的操作。

可由控制器82控制的系统10的各种构件的操作示例包括,但不局限于加热元件20的启动、由加热元件20传递给填料材料12的热量、跨出口系统40的压力差的施加、由压力差施加于填料材料12上的保持力的数量、加热元件20的感应线圈激励的启动、加热元件20的感应线圈的特定激励机制、非氧化性气体喷射到熔化室26中的启动、喷射到熔化室26中的非氧化性气体的类型、数量和/或压力等等。

[0048] 控制器82的其它示例操作包括,但不局限于监视一个或多个传感器系统10,其确定传递给填料材料12的热量的数量和/或速率,监视一个或多个传感器系统10,其确定填料材料12的温度和/或填料材料12是否已经达到填料材料12的液线温度,监视一个或多个传感器系统10,其确定熔化室26中的压力的数量,监视一个或多个传感器系统10,其确定跨出口系统40的压力差的数量,监视一个或多个传感器系统10,其确定施加于填料材料12上的保持力的数量,监视一个或多个传感器系统10,其确定熔化的填料材料12穿过出口系统40的流速等等。

[0049] 在操作过程中,现在参照图1和图3,填料材料12通过例如开口36而被加载到坩埚22的熔化室26中。如上所述,当填料材料12被加载到熔化室26中时,填料材料12可能是任何状态,并且可具有任何结构、形式、形态、尺寸、形状、数量等等。加热元件20的感应线圈利用电源28来激励,从而加热熔化室26中的填料材料12。一旦足够的热量被传递给填料材料12,填料材料12就熔化,并从而转变成熔化状态。图1和图3显示了熔化的填料材料12。

[0050] 在某些实施例中,熔化填料材料12包括使填料材料12过热至超过填料材料12的液线温度以上的温度,例如有利于确保熔化的填料材料12在冷却和凝固之前流过并完全填充衬底材料14(在图1中未显示)的目标部位18(在图1中未显示)。加热元件20的感应线圈可配置为在熔化的填料材料12施加于衬底材料14上之前,将熔化室26中的熔化的和/或预定温度范围内的填料材料12保持例如预定量的时间。在某些实施例中,系统10配置为用于在大约15分钟内将超合金填料材料12从室温加热至大约1550°C,并且容许等于或大于大约30分钟的停留时间,而不会带来热冲击、机械故障、熔化污染物等等。

[0051] 如上所述,熔化填料材料12可在离衬底材料14的目标部位18远距离 D_r (图1中未显示)处执行。“远距离 D_r ”包括在目标部位18和系统10(例如加热元件20、坩埚22、和坩埚22中的任何熔化的填料材料12)之间的任何距离,其足够大,使得目标部位18不会由于来自系统10的辐射能量而升高到目标部位18的固相线和/或再结晶温度以上。远距离 D_r 可具有尺寸,使得填料材料12的熔化在与衬底材料14的目标部位18的位置相同设施或不同设施中执行。远距离 D_r 可能依赖于例如由加热元件20施加于填料材料12上的能量、能量施加于填料材料12上的时间量、组成衬底材料14的目标部位18的具体物质、由加热元件20辐射出的能量、包含在熔化室26中的任何熔化的填料材料12的数量和/或温度、以及/或者在系统10和目标部位18之间的任何隔离屏障。在某些实施例中,来自系统10的某些辐射能量可将目标部位18加热至目标部位18的固相线和/或再结晶温度以下的温度。在这种实施例中,在下面论述潜在地预加热目标部位18时可考虑这种加热。在2012年4月23日提交的题名为“远程熔化结合方法和远程熔化结合系统(REMOTE MELT JOINING METHODS AND REMOTE MELT JOINING SYSTEMS)”(代理人摘要No.248718)的美国专利申请No.13/453,097中还描述了在离目标部位18的远距离 D_r 处熔化填料材料12的能力

[0052] 如上面简要所述,在传送给衬底材料14的目标部位18之前,填料材料12通过施加

跨出口系统40的压力差 ΔP_1 而保持在熔化室26中。具体地说,开关80和阀门78被促动,以将非氧化性气体84从源74喷射到熔化室26中,使得熔化室26得以被非氧化性气体84的压力 P_1 进行加压。图1显示了利用非氧化性气体84进行加压的熔化室26。

[0053] 非氧化性气体84的压力 P_1 低于环境压力 P_{env} 。环境压力 P_{env} 是衬底材料14和喷嘴46的位置环境的压力。环境压力 P_{env} 可能是任何压力,例如,但不局限于一个大气压,在大约一个大气压至大约两个大气压之间,等等。因为来自源74的非氧化性气体84的压力 P_1 低于环境压力 P_{env} ,所以熔化室26中的气体压力低于环境压力 P_{env} 。利用非氧化性气体84对熔化室26的加压因此提供了跨出口系统40的压力差 ΔP_1 ,其可由方程 $P_1 - P_{env}$ 来给出。当利用方程 $P_1 - P_{env}$ 进行计算时,压力差 ΔP_1 具有负值并且是非氧化性气体84的计示压力。在系统10包括喷嘴46的典型实施例中,压力差 ΔP_1 跨越喷嘴46的出口部段66。

