(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114375235 A
(43)申请公布日 2022.04.19

(21)申请号 202080063307.X
(22)申请日 2020.09.23
(30)优先权数据
16/589,902 2019.10.01 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/052108 2020.09.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/067081 EN 2021.04.08
(71)申请人 通用电气公司
地址 美国纽约州
(72)发明人 K·魏德曼 S·M·普伊多卡斯
(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
代理人 杨贝贝 臧建明
(51)Int.Cl.
B23K 1/008(2006.01)
B23K 33/00(2006.01)
B23K 35/30(2006.01)
B23K 35/32(2006.01)
C21D 9/50(2006.01)

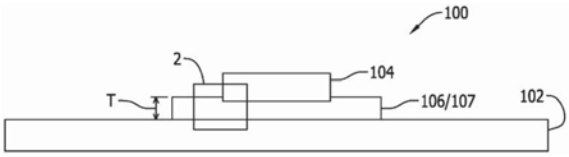
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

加工待钎焊接头的方法、加工钎焊接头的方法和主动钎焊接头

(57)摘要

本发明公开了一种加工接头(100)的方法，包括在真空炉中形成主动钎焊接头(100)，其中主动钎焊接头(100)由通过具有固相线温度和液相线温度的一定体积的接合金属合金(106,107)耦接在一起的至少两个部件(102,104)形成，其中将接合金属合金(106,107)加热到高于真空炉中的液相线温度的第一温度。该方法还包括将主动钎焊接头(100)冷却至低于固相线温度的第二温度，并且在真空炉内将第二温度保持预定持续时间以在一定体积的接合金属合金(106,107)内形成至少一个偏析结晶区域，该至少一个偏析结晶区域被配置为增加由接合金属合金(106,107)形成的、在至少两个部件(102,104)之间的一层钎焊金属的液相线温度。



CN 114375235 A

1.一种加工接头的方法,所述方法包括:

在真空炉中形成主动钎焊接头,其中所述主动钎焊接头由通过具有固相线温度和液相线温度的一定体积的接合金属合金耦接在一起的至少两个部件形成,其中将所述接合金属合金加热到高于所述真空炉中的所述液相线温度的第一温度;

将所述主动钎焊接头冷却至低于所述固相线温度的第二温度;以及

在所述真空炉内将所述第二温度保持预定持续时间以在所述一定体积的接合金属合金内形成至少一个偏析结晶区域,其中所述至少一个偏析结晶区域被配置为增加由所述接合金属合金形成的、在所述至少两个部件之间的一层钎焊金属的所述液相线温度。

2.根据权利要求1所述的方法,还包括对所述主动钎焊接头执行多个加热和冷却循环,其中每个加热和冷却循环包括:

将所述主动钎焊接头加热到低于所述固相线温度的第三温度;以及

从所述第三温度冷却所述主动钎焊接头。

3.根据权利要求2所述的方法,其中执行每个加热和冷却循环包括:

在设定为低于所述固相线温度的温度的所述真空炉中加热所述主动钎焊接头,持续时间限定在约20分钟和约120分钟之间的范围内;以及

在少于约10分钟的持续时间内将所述主动钎焊接头冷却至环境温度。

4.根据权利要求1所述的方法,其中形成主动钎焊接头包括由包含银、铜、铟和至少一种活性元素的接合金属合金形成所述主动钎焊接头。

5.根据权利要求4所述的钎焊接头,其中形成所述主动钎焊接头包括由接合金属合金形成所述主动钎焊接头,所述接合金属合金包含含有钛、铪、锆或铌的所述至少一种活性元素。

6.根据权利要求4所述的方法,其中形成所述主动钎焊接头包括由接合金属合金形成所述主动钎焊接头,所述接合金属合金包含按重量计限定在约55%和约65%之间的范围内的银、按重量计限定在约20%和约30%之间的范围内的铜、按重量计限定在约5%和约30%之间的的范围内的铟,以及按重量计小于约10%的所述至少一种活性元素。

7.一种加工钎焊接头的方法,所述方法包括:

将主动钎焊接头加热到一定温度,其中所述主动钎焊接头由通过具有固相线温度和液相线温度的一定体积的接合金属合金耦接在一起的至少两个部件形成,其中将所述主动钎焊接头加热到低于所述固相线温度的所述温度;

