



### (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103422049 B

(45)授权公告日 2017.09.08

(21)申请号 201310179108.7

(22)申请日 2013.05.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103422049 A

(43)申请公布日 2013.12.04

(30) 优先权数据

13/471617 2012.05.15 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 林德超 J.G.奥贝尔恩 D.V.巴茨  
S.C.科蒂林加姆 崔岩

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 肖日松 谭祐祥

(51) Int.Cl.

C23C 4/12(2016.01)

B23P 6/00(2006.01)

(56)对比文件

US 6417477 B1, 2002.07.09,

CN 1865485 A, 2006.11.22.

CN 101284341 A, 2008.10.15,

US 2010236067 A1, 2010.09.23,

S.Frangini et al..A study on the effect of a dynamic contact force control for improving electrospray coating properties.《Surface & Coatings Technology》.2010,第204卷(第16-17期),第2613-2623页.

审查员 王慧萍

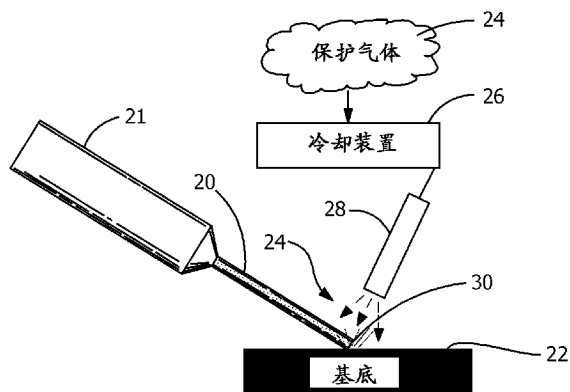
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

# 用于修理燃气涡轮的电火花沉积方法和系统

(57)摘要

一种用于修理燃气涡轮的电火花沉积方法和系统。一种用于修理金属基底的系统和方法包括电火花装置和被可移除地支承在电极保持器中的电极。电火花装置在安置成与金属基底接触时施加材料的覆层。冷却装置用于将保护气体流的温度降低到环境温度以下。导管布置成将保护气体流引导至电极与基底的交界处以冷却基底的接受覆层的区域。



1. 一种修理金属基底的方法,包括:  
提供基底;  
提供电火花沉积装置,所述电火花沉积装置构造成利用可调节的转速保持可消耗的电极;  
提供保护气体;  
冷却所述保护气体,以将所述气体的温度降低到环境温度以下;  
在所述电极与所述基底之间建立连续火花;  
将保护气体流引导到所述电极、所述基底与所述连续火花的交界处;以及  
沉积融合的覆层直至获得期望的覆层厚度;  
其中所述的保护气体流冷却所述电极和所述基底。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括连续操作电火花沉积涂覆工艺直至基底的表面上施加期望的覆层厚度的步骤。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括调节所述基底相对于所述电极的转速。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述方法还包括调节所述电极相对于所述基底的转速。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括将所述基底可旋转地安装在定位器中。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括重复沉积融合的覆层的前一步骤直至获得期望的覆层厚度。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括在所述基底与在所述基底的表面上的融合覆层之间形成冶金结合。
8. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,旋转电极包括适合于与所述基底形成冶金结合的电极材料。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,冷却所述保护气体的步骤还包括将所述保护气体导入冷却装置中。
10. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,沉积融合覆层的步骤还包括邻近在所述基底上的硬焊接合部利用所述ESD沉积装置沉积融合覆层而不热损伤所述硬焊接合部。
11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基底是燃料气体喷嘴。
12. 一种用于修理金属基底的系统,包括:  
电火花装置和被可移除地支承在电极保持器中的电极;所述电火花装置构造成当安置成与金属基底接触时施加材料的覆层;以及  
用于将保护气体流的温度降低到环境温度以下的冷却装置;  
导管,其布置成将保护气体流引导到电极与基底的交界处;  
其中所述的保护气体流冷却所述电极和所述基底。
13. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述交界位于电极与基底的接触点处,在接触点处产生电火花。
14. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述电极在所施加的力矩下被固定在喷嘴末端上,以在电极与基底之间建立连续火花,从而修复基底的表面。

15. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述基底安装在具有转速调节的可旋转定位器中。

16. 根据权利要求15所述的系统,其特征在于,所述电极的转速是可调节的。

17. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述基底包括燃料喷嘴末端。

18. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所述电极和基底由经过导管行进的保护气体冷却。

19. 根据权利要求18所述的系统,其特征在于,所述电极和基底在电极周围的区域在电火花沉积期间的温度低于200°F。

20. 根据权利要求12所述的系统,其特征在于,所施加的覆层的厚度在从2密尔至10密尔的范围內。

## 用于修理燃气涡轮的电火花沉积方法和系统

### 技术领域

[0001] 本申请大体上涉及燃气涡轮构件的修理。本申请更具体地涉及使用电火花沉积方法来修理燃气涡轮主燃料喷嘴。

### 背景技术

[0002] 燃气涡轮发动机包括用以将燃烧燃料递送到燃烧器构件的燃料喷嘴。在长时间使用的过程中,燃料喷嘴可例如在喷嘴末端的边缘周围经历劣化。当前没有可用的有效方法来修理制造在喷嘴末端与喷嘴的本体之间具有硬焊接合部的主燃料喷嘴。任何用以通过传统熔焊来建立金属层的方法都存在硬焊接合部可被焊接工艺所施加的热损伤的风险。此外,焊接工艺所诱发的变形对于诸如主燃料喷嘴之类的涡轮构件所需的公差来说是不能接受的。为了避免与熔焊相关的风险,必须使用具有低热输入的工艺。激光熔覆对于将喷嘴末端恢复到正确尺寸来说温度可足够低,但难以利用激光熔覆技术来将金属沉积在喷嘴的边缘上。

[0003] 已知电火花沉积(ESD)工艺具有很低的热输入。ESD将所储存的能量传送到可消耗的电极,例如碳化物(W、Ti、Cr等)、不锈钢、铝和其它电极组分。电极末端上的温度可在约5000°C至约10,000°C的范围内。电极材料被电离并传送到基底表面,从而与基底产生合金并在融合的电极-基底交界处产生沉积物。沉积层冶金地结合在融合的基底和电极材料上。

[0004] ESD用于燃气涡轮构件的表面修理。ESD工艺必须克服的一个挑战是例如在燃料喷嘴中的电极和局部基底的过热,其中焊接或ESD技术所导致的局部加热可危害硬焊接合部。需要一种局部冷却方法,其在不使电极和局部基底过热的情况下在燃料喷嘴上提供ESD。

[0005] 所公开的系统 and/或方法的预期优点满足了这些需求中的一个或多个或提供了其它有利特征。其它特征和优点将从本说明书而变得显而易见。所公开的教导扩展到落入权利要求的范围内的那些实施例,不论它们是否实现前述需求中的一个或多个。

### 发明内容

[0006] 本公开的一个实施例涉及一种修理金属基底的方法,该方法包括以下步骤:提供基底;提供具有可消耗的电极的电火花沉积装置;提供保护气体;冷却保护气体以将气体的温度冷却到环境温度以下;在电极与基底之间建立连续火花;将保护气体流引导到电极、基底与火花的交界处;以及沉积融合的覆层直至获得期望的覆层厚度。

[0007] 另一实施例涉及一种用于修理金属基底的系统,该系统包括电火花装置和被可移除地支承在电极保持器中的电极。电火花装置在安置成与金属基底接触时施加材料的覆层。冷却装置用于将保护气体流的温度降低到环境温度以下。导管布置成将保护气体流引导到电极与基底的交界处以冷却基底的接受覆层的区域。

[0008] 本公开描述了一种用于修理主燃料气体喷嘴末端的方法,该方法具有不会危害附近的硬焊接合部的很低的热输入。ESD工艺中的当前技术仅使用保护气体来冷却电极以防止氧化。在本公开中,冷却后的保护氩气或氮气施加至电极和基底的与电极接触的表面两