[0054] 压力差 ΔP_1 对填料材料12施加保持力,其将填料材料12保持在熔化室26中。换句话说,压力差 ΔP_1 防止了填料材料12离开出口系统40。在系统10的典型实施例中,通过压力差 ΔP_1 施加于填料材料12上的保持力作用在方向A上。如图1中所示,压力差 ΔP_1 将填料材料12保持在喷嘴46的出口部段66上,使得填料材料12通常填充了出口系统40,并被防止离开喷嘴46。但,在其它实施例、环境、情形、工艺步骤等等中,压力差 ΔP_1 可将填料材料12保持在开口42或出口系统40的另一部段上,使得填料材料12只填充出口系统40的一部分,或者使得在出口系统40中没有填料材料12。在还一些其它实施例、环境、情形、工艺步骤等等中,压力差 ΔP_1 可将已经位于出口系统40中的填料材料12至少部分地抽吸到在出口系统40中的上游。

[0055] 依赖于坩埚22和/或出口系统40的定向(即,至少部分地竖直定向),由压力差 ΔP_1 提供的保持力可能需要克服由于重力作用在填料材料12上而造成的填料材料12的排出压力。换句话说,在坩埚22和/或出口系统40的某些定向中,由压力差 ΔP_1 提供的保持力可能需要与填料材料12的排出压力值相等或更大的值,从而能够将填料材料12保持在熔化室26中。因此,在对填料材料12施加排出压力的实施例中,压力差 ΔP_1 的比值将依赖于排出压力的值。在由于坩埚22和/或出口系统40的定向(例如大致水平定向)而没有对填料材料12施加排出压力的其它实施例中,压力差可能只需要大于(当计算时具有正值)或小于(当计算时具有负值)零,从而提供保持力,其能够将填料材料12保持在熔化室26中。

[0056] 在系统10的典型实施例中,坩埚22和出口系统40经过定向,使得填料材料12在喷嘴46的出口部段66具有作用在方向B上的排出压力。压力差 ΔP_1 施加作用在方向A上的保持力,方向A与方向B相反。由压力差 ΔP_1 施加于填料材料12上的保持力具有与排出压力的绝对值相等或更大的绝对值。当压力差 ΔP_1 经过计算使得压力差 ΔP_1 具有负值时,压力差 ΔP_1 的值等于或小于填料材料12的负的排出压力值。换句话说,在坩埚22的熔化室26中的负的计示压力等于或小于填料材料12的排出压力。

[0057] 非氧化性气体84的压力 P_1 、环境压力 P_{env} 和压力差 ΔP_1 可各具有任何值,其提供具有任何值的保持力,其足以将填料材料12保持在熔化室26中。当利用 $P_1 - P_{env}$ 进行计算时,压力差 ΔP_1 的值的示例包括,但不局限于至少大约-0.1psi,在大约-0.1psi至-2.0psi之间,至少大约-2.0psi,在大约1.0psi至大约5.0psi之间,至少大约5.0psi等等。例如,对于大约15.0psi的环境压力 P_{env} 而言,可选择气体的压力 P_1 为大约13.0psi,其给出了大约-2.0psi的压力差 ΔP_1 。

[0058] 在某些实施例中,在启动填料材料12的加热之前,就启动利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12,或者利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12与填料材料12的加热是同时启动的。在其它实施例中,并不利用压力差 ΔP_1 来保持填料材料12,直至填料材料12的加热已经启动之后。在某些实施例中,一旦填料材料12被加载到熔化室26中就施加压力差 ΔP_1 。

[0059] 在不利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12直至已经启动填料材料12的加热之后的这种实施例中,一旦任何填料材料12已经转变成熔化状态,就可启动利用压力差 ΔP_1 的保持作用,从而将这种熔化的填料材料12保持在熔化室26中。例如,如果在出口系统40中不提供闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置,那么一旦任何填料材料12已经转变成熔化状态就可启动利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12,从而将这种熔化的填料材料12保持在熔化室26中。在出口系统40中提供闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置的实施例中,闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置可能依赖于在施加压力差 ΔP_1 之前将任何熔化的填料材料12保持在熔化室26中,或者一旦任何填料材料12已经转变成熔化状态就可启动压力差 ΔP_1 ,从而补充闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置。此外,当填料材料12以某一尺寸供给熔化室26时,该尺寸小于开口42的尺寸,或者小于保持在开口42中的过滤器或筛网(未显示)开口的尺寸,一旦填料材料12被加载到熔化室26中就可启动压力差 ΔP_1 (除了或备选地利用闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置)。