从所述温度冷却所述主动钎焊接头,从而限定加热和冷却循环;以及

对所述主动钎焊接头执行多个加热和冷却循环以在所述一定体积的所述接合金属合金内形成至少一个偏析结晶区域,其中所述至少一个偏析结晶区域被配置为增加由所述接合金属合金形成的、在所述至少两个部件之间的一层钎焊金属的所述液相线温度。

8.根据权利要求7所述的方法,还包括由包含银、铜、铟和至少一种活性元素的接合金属合金形成所述主动钎焊接头。

9.根据权利要求8所述的方法,其中形成所述主动钎焊接头包括由接合金属合金形成所述主动钎焊接头,所述接合金属合金包含含有钛、铪、锆或铌的所述至少一种活性元素。

10.根据权利要求8所述的方法,其中形成所述主动钎焊接头包括由接合金属合金形成所述主动钎焊接头,所述接合金属合金包含按重量计限定在约55%和约65%之间的范围内

的银、按重量计限定在约20％和约30％之间的范围内的铜、按重量计限定在约5％和约30％之间的范围内的铟，以及按重量计小于约10％的钛。

11.根据权利要求7所述的方法，其中加热所述主动钎焊接头包括在设定为低于所述固相线温度的真空炉中加热所述主动钎焊接头，加热所述主动钎焊接头的持续时间限定在约20分钟和约120分钟之间的范围内。

12.根据权利要求7所述的方法，其中冷却所述主动钎焊接头包括在少于约5分钟的持续时间内将所述主动钎焊接头冷却至环境温度。

13.根据权利要求12所述的方法，其中执行多个加热和冷却循环包括在将所述主动钎焊接头冷却至所述环境温度的一分钟内重新加热所述主动钎焊接头。

14.根据权利要求7所述的方法，其中冷却所述主动钎焊接头包括在约2.5小时的持续时间内将所述主动钎焊接头冷却至环境温度。

15.一种主动钎焊接头，包括：

第一部件；

第二部件；和

耦接在所述第一部件与所述第二部件之间的一层钎焊金属，其中所述钎焊金属包含多种元素，所述多种元素各自具有限定所述钎焊金属的整体组成的重量百分比，并且其中所述一层钎焊金属包括至少一个偏析结晶区域，所述元素中的至少一种元素在所述至少一个区域中的重量百分比大于在所述整体组成中的重量百分比。

16.根据权利要求15所述的主动钎焊接头，其中所述第一部件由陶瓷材料或包括镍基超合金材料的金属材料中的一种制成，并且所述第二部件由陶瓷材料制成。

17.根据权利要求15所述的主动钎焊接头，其中所述钎焊金属包含银、铜、铟和至少一种活性元素。

18.根据权利要求17所述的主动钎焊接头，其中所述至少一种活性元素包括钛、铪、锆或铌。

19.根据权利要求15所述的主动钎焊接头，其中银或铜中的至少一种在所述至少一个区域中的重量百分比大于在所述整体组成中的重量百分比。

20.根据权利要求15所述的主动钎焊接头，其中所述至少一个偏析结晶区域包括第一偏析结晶区域和第二偏析结晶区域，所述第一区域不同于所述第二区域。

加工待钎焊接头的方法、加工钎焊接头的方法和主动钎焊接头

背景技术

[0001] 本公开大体上涉及活性钎焊，并且更具体地涉及一种处理主动钎焊接头以增加其工作温度能力的方法。

[0002] 活性钎焊是可以用于接合陶瓷和金属元件或将陶瓷元件彼此接合的方法。用于形成主动钎焊接头的合金在至少一些方面与其它已知的钎焊合金一致。具体地，例如，基于银、金或铜的活性钎焊合金通常含有一定含量的“活性”元素(例如，钛)，其使这些元素能够在高真空下与陶瓷表面反应以形成反应层。反应层在陶瓷元件与熔融钎焊合金之间延伸，以充当陶瓷元件与钎焊合金之间的连接。然而，活性钎焊合金通常以相对较低的熔点温度表征。因此，低熔点可能不利地限制在高温环境中使用主动钎焊接头，例如在燃气涡轮应用中的热气路径中。

发明内容

[0003] 在一个方面，提供了一种加工接头的方法。该方法包括在真空炉中形成主动钎焊接头，其中主动钎焊接头由通过具有固相线温度和液相线温度的一定体积的接合金属合金耦接在一起的至少两个部件形成，其中将接合金属合金加热到高于真空炉中的液相线温度的第一温度。该方法还包括将主动钎焊接头冷却至低于固相线温度的第二温度，并且在真空炉内将第二温度保持预定持续时间以在一定体积的接合金属合金内形成至少一个偏析结晶区域，该至少一个偏析结晶区域被配置为增加由接合金属合金形成的、在至少两个部件之间的一层钎焊金属的液相线温度。