者。

[0009] 另一个优点在于所公开的ESD工艺可按需连续操作以沉积所需的覆层厚度。

[0010] 又一个优点是电极和基底的低温,因为在电极上所测得的温度低于200°F。

[0011] 又一个优点是提供在2与10密尔之间的覆层厚度的能力,其足以修复一些气体喷嘴。而且,如果需要的话,可沉积较厚的ESD覆层。

[0012] 根据一实施例,一种修理金属基底的方法,包括:提供基底;提供电火花沉积装置,电火花沉积装置构造成利用可调节的转速保持可消耗的电极;提供保护气体;冷却保护气体,以将气体的温度降低到环境温度以下;在电极与基底之间建立连续火花;将保护气体流引导到电极、基底与连续火花的交界处;以及沉积融合的覆层直至获得期望的覆层厚度。

[0013] 根据一实施例,方法还包括连续操作电火花沉积涂覆工艺直至在基底的表面上施加期望的覆层厚度的步骤。

[0014] 根据一实施例,方法还包括调节基底相对于电极的转速。

[0015] 根据一实施例,方法还包括调节电极相对于基底的转速。

[0016] 根据一实施例,方法还包括将基底可旋转地安装在定位器中。

[0017] 根据一实施例,方法还包括重复沉积融合的覆层的前一步骤直至获得期望的覆层厚度。

[0018] 根据一实施例,方法还包括在基底与在基底的表面上的融合覆层之间形成冶金结合。

[0019] 根据一实施例,旋转电极包括适合于与基底形成冶金结合的电极材料。

[0020] 根据一实施例,冷却保护气体的步骤还包括将保护气体导入冷却装置中。

[0021] 根据一实施例,沉积融合覆层的步骤还包括邻近在基底上的硬焊接合部利用ESD沉积装置沉积融合覆层而不热损伤硬焊接合部。

[0022] 根据一实施例,基底是燃料气体喷嘴。

[0023] 根据一实施例,一种用于修理金属基底的系统,包括:电火花装置和被可移除地支承在电极保持器中的电极;电火花装置构造成当安置成与金属基底接触时施加材料的覆层;以及用于将保护气体流的温度降低到环境温度以下的冷却装置;导管,其布置成将保护气体流引导到电极与基底的交界处。

[0024] 根据一实施例,交界位于电极与基底的接触点处,在接触点处产生电火花。

[0025] 根据一实施例,电极在所施加的力矩下被固定在喷嘴末端上,以在电极与基底之间建立连续火花,从而修复基底表面。

[0026] 根据一实施例,基底安装在具有转速调节的可旋转定位器中。

[0027] 根据一实施例,电极的转速是可调节的。

[0028] 根据一实施例,基底包括燃料喷嘴末端。

[0029] 根据一实施例,电极和基底由行进通过导管的保护气体冷却。

[0030] 根据一实施例,电极和基底在电极周围的区域在电火花沉积期间的温度低于200°F。

[0031] 根据一实施例,所施加的覆层的厚度在从约2密尔至约10密尔的范围。

[0032] 备选示例性实施例涉及如可在权利要求中大体叙述的其它特征和特征的组合。

## 附图说明

- [0033] 图1示出了用于燃气涡轮发动机的示例性燃料喷嘴。
- [0034] 图2示出了在燃料喷嘴末端与燃料喷嘴的本体之间的硬焊接合部的局部截面图。
- [0035] 图3示出了用于ESD和基底的示例性冷却设备。
- [0036] 图4示出了示例性的修理好的喷嘴末端的放大截面图。
- [0037] 图5示出了根据本发明的方法的流程图。

## 具体实施方式

[0038] 参照图1和图2,燃料喷嘴10包括与喷嘴本体16流体连通的喷嘴末端12和通过其中的燃料气流14。喷嘴末端12通过硬焊接合部18(图2)连接到喷嘴本体16上。