[0060] 在某些实施例中,并不利用压力差 ΔP_1 来保持填料材料12,直至所有填料材料12已经转变成熔化状态之后。在不并利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12直至所有填料材料12已经转变成熔化状态的这种实施例中,可在出口系统40中提供闸门、塞子、阀门、和/或其它流量调节装置,从而在施加压力差 ΔP_1 之前将熔化的填料材料12保持在熔化室26中。

[0061] 在熔化填料材料12期间利用压力差 ΔP_1 保持填料材料12的实施例中,至少填料材料12的一部分在非氧化环境中熔化,其可有利于防止填料材料12的填装污染(例如氧化)。换句话说,喷射到熔化室26中的非氧化性气体84可有利于防止填料材料12在其熔化期间的填装污染(例如氧化)。

[0062] 在某些实施例中,衬底材料14的目标部位18在熔化的填料材料12传送给它之前经过处理。预处理衬底材料14的目标部位18可在熔化填料材料12之前、同时或之后执行(或其组合)。预处理目标部位18可包括,但不局限于将目标部位18预加热至预热温度,其高于室温但低于目标部位18的固相线和/或再结晶温度,清洗目标部位18(例如表面),在目标部位18挖除至少衬底材料14的一部分等等。

[0063] 清洗衬底材料14的目标部位18可容许在衬底材料14和填料材料12之间相对较高质量的黏结。清洗目标部位18可包括,但不局限于清洗目标部位18以除去氧化物、其它非金属化合物等等。清洗目标部位18可利用任何方法、装置、清洁剂等等来执行,例如,但不局限于酸洗、氢气清洗、氟化物离子清洗等等。

[0064] 在目标部位18挖除至少衬底材料14的一部分可容许更大几何面积、更一致且/或更易接近的目标部位18的修理。此外,挖除可提供目标部位18,其具有任何几何形状和/或非几何形状,从而例如有利于后续添加填料材料12。在目标部位18挖除至少衬底材料14的一部分可利用任何方法装置、工具等等来执行,例如,但不局限于研磨、切割、切削、钻孔、喷砂等等。

[0065] 预加热目标部位18可尤其有助于在熔化的填料材料12施加于目标部位18时防止

熔化的填料材料12的过早冷却和/或凝固,减少存在于目标部位18上和/或其周围的残余应力等等。目标部位18的预加热可通过各种加热方法来实现,例如,但不局限于利用感应线圈、炉、激光和/或任何其它装置,其能够为目标部位18提供能量和/或热量。在某些实施例中,用于熔化坩埚22中的填料材料12的相同的加热元件20还可用于预加热衬底材料14的目标部位18。例如,公共感应线圈(未显示)可在目标部位18和坩埚22之间移动,只要目标部位18在熔化的填料材料12传送给它之前不会升高到目标部位18的固相线和/或再结晶温度以上,而是保持在该温度以下即可。

[0066] 在某些实施例中,衬底材料14的目标部位18的温度通过一个或多个温度传感器(未显示)来监视(例如利用控制器82和/或另一控制系统),例如,但不局限于热电偶、高温计、温度计等等。来自一个或多个温度传感器的反馈可用于控制施加于衬底材料14的目标部位18上的热量和/或能量,从而控制预热温度。例如,这种反馈可用于控制预加热装置的功率数量、在预加热装置和目标部位18之间的距离和/或任何其它变量,其可能影响衬底材料14的目标部位18的温度。

[0067] 一旦需要将熔化的填料材料12开始施加于衬底材料14上时,就使用流量控制机构70通过出口系统40从坩埚22中释放出熔化的填料材料12。例如,在某些实施例中,熔化的填料材料12通过施加跨出口系统40的压力差 ΔP_2 而从坩埚22的熔化室26释放。具体地说,开关80和阀门78被促动,以将非氧化性气体86从源76喷射到熔化室26中,使得熔化室26得以被非氧化性气体86的压力 P_2 进行加压。图3显示了利用非氧化性气体86进行加压的熔化室26。

[0068] 非氧化性气体86的压力 P_2 高于周围压力 P_{env} 。因为来自源76的非氧化性气体86的压力 P_2 高于环境压力 P_{env} ,所以熔化室26中的气体压力高于环境压力 P_{env} 。利用非氧化性气体86对熔化室26的加压因此提供了跨出口系统40的压力差 ΔP_2 ,其可由方程 $P_2 - P_{env}$ 来给出。当利用方程 $P_2 - P_{env}$ 进行计算时,压力差 ΔP_2 具有正值并且是非氧化性气体86的计示压力。在系统10包括喷嘴46的典型实施例中,压力差 ΔP_2 跨越喷嘴46的出口部段66。