[0004] 在另一方面，提供了一种加工钎焊接头的方法。该方法包括将主动钎焊接头加热到一定温度，其中主动钎焊接头由通过具有固相线温度和液相线温度的一定体积的接合金属合金耦接在一起的至少两个部件形成，其中将主动钎焊接头加热到低于固相线温度的温度。该方法还包括将主动钎焊接头从该温度冷却，从而限定加热和冷却循环，并且对主动钎焊接头执行多个加热和冷却循环，以在一定体积的接合金属合金内形成至少一个偏析结晶区域，其中该至少一个偏析结晶区域被配置为增加由接合金属合金形成的、在至少两个部件之间的一层钎焊金属的液相线温度。

[0005] 在又另一方面，提供了一种主动钎焊接头。该主动钎焊接头包括第一部件、第二部件和耦接在第一部件与第二部件之间的一层钎焊金属。该钎焊金属包含各自具有限定钎焊金属的整体组成的重量百分比的多种元素。该一层钎焊金属包括至少一个偏析结晶区域，并且至少一种元素在该至少一个区域中的重量百分比大于在整体组成中的重量百分比。

附图说明

[0006] 图1是示例性主动钎焊接头的侧视图图示。

[0007] 图2是图1中区域2中概述的主动钎焊接头的一部分的放大横截面图。

[0008] 图3是图2中区域3中概述的主动钎焊接头的一部分的放大横截面图。

[0009] 图4是示出加工接头的示例性方法的流程图。

具体实施方式

[0010] 本文描述的实施方案涉及加工主动钎焊接头以增加其工作温度能力的方法。本文所述的方法包括通过加热在两个部件之间的接合金属合金到高于合金的液相线温度的第一温度来在真空炉中形成主动钎焊接头。在预定停留时间(通常在约10分钟和约30分钟之间)之后,然后将钎焊接头冷却至低于合金的固相线温度但高于室温的第二温度。真空炉内的温度保持在第二温度下预定持续时间。据信,不受任何特定理论的束缚,将真空炉保持在升高的第二温度达预定持续时间有助于在合金体积内引发扩散现象。扩散现象有利于在合金体积内产生偏析结晶区域。偏析结晶区域包括合金中所含的单个元素的浓度增加。例如,在该过程之后,发现与预处理状态下的接合金属合金相比,两个部件之间的由接合金属合金形成的一层钎焊金属的液相线温度升高。因此,由此产生的主动钎焊接头可用于具有更高最高工作温度的环境中。

[0011] 除非另外指示,否则如本文所使用的近似语言,诸如“大体地”、“基本上”和“约”指示如本领域普通技术人员将认识到的,如此修饰的术语可以仅适用于近似程度,而不是绝对或完美程度。因此,由一个或多个术语(诸如“约”、“大约”和“基本上”)修饰的值不限于指定的精确值。在至少一些情况下,近似语言可以对应于用于测量值的仪器的精度。除此之外,除非另外指示,否则术语“第一”、“第二”等在本文中仅用作标记,并且不旨在对这些术语所涉及的项目施加顺序、位置或分级要求。此外,例如,对“第二”项目的引用不要求或排除存在例如“第一”或较低编号的项目或者“第三”或更高编号的项目。如本文所用,术语“上游”是指旋转机器的前端或入口端,并且术语“下游”是指旋转机器的下游端或排出口端。

[0012] 图1是示例性主动钎焊接头100的侧视图图示。在示例性实施方案中,主动钎焊接头100包括第一部件102、第二部件104和接合金属合金的体积106。第一部件102和第二部件104可以由实现如本文所述的主动钎焊接头100的任何材料制成。在一个实施方案中,第一部件102由陶瓷材料或金属材料制成,并且第二部件104由陶瓷材料制成。例如,金属材料可以是但不限于仅镍基超合金材料。因此,在一个实施方案中,第一部件102是燃气涡轮发动机的热气体路径部件,诸如旋转部件或静止部件,并且第二部件104是用于监测燃气涡轮发动机内的工艺条件的传感器。

