



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112135705 B

(45) 授权公告日 2022.06.14

(21) 申请号 201880091916.9

(22) 申请日 2018.03.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112135705 A

(43) 申请公布日 2020.12.25

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/024523 2018.03.27

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/190475 EN 2019.10.03

(73) 专利权人 西门子能源美国公司
地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 贝恩德·布尔鲍姆
卡齐姆·厄兹巴伊萨尔
艾哈迈德·卡迈勒

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
专利代理师 高岩 姚文杰

(51) Int.Cl.
B23K 26/21 (2014.01)
B23K 26/70 (2014.01)
B22F 3/105 (2006.01)
B22F 7/08 (2006.01)
B33Y 10/00 (2015.01)
B33Y 30/00 (2015.01)

(56) 对比文件
CN 105728728 A, 2016.07.06
CN 106552939 A, 2017.04.05
CN 102922139 A, 2013.02.13
CN 107073648 A, 2017.08.18
CN 104841935 A, 2015.08.19
EP 0562130 A1, 1993.09.29
DE 102008038418 A1, 2009.05.28

审查员 尹伟停

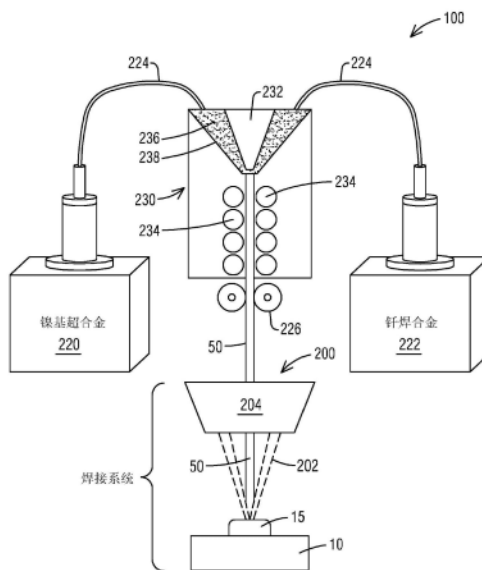
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

通过就地制造并馈送烧结线增材制造或修复的方法和系统

(57) 摘要

提出了一种用于制造烧结线并且将烧结线就地馈送至激光线焊系统的系统。该系统包括连接至粉末馈送系统的压力容器，粉末馈送系统用于将至少两种粉末输送至压力容器的粉末混合区。在该压力容器内经由旋转锥混合至少两种粉末。在混合之后，包含在压力容器内的加热装置加热混合物，使得发生液相烧结并且产生烧结棒。将烧结线连续地馈送至激光金属沉积系统，以用于在基础材料上沉积加材料的层。还提出了一种增材制造或修复超合金部件的方法。



CN 112135705 B

1. 一种用于利用烧结线 (50) 进行激光金属沉积来增材制造和/或修复超合金部件 (10) 的系统 (100), 所述系统包括:

压力容器 (230), 所述压力容器 (230) 连接至粉末馈送系统 (220、222), 所述粉末馈送系统 (220、222) 用于将至少两种不同粉末输送至所述压力容器 (230) 的粉末混合区 (236);

包含在所述压力容器 (230) 内的加热装置 (234), 所述加热装置 (234) 被配置成加热在所述粉末混合区 (236) 中混合的所述至少两种不同粉末的混合物, 使得发生液相烧结, 从而产生所述烧结线 (50);

激光线焊系统 (200), 包括:

激光能量源 (202), 所述激光能量源 (202) 可操作地被配置成将激光能量朝向所述超合金部件 (10) 的基础材料引导, 以用于在所述基础材料上形成熔池并且对沉积到所述熔池中的所述烧结线 (50) 进行激光处理, 以在所述基础材料上形成累加材料的层, 以及