[0069] 压力差 ΔP_2 对填料材料12施加弹射力,其将填料材料12从熔化室26中射出来。换句话说,压力差 ΔP_2 通过出口系统40从熔化室26中射出填料材料12。设于出口系统40中的任何闸门、塞子、阀门或其它流量调节装置可被除去和/或打开,从而在施加压力差 ΔP_2 时可使熔化的填料材料12离开出口系统40。在某些实施例中,流量控制机构70配置为用于以连续的熔化流形式从熔化室26中释放出熔化的填料材料12。

[0070] 在系统10的典型实施例中,由压力差 ΔP_2 施加于填料材料12上的弹射力作用在方向B上。依赖于坩埚22和/或出口系统40的定向(即,至少部分地竖直定向),由压力差 ΔP_2 提供的弹射力可补充作用在填料材料12上的重力。换句话说,由压力差 ΔP_2 提供的弹射力可补充填料材料12的排出压力。例如,在系统10的典型实施例中,由压力差 ΔP_2 提供的弹射力作用在与喷嘴46的出口部段66处的排出压力相同的方向B上。

[0071] 非氧化性气体86的压力 P_2 、环境压力 P_{env} 和压力差 ΔP_2 可各具有任何值,其提供具有任何值的弹射力,以便为离开出口系统40的熔化的填料材料12提供任何速率。换句话说,弹射力可经过选择,以便在任何所需的流速下将熔化的填料材料12传送至衬底材料14的目标部位18处。用于射出熔化的填料材料12的整个系统响应时间可能受到在转变至稳态期间的流速的升高速率的限制。

[0072] 当利用 $P_2 - P_{env}$ 进行计算时,压力差 ΔP_2 的值的示例包括,但不局限于至少大约1.0psi,在大约1.0psi至10.0psi之间,至少大约5.0psi,在大约5.0psi至大约15.0psi之间,至少大约15.0psi等等。例如,对于大约15.0psi的环境压力 P_{env} 而言,可选择气体的压力 P_2 为大约30.0psi,其给出了大约15.0psi的压力差 ΔP_2 。

[0073] 图3显示了熔化的填料材料12正通过出口系统40从坩埚22的熔化室26传送给衬底材料14的目标部位18。现在仅仅参照图3,熔化的填料材料12可在远离衬底材料14的目标部位18的任何流动距离 D_f 处离开出口系统40(例如喷嘴46)。熔化的填料材料12可在任何时间长度内传送并施加到衬底材料14的目标部位18上,例如将所需和/或必要数量的熔化的填料材料12施加于目标部位18上所必须的时间长度。例如,将熔化的填料材料12传送和施加于目标部位18上的持续时间可能依赖于,但不局限地依赖于熔化的填料材料12的流速、目标部位18的尺寸等等。熔化的填料材料12至目标部位18的传送和施加可发生在与填料材料12的熔化相同或基本相似的环境。从熔化的填料材料12至一个或多个目标部位18的每次传送所输入的质量和热量可根据需要通过预设加压时间而进行控制,例如,但不局限于大约0.05秒至大约1秒。

[0074] 在某些实施例中,熔化的填料材料12至衬底材料14的目标部位18的传送造成了衬底材料14的局部部分(即,衬底材料14与熔化的填料材料12发生接触的一部分)在目标部位18处发生临时熔化。具体地说,熔化的填料材料12的温度使衬底材料14的局部部分的温度临时升高到衬底材料的局部部分的熔点温度以上,使得当填料材料12和衬底材料14的局部部分冷却时,熔化的填料材料12和衬底材料14的局部部分黏结在一起。在这种实施例中,填料材料12与衬底材料14黏结而成的合成接头可能大于原始间隙。

[0075] 在某些实施例中,出口系统40配置为用于将熔化的填料材料12以连续的熔化流形式(即没有形成离散的微滴或传送之间的其它断续)从坩埚22传送至衬底材料14的目标部位18处。例如,熔化的填料材料12的流动距离 D_f 和流速可进行协调,使得熔化的填料材料12以连续流形式传送至目标部位18。熔化的填料材料12以连续流的传送可能指在没有停止或中断的条件下将熔化的填料材料12连续地施加于目标部位18上。通过以连续流形式(与每次施加之间有中断的多次间隔施加相反)将所有熔化的填料材料12施加于目标部位18上,施加于衬底材料14上的新材料(即,填料材料12)能够提供凝固后的相对较强的机械特性。此外,依赖于所使用的具体填料材料12(例如Renè™142),施加于衬底材料14上的新材料能够提供相对较更强的机械特性,其强于如果在目标部位18处直接熔化填料材料12时能够使用的机械特性。熔化的填料材料12的凝固因此可通过排热到较冷的衬底材料14中而发生。在某些实施例中,系统10配置为用于传送填料材料12的连续的熔化流,其大于大约10cm,大于大约19cm,大约20cm,在大约10cm至大约20cm之间等等。