[0013] 在根据本文所述的方法处理之前,接合金属合金定位在第一部件102与第二部件104之间。在其预处理状态下,接合金属合金的体积106可以具有在约50微米和约200微米之间的范围内限定的厚度T,并且呈钎焊箔的形式。接合金属合金被定位成将第一部件102接合到第二部件104。接合金属合金可以包括使得主动钎焊接头100能够如本文所述起作用的元素的任何组合。例如,在一个实施方案中,接合金属合金包括但不限于仅包含银、铜、铟和至少一个活性元素。示例性活性元素包括但不限于钛、铪、锆和/或铌。因此,在示例性实施方案中,接合金属合金包含按重量计限定在约55%和约65%之间的范围内的银,按重量计限定在约20%和约30%之间的范围内的铜,按重量计限定在约5%和约30%之间的范围内的铟,以及按重量计小于约10%的钛。

[0014] 图2是图1中示出的主动钎焊接头100的一部分的放大横截面图,图3是图2所示的主动钎焊接头100的一部分的放大横截面图。在示例性实施方案中,接合金属合金的体积

106包括各自具有限定接合金属合金的整体组成的重量百分比的多种元素。通过根据下面更详细描述的方法加工主动钎焊接头100，由接合金属合金的体积106形成的一层钎焊金属107包括至少一个偏析结晶区域108。接合金属合金的至少一种元素的重量百分比在至少一个区域108中大于在整体组成中的重量百分比。据信，不受任何特定理论的束缚，本文所述的热处理工艺方法促进了体积106内的相(元素)的分离，其中至少一个单独的相，或每个单独的相，具有比作为一个整体的接合金属合金更高的熔点。因此，在主动钎焊接头100上执行本文所述的热处理工艺有助于提高钎焊金属的工作温度。

[0015] 参考图3，至少一个区域108包括，例如，至少第一区域110、第二区域112和第三区域114，它们是彼此不同的偏析结晶。在示例性实施方案中，第一区域110具有比第二区域112、第三区域114和接合金属合金的整体组成更大重量百分比的第一元素(例如，银)。同样，第二区域112具有比第一区域110、第三区域114和接合金属合金的整体组成更大重量百分比的第二元素(例如铜)，并且第三区域114具有比第一区域110、第二区域112和接合金属合金的整体组成更大重量百分比的第三元素(例如钛)。在一些实施方案中，第一元素、第二元素和第三元素是每个区域110、112和114中的主要元素，因为每个相应元素具有比每个相应区域110、112和114中包括的任何其他元素更大的重量百分比。每个相应区域110、112和114中的主要元素可以构成每个区域110、112和114的组成的按重量计小于约50％、大于约25％、大于约50％或大于约75％。

[0016] 图4是示出加工接头的示例性方法200的流程图。在示例性实施方案中，方法200包括在真空炉中形成202钎焊接头，诸如主动钎焊接头100(图1所示)。如上所述，钎焊接头的接合金属合金具有固相线温度和液相线温度。在形成202期间，接合金属合金在炉中被加热到高于液相线温度的第一温度，以促进第一部件102和第二部件104(均在图1中示出)彼此接合。在第一部件102和第二部件104接合在一起之后，可以进行热处理工艺。

[0017] 例如，方法200还包括将钎焊接头冷却204至低于接合金属合金的固相线温度的第二温度，以及在真空炉内将第二温度保持206预定持续时间。据信，在真空炉内将接合金属合金保持在第二温度有助于引发接合金属合金内的相分离。第二温度可以高于处于预处理状态的接合金属合金的固相线温度的约90％、高于约95％或高于约98％。第二温度保持206约20分钟和120分钟之间的预定持续时间。然后可以再次冷却和加热真空炉和钎焊接头以限定加热和冷却循环。在一个实施方案中，方法200还包括在钎焊接头上执行208多个加热和冷却循环。

[0018] 在示例性实施方案中，每个加热和冷却循环包括将钎焊接头加热到低于固相线温度的第三温度，并且从第三温度冷却钎焊接头。第三温度可以等于、高于或低于第二温度。循环中的加热步骤包括在设定为低于固相线温度的温度，诸如第三温度的真空炉中加热钎焊接头，持续时间限定在约20分钟和约30分钟之间的范围内。循环中的冷却步骤包括在加热持续时间过去之后，在少于约10分钟或少于约5分钟的持续时间内将钎焊接头冷却至环境温度。例如，通过将压缩空气流引向钎焊接头可以加速钎焊接头的冷却。然后可以通过将真空炉设置到在将钎焊接头冷却至环境温度的一分钟内的温度下来启动下一个加热和冷却循环的加热步骤。因此，相信热循环会加速和增强接合金属合金内的相分离。在替代实施方案中，循环中的冷却步骤包括在加热持续时间过去之后，在大约2.5小时的持续时间内将钎焊接头冷却至环境温度。