焊接头 (204), 所述焊接头 (204) 用于直接从所述压力容器 (230) 接收所述烧结线,

其中, 所述烧结线 (50) 被从所述压力容器 (230) 连续地馈送至所述激光线焊系统 (200)。

2. 根据权利要求1所述的系统 (100), 其中, 所述累加材料与所述基础材料包括相似或相同的成分。

3. 根据权利要求1所述的系统 (100), 其中, 所述至少两种不同粉末包括包含基础金属粉末的第一粉末以及包含钎焊合金粉末的第二粉末。

4. 根据权利要求3所述的系统 (100), 其中, 所述基础金属粉末是镍基超合金粉末。

5. 根据权利要求4所述的系统 (100), 其中, 所述混合物包括以重量%计60%至100%的所述镍基超合金粉末和以重量%计0%至40%的所述钎焊合金粉末。

6. 根据权利要求4所述的系统 (100), 其中, 所述镍基超合金粉末是CM247、Rene 80、IN738以及IN792之一。

7. 根据权利要求3所述的系统 (100), 其中, 所述钎焊合金粉末包括以下之一的成分: Amdry BRB、Amdry DR-4B、Ni-Cr-Ti、Ni-Cr-Zr-Ti、Ni-Ti-Zr、Ni-Cr-Hf-Zr、Ni-Cr-Ti-Hf以及Ni-Cr-Hf-Zr-Ti。

8. 根据权利要求1所述的系统 (100), 其中, 所述系统还包括至少两个辊 (226), 所述辊 (226) 用于从所述压力容器 (230) 接收热的所述烧结线 (50), 并且用于将所述烧结线 (50) 连续地馈送至所述激光线焊系统 (200)。

9. 根据权利要求3所述的系统 (100), 其中, 经由所述激光线焊系统在所沉积的累加材料的层 (15) 的顶部上构建相继层。

10. 根据权利要求9所述的系统 (100), 其中, 所沉积的累加材料的层的所述第一粉末与所述第二粉末的第一比例不同于所述相继层的所述第一粉末与所述第二粉末的第二比例。

通过就地制造并馈送烧结线增材制造或修复的方法和系统

技术领域

[0001] 本公开内容总体涉及材料技术的领域,并且更具体地涉及利用就地制造的烧结线的增材制造和激光金属沉积过程。

背景技术

[0002] 由于超合金被优化以实现高强度(和对应的低延展性),因此超合金的焊接修复存在各种技术挑战。诸如激光和电弧的热源被应用于构建增材制造的部分或修复受损的超合金部件。用于增材制造或修复的一种类型的过程是激光金属沉积(LMD)过程。LMD过程利用沉积到熔池中的粉末材料来形成累加材料的层(也称为堆积层)。不幸的是,由于在喷射过程期间存在材料量的损失(例如,沉积物不能进入熔池以进行处理),因此使用粉末材料的LMD过程不是有效的。另外,由于粉末材料的无约束的性质,因此在LMD过程期间,可能常会产生最终与粉末材料一起沉积的污染物。因此,仍然需要一种更有效的LMD过程,该LMD过程至少会减少LMD过程期间的任何材料的损失,并且减少或消除与传统粉末沉积相关的任何污染。

发明内容

[0003] 简言之,本公开内容的方面涉及用于经由利用烧结线的激光金属沉积来增材制造和/或修复超合金部件的系统以及增材制造和/或修复超合金部件的方法。

[0004] 第一方面提供了一种用于经由利用烧结线的激光金属沉积来增材制造和/或修复超合金部件的系统。该系统包括连接至粉末馈送系统的压力容器,粉末馈送系统用于将至少两种粉末输送至压力容器的粉末混合区。在压力容器中经由旋转锥混合至少两种粉末。在混合之后,包含在压力容器内的加热装置加热混合物,使得发生液相烧结并且产生烧结线。将烧结线连续地馈送至激光线焊系统,以用于在基础材料上沉积累加材料的层。

[0005] 第二方面提供了一种增材制造和/或修复超合金部件的方法。该方法包括以下步骤:在压力容器中通过加热过程烧结至少两种不同粉末,使得产生烧结线。将烧结线连续地就地馈送至激光线焊系统的焊接头。激光金属沉积系统将来自激光线焊系统的激光束朝向超合金部件的基础材料引导,激光束在超合金部件的基础材料上形成熔池,将烧结线沉积到熔池中,从而在基础材料上形成累加材料的层。

[0006] 第三方面提供了一种制造用于就地馈送至激光线焊系统的烧结线的方法。为了制造烧结线,将至少两种粉末馈送至压力容器的粉末混合区中,其中,至少两种粉末在该粉末混合区中混合。然后,通过加热装置加热混合物,使得发生液相烧结,从而产生烧结线。然后,可以将烧结线连续地就地馈送至用于激光金属沉积过程的激光焊接头。