[0076] 一旦所需数量的填料材料12已经施加于衬底材料14的目标部位18上,就可通过如下方式停止传送熔化的填料材料12至目标部位18上:重新对填料材料12施加压力差 ΔP_2 ;关闭闸门、塞子、阀门、或其它流量调节装置;用完坩埚22中的熔化的填料材料12;和/或移动出口系统40而远离衬底材料14的目标部位18。当需要将填料材料12施加于衬底材料14的另一目标部位(未显示)或另一衬底材料(未显示,例如需要利用填料材料12进行修理和/或上面结合有填料材料12的另一构件)上时,压力差 ΔP_2 和/或闸门、塞子、阀门、或其它流量调节装置可防止填料材料12在出口系统40移动至其它目标部位或其它衬底材料时离开(例

如滴下、流出等等)出口系统40。如上所述,一旦出口系统40定位在其它目标部位或其它衬底材料的目标部位时,就可促动流量控制机构70,以便通过出口系统40从坩埚22中释放出熔化的填料材料12。

[0077] 图4是流程图,其显示了方法300的典型实施例,其用于将填料材料(例如图1和图3中所示的填料材料12)结合到衬底材料(例如图3中所示的衬底材料14)上。方法300可利用例如系统10(图1和图3)来执行。在302处,方法300包括在坩埚(例如图1和图3中所示的坩埚22)的熔化室(例如图1和图3中所示的熔化室26)中熔化填料材料,使得填料材料被完全熔化。在某些实施例中,在302处熔化填料材料包括利用感应加热来熔化填料材料。此外,在某些实施例中,填料材料被过热200°C或更大。在302处熔化填料材料可包括在远离衬底材料的目标部位的远距离处熔化填料材料,使得在302处熔化填料材料时,其可使衬底材料的目标部位保持在目标部位的固相线温度和/或再结晶温度以下。此外,熔化填料材料302可包括对熔化室施加非氧化性气体。

[0078] 在304处,该方法300包括通过跨越坩埚的出口(例如图1和图3中所示的出口系统40)施加第一压力差(例如压力差 ΔP_1)而将填料材料保持在坩埚的熔化室中。在304处保持填料材料防止了填料材料离开坩埚的出口(利用第一压力差)。在某些实施例中,利用第一压力差将填料材料保持在坩埚的熔化室中,其包括在304a处为熔化室中提供低于环境压力的气体压力。此外,在某些实施例中,利用第一压力差将填料材料保持在熔化室中,其包括在熔化室中提供负的计示压力,其等于或小于(在绝对值方面)坩埚的出口处的填料材料的排出压力。

[0079] 在306处,该方法300包括通过施加跨坩埚的出口的第二压力差(例如压力差 ΔP_2)而从坩埚的熔化室中释放出熔化的填料材料,从而将熔化的填料材料传送至衬底材料的目标部位。第二压力差具有与第一压力差不同的值和方向。通过施加第二压力差释放填料元件306,其包括通过出口从熔化室中射出填料材料。从坩埚的熔化室中释放填料材料包括在熔化室中提供高于环境压力的气体压力。在某些实施例中,从坩埚的熔化室中释放填料材料包括在306a处为熔化室中提供等于或大于大约5psi的正的计示压力。此外,在某些实施例中,释放熔化的填料材料306包括如上所述以连续的熔化流形式将填料材料传送至衬底材料的目标部位。释放熔化填料材料306可包括补充作用在填料材料上的重力。

[0080] 该方法300可包括在308处利用熔化的填料材料于目标部位修理衬底材料,在310处利用熔化的填料材料将衬底材料于目标部位结合到另一构件上。

[0081] 再次参照图1和图3,在某些实施例中,系统10是:(1)对于在至少大约15分钟内从室温快速加热到至少大约1550°C是抗热冲击的;(2)能够在至少大约30分钟内将填料材料12保持在至少大约1550°C;(3)当暴露于至少大约1550°C的填料材料12下至少大约30分钟时是化学惰性的;(4)能够以连续的熔化流形式不中断地传送至少大约10cm的填料材料12(例如高达大约20cm);(5)能够在低于大约50°C温度损失的条件下传送熔化的填料材料12的流;(6)能够在低于大约10°C温度损失的条件下传送熔化的填料材料12的流;(7)能够传送连续的熔化射流(即,熔化的填料材料12的流),其具有在大约15cm至大约25cm之间的长度,并且在低于大约10°C的温度损失的条件下,在大约5psi至大约15psi之间的压力差下移动,并且/或者(8)能够连续地和/或一致地传送熔化的填料材料12的流。

[0082] 其应该注意的是,各种实施例可以硬件、软件或其组合的形式来实现。各种实施例

和/或构件,例如模块或构件和里面的控制器也可作为一个或多个计算机或处理器的一部分来实现。计算机或处理器可包括计算装置、输入装置、显示单元和接口,例如用于访问国际互联网的接口。计算机或处理器可包括微处理器。微处理器可连接在通信总线上。计算机或处理器还可包括存储器。存储器可包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。计算机或处理器还可包括存储装置,其可能是硬盘驱动器或可移除的存储驱动器,例如固态驱动器、光学驱动器等。存储装置还可能是用于将计算机程序或其它指令加载到计算机或处理器中的其它相似的装置。