[0019] 如本文所用，“环境温度”是指具有约15摄氏度的下限和约30摄氏度的上限的温度范围。

[0020] 可以在钎焊接头上执行208任何数量的加热和冷却循环，这使得方法200能够如本文所述那样起作用。例如，钎焊接头的热处理工艺可以包括执行预定数量的加热和冷却循环，诸如至少2个加热和冷却循环，至少3个加热和冷却循环，或至少7个加热和冷却循环。

[0021] 在完成预定数量的加热和冷却循环之后，钎焊接头可经受无损检测程序和/或安装在组件内，例如安装在燃气涡轮发动机的热气路径内。无损检测用于验证第一部件102和第二部件104之间的结合的覆盖率，从而验证其强度。示例性无损检测技术包括但不限于超声波检测。在一些实施方案中，燃气涡轮发动机的热气体路径内的温度可以高达预定温度，诸如约600摄氏度。在示例性实施方案中，根据方法200加工的钎焊接头被配置成在温度大于预定温度的环境内工作。例如，根据方法200加工的钎焊接头具有大于预定温度的液相线温度。

[0022] 本文描述的实施方案涉及主动钎焊接头和其加工方法。本文所述的方法有助于提高在主动钎焊接头中使用的接合金属合金的液体温度。例如，加工步骤有助于形成具有一定体积的接合金属合金的偏析结晶区域，每个区域由合金的单个元素的浓度增加形成。单个元素的液相线温度可能高于整个合金的液相线温度。因此，有助于提高主动钎焊接头的工作温度。

[0023] 以上描述仅旨在作为示例性的，并且本领域的技术人员将认识到，在不脱离所公开的本发明的范围的情况下，可对所描述的实施方案进行改变。例如，本文所述的工艺步骤可例如在持续时间、温度或循环之间的时间方面被修改。鉴于对本公开的综述，落入本发明的范围内的其他修改对于本领域的技术人员而言将是显而易见的，并且此类修改旨在落入所附权利要求书内。

[0024] 上面详细描述了主动钎焊接头及其处理方法的示例性实施方案。方法不限于本文描述的具体实施方案，而是方法的步骤可以独立地并且与本文描述的其他步骤分开利用。例如，本文所述的方法不限于仅用如本文所述的气体涡轮引擎的热气体路径中使用的接头来实践。而是，示例性实施方案可以结合许多其他应用来实施和使用。

[0025] 尽管本发明的各种实施方案的具体特征可能在一些附图中示出而在其他附图中未示出，但这仅是为了方便。此外，在以上描述中对“一个实施方案”的引用不旨在被解释为排除也包含所述特征的附加实施方案的存在。根据本发明的原理，可以结合任何其他附图的任何特征来引用和/或要求保护附图的任何特征。