附图说明

[0007] 图1示出了用于经由激光金属沉积来增材制造和/或修复超合金部件的系统的示意图,以及

[0008] 图2示出了制造烧结线并将烧结线就地馈送至激光线焊系统的方法的框图,以及
[0009] 图3示出了根据本文提供的公开内容的增材制造和/或修复过程的框图。

具体实施方式

[0010] 为了便于理解本公开内容的实施方式、原理和特征,下文将参照说明性实施方式中的实现来解释它们。然而,本公开内容的实施方式不限于在所描述的系统或方法中使用。

[0011] 下文中描述为组成各种实施方式的部件和材料旨在是说明性的而非限制性的。将与本文所述的材料执行相同或类似功能的许多合适的材料和部件旨在包含在本公开内容的实施方式的范围内。

[0012] 现在参照仅出于说明本文主题的实施方式的(而不是出于限制本文主题的实施方式的目的)示出的附图,图1说明了用于制造将就地馈送至激光线焊系统200的烧结线50的系统100。

[0013] 系统100可以包括可操作地连接至一个或更多个粉末馈送系统220、222的压力容器230。粉末馈送系统220、222被配置成将至少两种粉末输送至压力容器230。在图1所示的实施方式中,示出了两个粉末馈送系统220、222,然而,本领域技术人员应理解,可以向系统添加更多个粉末馈送系统。粉末可以被馈送到压力容器230的粉末混合区236中。粉末混合区236可以包括具有旋转锥232的器皿238。在粉末混合区236中,可以使用旋转锥232混合粉末,以形成粉末的混合物。

[0014] 粉末馈送系统220、222可以各自包括要经由相应馈送管线224输送至压力容器230的粉末混合区236的粉末。粉末可以包括包含基础金属粉末的第一粉末和包含钎焊合金粉末的第二粉末。基础金属粉末可以对应于要被激光焊接的部件10的基础材料成分。在实施方式中,基础金属粉末包括镍基超合金粉末。钎焊合金粉末可以包括钎焊材料,该钎焊材料包括比基础金属粉末的熔化温度低的熔化温度。

[0015] 在实施方式中,粉末的混合物可以包括60%至100%(以重量%计)范围内的基础金属粉末与0%至40%(以重量%计)范围内的钎焊合金粉末的比例。在实施方式中,钎焊合金粉末可以包括用于镍基超合金或钴基超合金的钎焊合金粉末,例如Amdry BRB或Amdry DF-4B。钎焊合金粉末还可以包含选自下列合金的粉末成分: Ni-Cr-Ti、Ni-Cr-Zr-Ti、Ni-Ti-Zr、Ni-Cr-Hf-Zr、Ni-Cr-Ti-Hf和Ni-Cr-Hf-Zr-Ti。

[0016] 如图1所示,压力容器230可以包括布置在压力容器230内的加热装置234,以便执行烧结过程。加热装置234可以包括感应加热系统、炉或感应加热系统和炉两者的组合,加热装置234可以进行操作以产生高达或超过钎焊合金粉末的熔化温度(例如1000°C至1250°C范围内的温度)的热。应该理解,取决于所选择的钎焊合金粉末和基础金属粉末的熔化温度,可以使用能够产生比上述范围更低或更高的温度的加热装置。

[0017] 在实施方式中,加热装置234将混合物加热至钎焊合金粉末开始熔化的温度。应当注意,加热系统的加热温度将低于基础金属粉末的熔化温度,使得仅钎焊合金粉末熔化。在熔化时,钎焊合金粉末接触剩余的基础金属粉末,润湿该粉末,使得所有剩余的粉末由于熔化的钎焊材料而烧结在一起。因此,发生液相烧结。在实施方式中,烧结的材料可以在压力容器230内成形为烧结线50。然后,烧结线50可以经由布置在压力容器230的外部的多个辊226而被连续地馈送至激光线焊系统200中。

[0018] 系统100可以包括常规的激光线焊系统200,该激光线焊系统用于经由激光能量源202将激光能量施加至待焊接的部件10的基础材料,并且用于将烧结线50沉积到由激光能量产生的基础材料的熔池中,以形成用于制造或修复期望的部件10的累加材料的层。在实施方式中,部件10可以是镍基超合金部件,例如燃气涡轮叶片或轮叶。激光能量源202可以可操作地配置成从其朝向基础材料引导或发射激光能量,以用于熔化基础材料的部分以形成熔池。