[0083] 这里使用的词语“计算机”、“控制器”和“模块”均可包括任何基于处理器或基于微处理器的系统,其包括利用微型控制器的系统、精简指令集计算机(RISC)、专用集成电路(ASIC)、逻辑电路、GPU、FPGA和能够执行这里所述功能的任何其它电路或处理器。上面的示例只是示例性的,并因而不意图以任何方式限制词语“模块”或“计算机”的定义和/或涵义。

[0084] 计算机、模块或处理器执行储存在一个或多个存储元件中的指令集,从而处理输入数据。存储元件还可根据需要或需求而储存数据或其它信息。存储元件在处理机中可采用信息源或物理存储元件的形式。

[0085] 指令集可包括各种命令,其指导计算机、模块或处理器作为处理机来执行特定的操作,例如这里所述和/或所示的各种实施例的方法和工艺。指令集可采用软件程序的形式。软件可采用各种形式,例如系统软件或施加软件,并且其可由有形的非临时的计算机可读介质来体现。此外,软件可采用独立程序或模块的集合、更大程序中的程序模块或程序模块的一部分的形式。软件还可包括采用面向对象编程形式的模块化程序设计。处理机对输入数据的处理可响应操作员的命令,或响应之前处理的结果,或响应由另一处理机做出的请求。

[0086] 如这里所用术语“软件”和“固件”是可互换的,并包括储存在存储器中以便计算机执行的任何计算机程序,包括RAM存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器、非易失性RAM(NVRM)存储器。上面存储器类型只是示例性,因而不是对于可用于存储计算机程序的存储器类型做出限制。各种实施例的单独构件可通过云计算环境进行虚拟化和寄居,从而例如容许计算功率的动态分配,而无需用户关心计算机系统的位置、配置和/或具体硬件。

[0087] 应该懂得,上面的描述倾向于是说明性的,而非限制性的。例如,上述实施例(和/或其方面)可彼此组合使用。另外,在不脱离本发明的范围内还可制成许多改型,使特殊的情形或材料适应各种实施例公开的传授知识。这里所述的尺寸、材料和/或物质的类型、各种构件的定向、以及各种构件的数量和位置意图限定某些实施例的参数,而决非是限制性的,并且仅仅是典型的实施例。当审阅上面的说明书时,在权利要求的精神和范围内许多其它实施例和改型对于本领域中的技术人员将是清晰明了的。因此这里所述和/或所示的各种实施例的范围将参照附属权利要求,以及这种权利要求所声明的等效条款的全部范围来确定。在附属权利要求中,词语“包括”和“其中”用作相对应的词语“包含”和“此处”的通俗易懂的英语等效词汇。此外,在以下权利要求中,词语“第一”、“第二”和“第三”等等仅仅用作标记,并不意图对其目标物强加数字要求。此外,以下权利要求的限制没有按照装置-加-功能的格式来书写,并不意图基于35U.S.C. §112,第六段落进行理解,除非这种权利要求的限制明确地使用后随功能声明而缺乏进一步结构的词语“用于…的装置”。

[0088] 本书面描述使用示例来公开各种实施例,包括最佳模式,并且还可使本领域中的

技术人员实践这里所述和/或所示的各种实施例,包括制造和利用任何装置或系统,并执行任何所含方法。各种实施例可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域中的技术人员想到的其它示例。如果这些其它示例具有并非不同于权利要求语言的结构元件,或者如果其包括与权利要求语言无实质差异的等效的结构元件,那么这些其它示例都属于权利要求的范围内。