[0039] 接下来参照图3,示出了电火花沉积(ESD)工艺。ESD提供了电极材料的适于修理例如燃料喷嘴末端12(图1)的基底的厚度。电火花装置21支承并驱动可消耗的电极20。电极20安置成与金属基底22接触,该金属基底22在此示例中示意性地代表喷嘴末端12。电极20由适合于与基底22形成冶金结合的材料组成。保护气体流24首先被引导到冷却装置26以将保护气体流24的温度降低到环境温度以下。用于例如氩气、氮气或氦气的保护气体的冷却装置对于本领域的技术人员来说是已知的。电极20和工件12的周围基底22由从冷却装置26通过供应导管28的保护气体24冷却。供应导管28将保护气体24的流引导到电极20与基底22的交界处30。

[0040] 气体燃料喷嘴末端12安装在具有转速调节的可旋转的定位器中。ESD电极20利用所施加的力矩固定在喷嘴末端12上,以在电极20与待修理的基底12、22之间建立连续的火花。ESD电极的转速也是可调节的。冷却后的保护气体24接着被供应给电极20与基底12、22的交界处30。保护气体24在电火花的区域内冷却基底12、22表面和电极末端两者。降低的工艺温度允许涂覆过程连续操作直至实现期望的覆层厚度。在一个实施例中,电极末端和电极末端周围的区域在ESD工艺期间的温度可降低至低于200°F。在一个实施例中,施加在2与10密尔之间的范围内的覆层厚度。约2至10密尔的厚度足以修复一些磨损的气体喷嘴。在另一实施例中,如果需要的话,可沉积较厚的ESD覆层。

[0041] 接下来参照图4,修理好的喷嘴末端12的放大截面示出了在ESD覆层34与喷嘴末端12之间的熔接交界处36。利用上述ESD涂覆工艺来修理喷嘴末端12。硬焊接合部18在ESD涂覆工艺之后未受损伤。

[0042] 接下来参照图5,提供了流程图以描述本公开的方法。在步骤100,该方法通过将ESD电极安置成与喷嘴末端接触而开始。在步骤102,该方法继续冷却保护气体流以降低气体的温度。接下来,在步骤104,将气体燃料喷嘴末端安装在具有转速调节的可旋转定位器中。在步骤106,该方法继续在ESD电极与喷嘴末端的基底之间建立连续火花。接下来,在步骤108,该方法通过使冷却后的保护气体通过供应导管以将保护气体流引导到在电极与基底的交界处而继续进行。最后,在步骤110,该方法通过操作ESD涂覆工艺直至在喷嘴末端的表面上施加期望的覆层厚度而继续。

[0043] 应当理解的是,本申请并不限于在以下说明中阐述或在附图中示出的细节或方法。还应当理解的是,文中采用的措辞和术语仅出于说明的目的而不应当被视为限制。

[0044] 重要的是注意如在各种示例性实施例中所示的ESD系统的结构和布置仅为说明性的。尽管已在此公开中详细描述了仅少数实施例,但在查阅此公开的读者将易于了解的是,在不实质地脱离在权利要求中叙述的主题的新颖教导和优点的情况下,许多修改是可能的(例如,各种元件的尺寸、规格、结构、形状和比例、参数的值、安装布置、材料的使用、颜色、取向等的变化)。例如,被示出为一体地形成的元件可由多个部件或元件构成,元件的位置可反向或以其它方式变化,并且单独的元件或位置的性质或数量可更改或变化。因此,所有此类改型意图被包括在本申请的范围。任何工艺或方法步骤的次序或顺序均可根据备选实施例改变或重新排序。在权利要求中,任何装置加功能句子意图涵盖文中描述为履行所叙述的功能的结构,并且不仅涵盖结构等效物,而且涵盖等效结构。也可以在示例性实施例的设计、操作条件和布置中做出其它替代、修改、变更和省略而不脱离本申请的范围。