[0019] 在实施方式中,激光线焊系统200包括用于直接从压力容器230接收热的烧结线50的焊接头204。压力容器230可以连续地加热至少两种粉末以烧结线,从而使得烧结线50能够连续地就地馈送至激光线焊系统200的焊接头204。在实施方式中,焊接头204可以可操作地连接至激光能量源202。

[0020] 在沉积时,激光能量处理/熔化累加/堆积材料,这些材料随后会固化以形成用于形成期望的部分或部件的累加材料的层15。可以经由激光金属沉积过程在沉积的层的顶部上构建相继层,以形成期望的部分或部件。在实施方式中,基础金属粉末与钎焊金属粉末的比例可以是逐层不同的,即,第一层中的基础金属粉末与钎焊金属粉末的比例可以不同于相继层中的基础金属粉末与钎焊金属粉末的比例。以这种方式,例如,可以用钎焊金属粉末与基础金属粉末的比例较高的材料填充裂缝,并且在用于部件例如涡轮叶片的材料中需要更大强度的情况下,较高层可以具有较高的基础金属粉末与钎焊金属粉末的比例。在实施方式中,例如,用于填充裂缝的累加材料可以具有80重量%的基础金属粉末与20重量%的钎焊合金粉末的比率,而较高层中的累加材料可以具有90重量%的基础金属粉末与10重量%的钎焊合金粉末的比率。

[0021] 在继续参照图1的情况下,现在参照图2,提供了制造用于就地馈送至激光线焊系统200的烧结线的过程300的实施方式。用于制造烧结线的系统部件已经在前面描述过了。组装系统部件可以包括提供至少两个粉末馈送系统220、222,每个粉末馈送系统包含不同的粉末合金。将各粉末合金经由馈送管线224从其相应粉末馈送系统220、222馈送310到压力容器230内的器皿238的混合区236。在器皿238中通过旋转锥232完成混合320。然后,将至少两种粉末的混合物馈送至压力容器230内的加热装置234中。

[0022] 在压力容器230内,提供加热装置234以对混合物执行烧结过程330。在烧结过程330中,混合物被加热至刚好达到或稍微高于钎焊合金粉末的熔点的高温。在加热期间,钎焊材料熔化,但基础金属粉末不熔化,使得发生液相烧结,并且产生烧结线50。此时,当烧结线50仍然是热的,例如是400°C至1000°C时,线50可以被连续地就地馈送340至用于激光金属沉积过程的焊接头204。可替代地,烧结线50在处于较冷的温度时可以被馈送至用于激光金属沉积的焊接头204。

[0023] 现在参照图3,提供了用于增材制造或修复超合金部件的方法400的实施方式。针对该实施方式,将超合金部件10的基础材料或基底提供至用于修复过程和/或增材制造过程的焊接位置。在该位置处,如上所述,至少两种不同的粉末可以被该位置处的加热装置234烧结410,从而形成烧结线50。该“热的”烧结线50可以被连续地馈送420至激光线焊系统200的焊接头204。在实施方式中,烧结线50在焊接位置处制造之后直接用于增材制造过程或修复过程。

[0024] 可以理解,在修复部件10的实施方式中,该方法可以包括以下步骤:从工业机器移

除部件10,以及通过例如挖掘部件的任何受损部分来准备部件10以用于焊接过程。

[0025] 增材制造过程或修复过程400可以包括将来自激光金属沉积系统200的激光束202朝向超合金部件10的基础材料引导430。激光能量在部件10的基础材料上产生熔池。在该步骤中,由焊接头204承载的烧结线50的端部可以定位在基础材料的熔池内。当烧结线50的端部与激光束202接触时,钎焊合金材料熔化,使得熔化的钎焊材料流入焊池,并且在冷却时熔化的钎焊材料固化以在基础材料10上产生增材层15。

[0026] 为了沿着部件10的长度产生层15,可以将部件相对于激光金属沉积系统200移动,使得累加材料的层可以根据需要布置在基底上。可以理解,可以重复激光处理和沉积步骤以在层15上形成相继层,直到获得期望部件的形状或几何结构。在实施方式中,由于熔化的钎焊材料可以例如借助于毛细力流入裂缝中,因此可以利用该方法实现部件的结构修复。