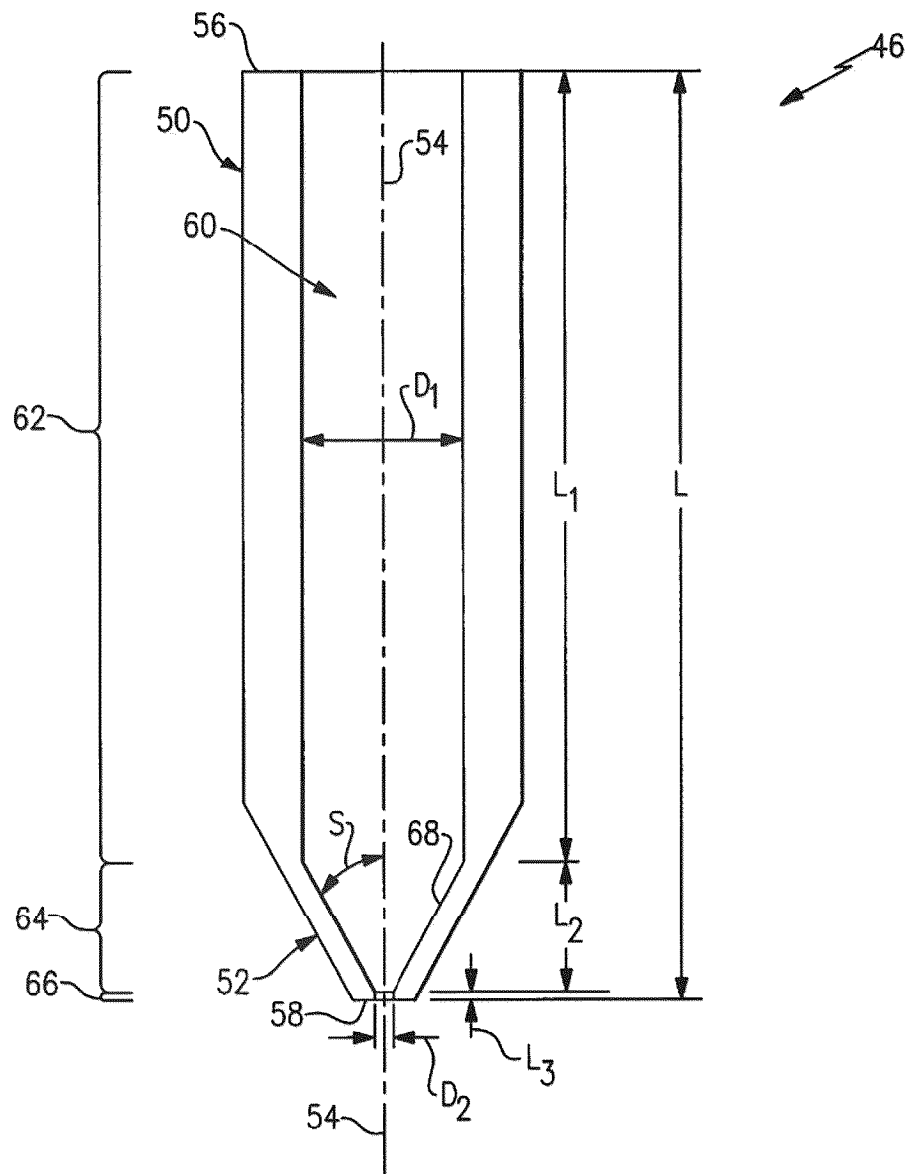


图 2

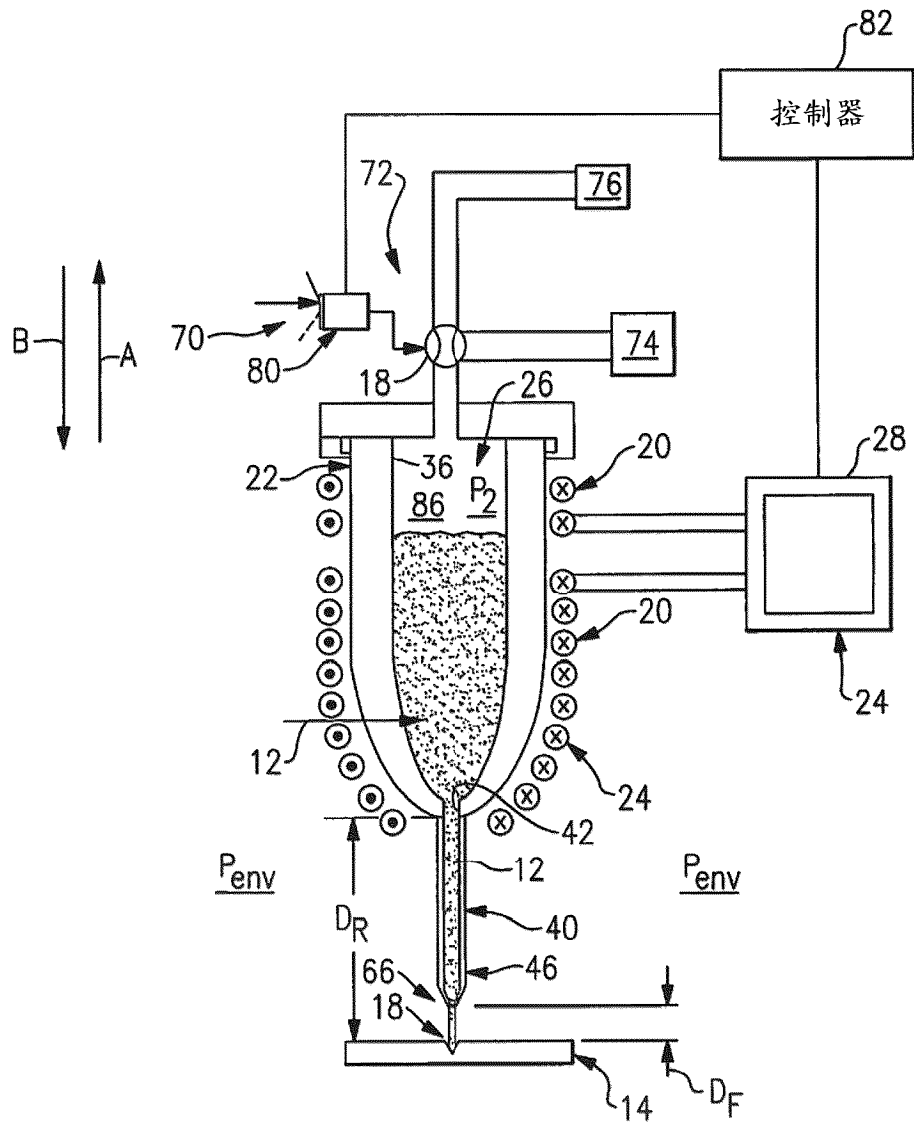