[0045] 应当注意的是,尽管本文的附图可显示方法步骤的指定次序,但要理解这些步骤的次序可与所示出的次序不同。而且,可同时或部分同时执行两个或更多步骤。这种变型将取决于所选择的软件和硬件系统并取决于设计者选择。要理解,所有此类变型都在本申请的范围。同样,软件实施方案可利用具有基于规则的逻辑和其它逻辑的标准编程技术来完成,以完成各种连接步骤、处理步骤、比较步骤和决定步骤。

[0046] 尽管图中所示和本文中所述的示例性实施例目前是优选的,但应该理解的是,这些实施例仅通过示例的方式提供。因此,本申请并不限于特定实施例,而是扩展到仍然落入所附权利要求的范围内的各种改型。任何工艺或方法步骤的次序或顺序均可以根据备选实施例改变或重新排序。

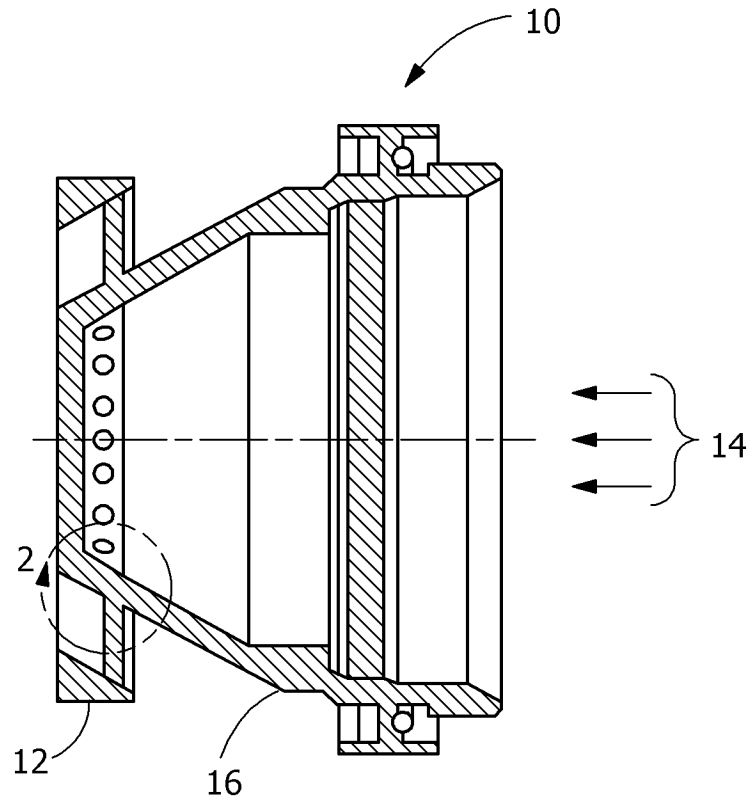


图 1