[0027] 用于经由激光金属沉积来增材制造和/或修复超合金部件的所公开的系统使得能够利用——在沉积增材层的同时在焊接位置处连续制造的——热的烧结线在基础材料上构建增材层。因此,热的烧结线在制造之后被直接焊接。这样,烧结线可以由脆性材料制造,并且由于线在加热条件下的更具延展性的材料特性而可以直接被焊接。另外,所公开的烧结线与激光金属沉积过程的使用减少了用于超合金材料的结构修复的粉末颗粒和合金所常见的污染,这是因为烧结线一旦被处理,就会提供与下面部件的基础材料的化学成分相同或接近相同的化学成分。

[0028] 虽然已经以示例性形式公开了本公开内容的实施方式,但是对于本领域技术人员来说明显的是,在不脱离如所附权利要求中阐述的本发明及其等同物的精神和范围的情况下,可以对其进行许多修改、添加和删除。

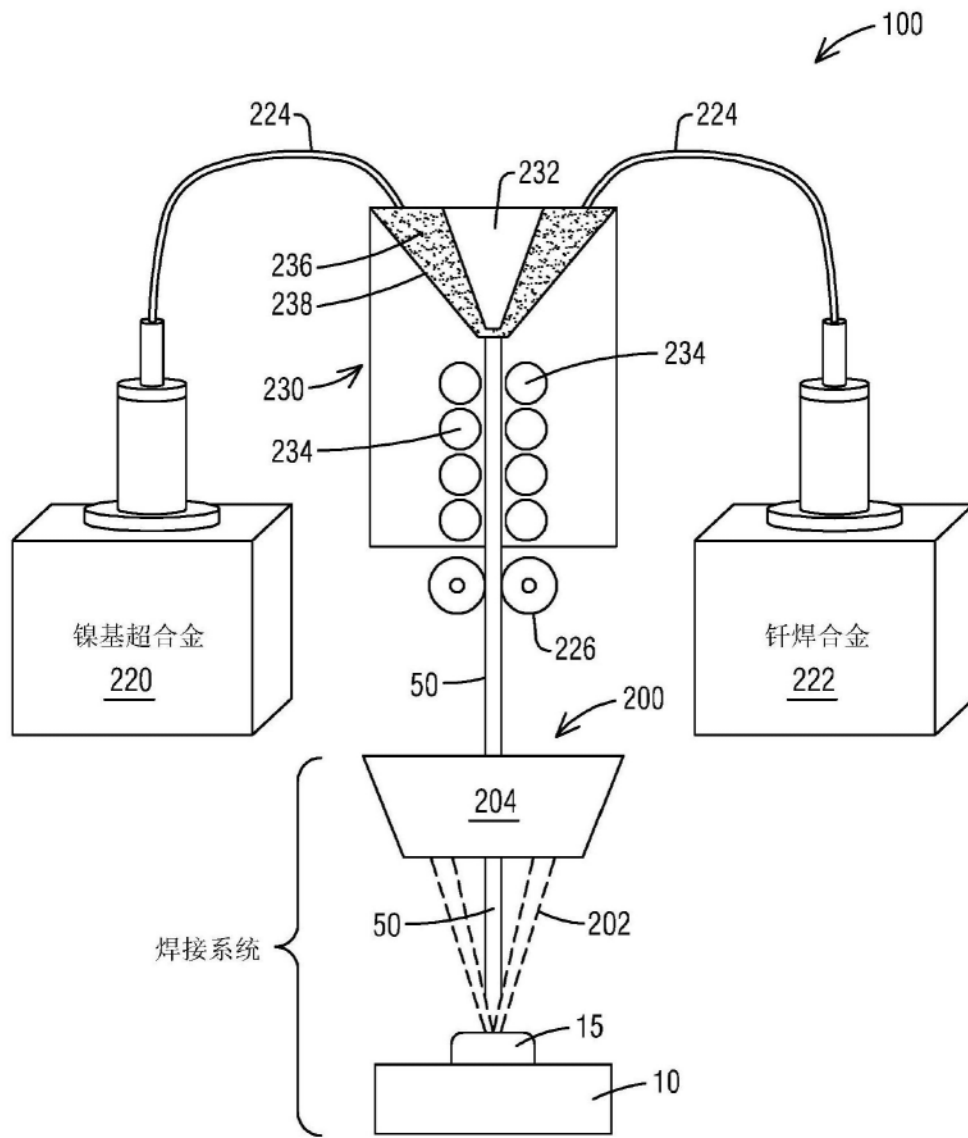


图1

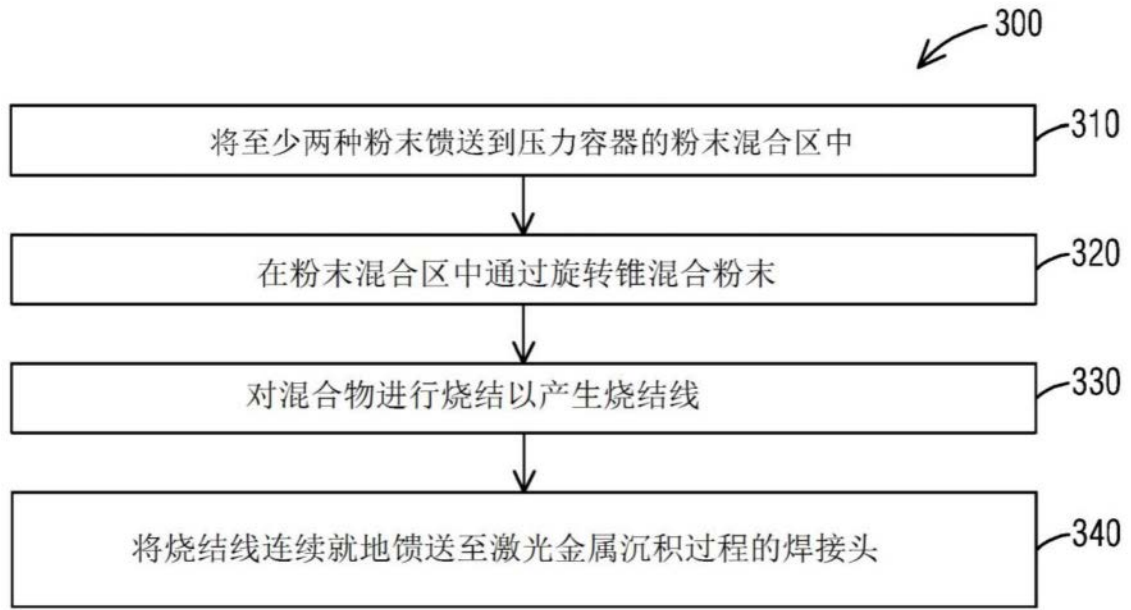


图2

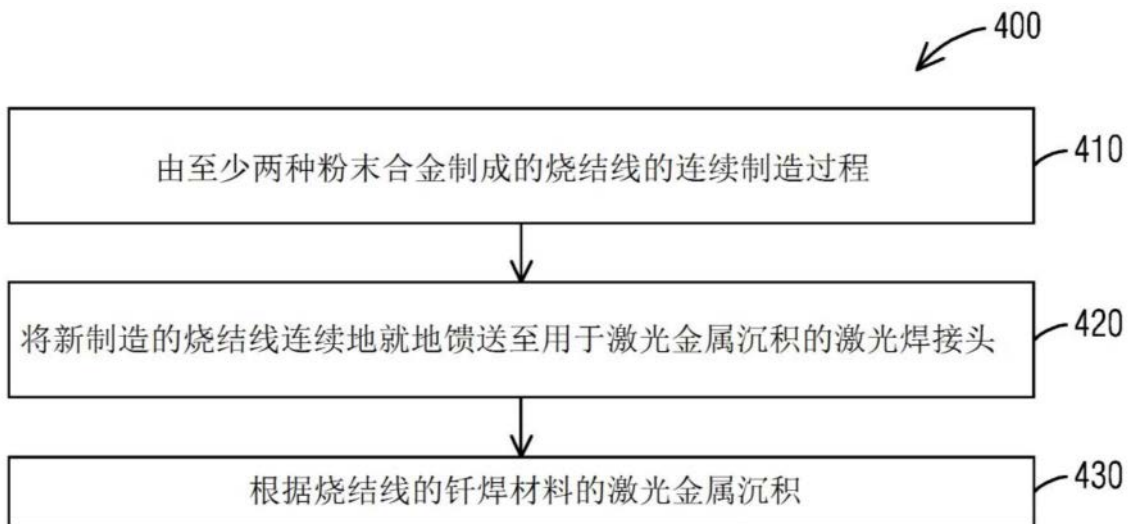


图3