[0026] 虽然已根据各种具体实施方案描述了本发明，但本领域的技术人员将认识到，可在权利要求书的实质和范围内通过修改来实践本发明。

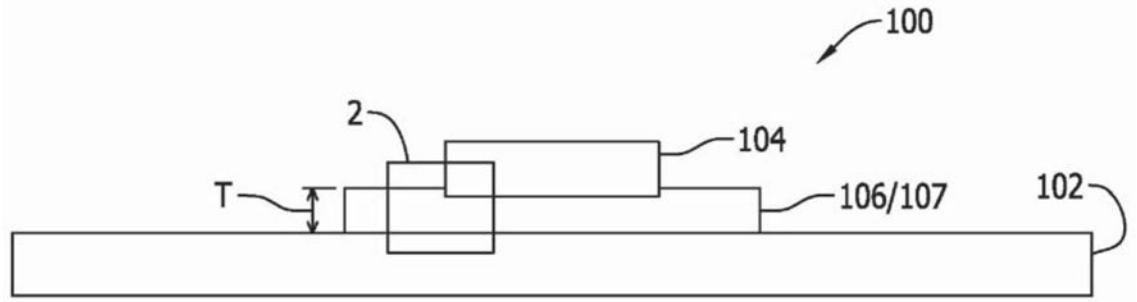


图1

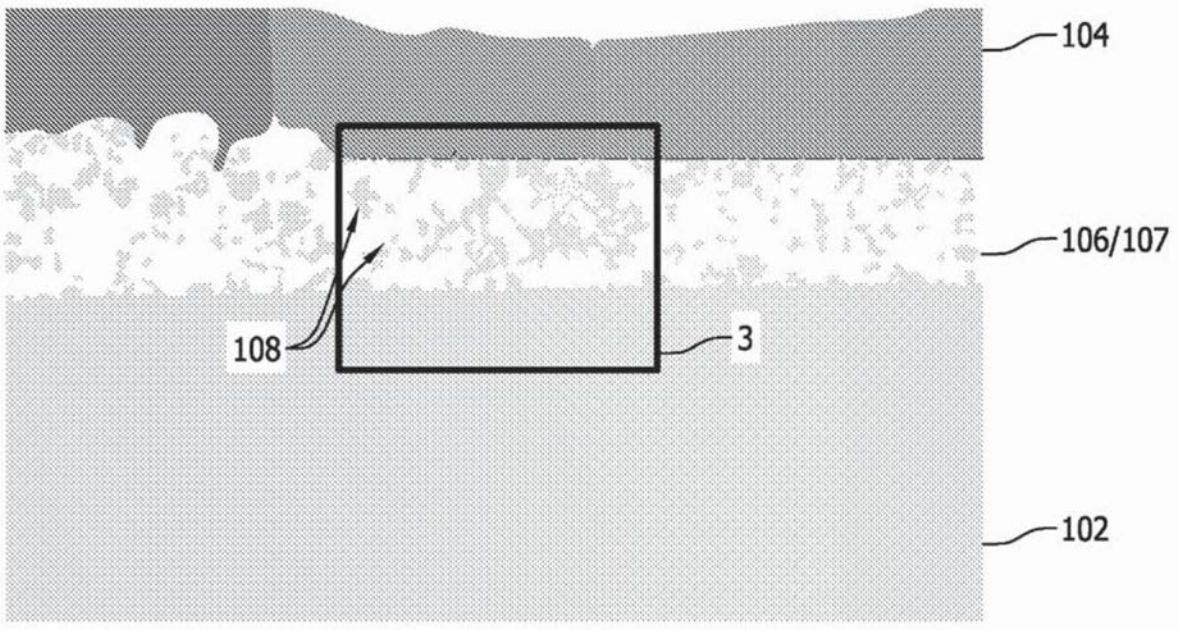


图2

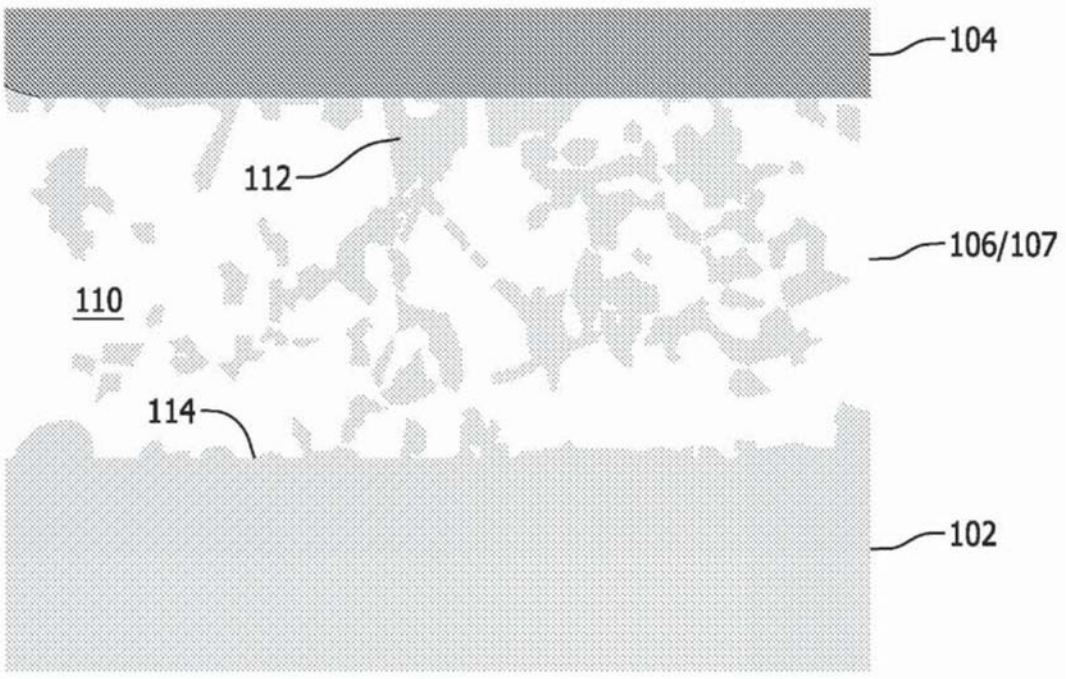


图3