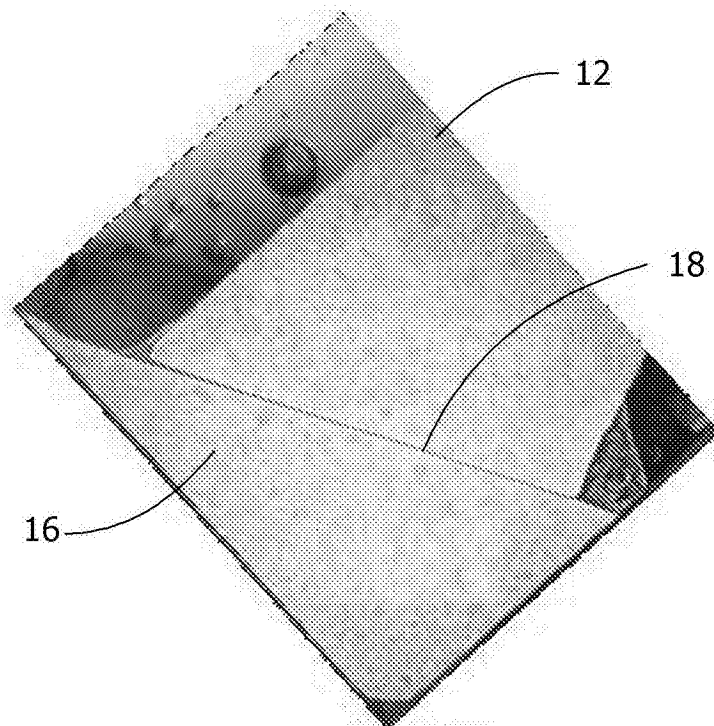


图 2



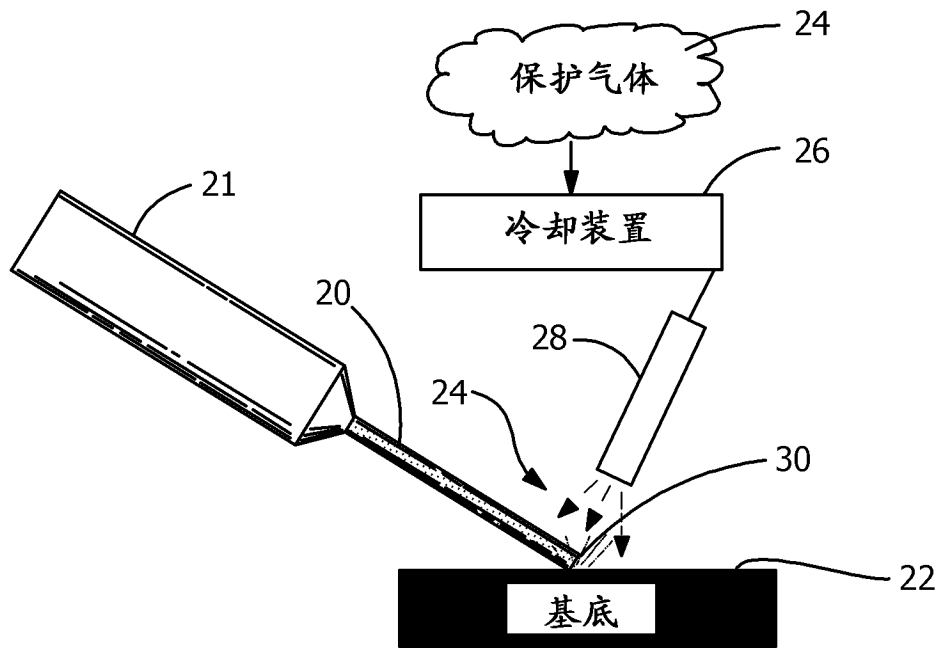


图 3

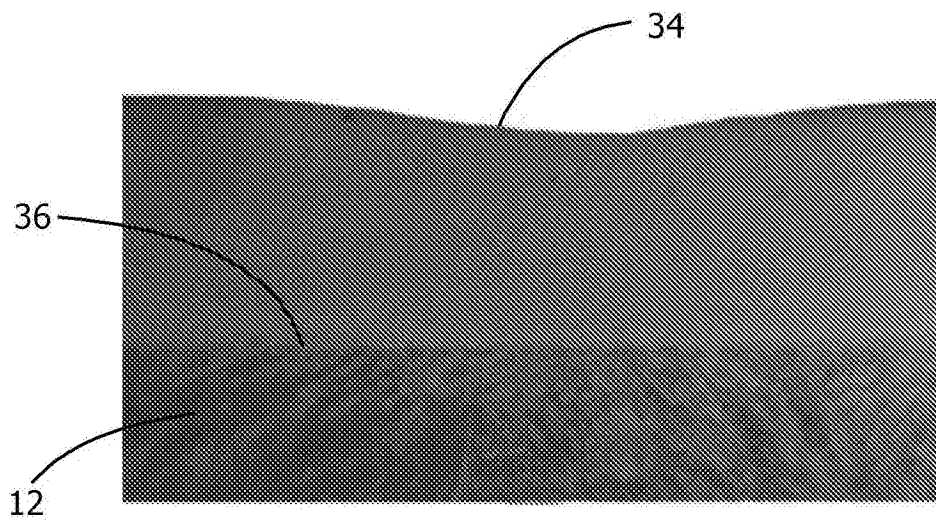


图 4

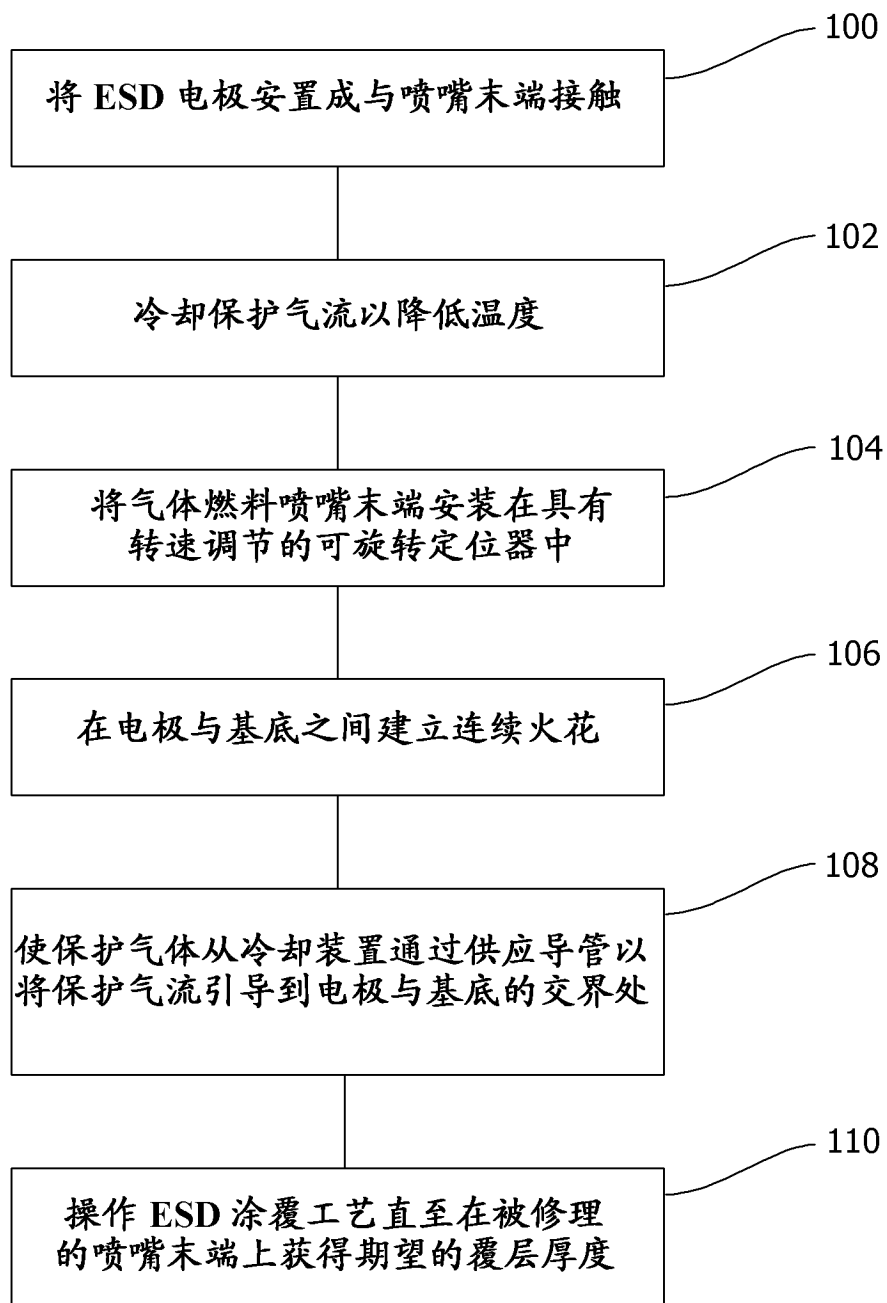


图 5