图 3

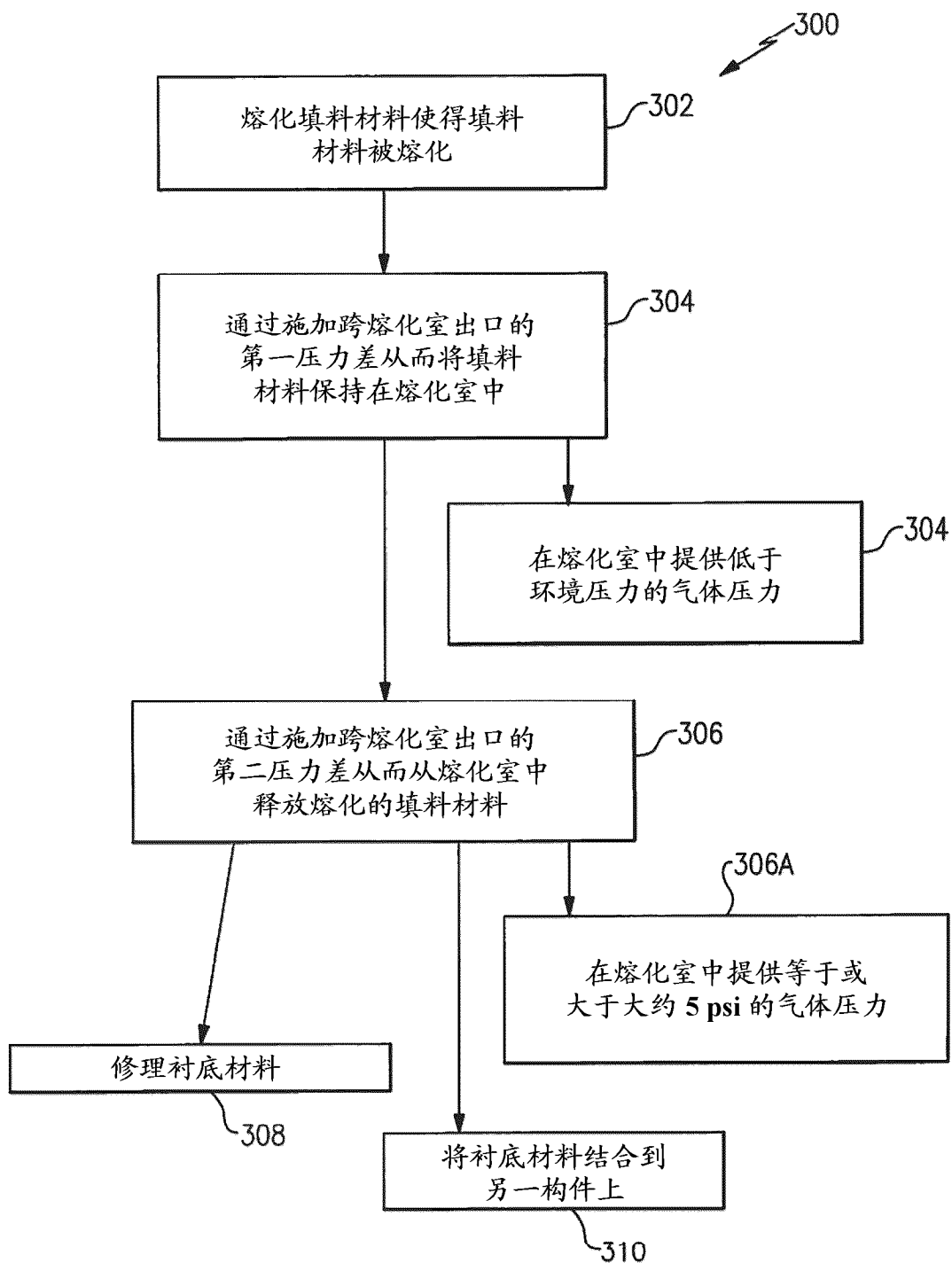


图 4