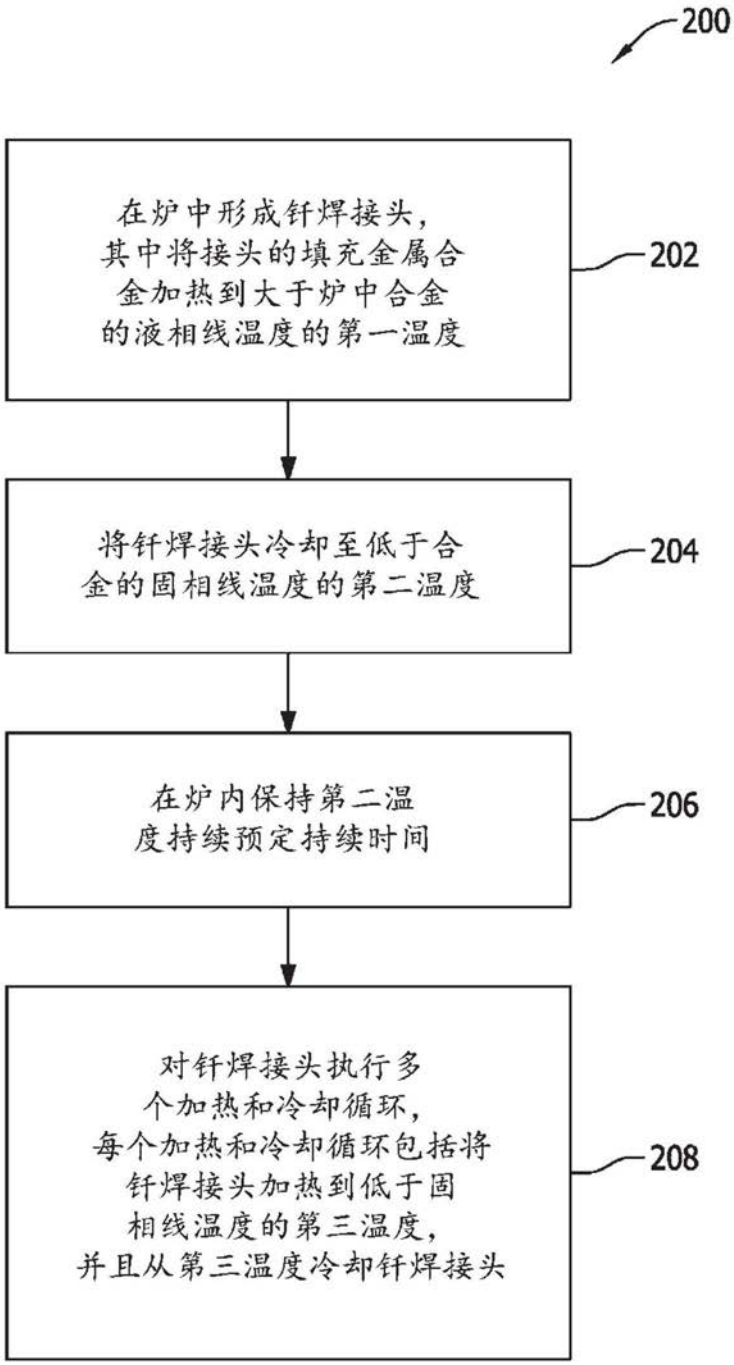

200
在炉中形成钎焊接头，其中将接头的填充金属合金加热到大于炉中合金的液相线温度的第一温度
202
将钎焊接头冷却至低于合金的固相线温度的第二温度
204
在炉内保持第二温度持续预定持续时间
206
对钎焊接头执行多个加热和冷却循环，每个加热和冷却循环包括将钎焊接头加热到低于固相线温度的第三温度，并且从第三温度冷却钎焊接头
208

图4