



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115091024 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(21) 申请号 202211017837.8

(22) 申请日 2022.08.24

(71) 申请人 山东大学

地址 250100 山东省济南市山大南路27号

申请人 山东碳垣智能装备有限公司

(72) 发明人 赵志勇 褚兴荣 王卫兵 赵大龙

佟建华 侯红亮 高军

(74) 专利代理机构 西安迪业欣知识产权代理事

务所(普通合伙) 61278

专利代理师 史冬梅

(51) Int. Cl.

B23K 20/12 (2006.01)

B23K 20/26 (2006.01)

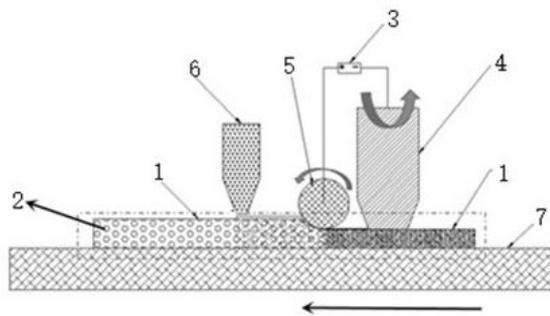
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种多孔金属的焊接装置及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多孔金属的焊接装置及其使用方法,属于搅拌摩擦焊接技术领域,能够提高对多孔金属材料的焊接质量。所述焊接装置包括:工作台,用于固定待焊接的金属板;所述金属板上留有焊缝,所述焊缝内填充有导电粉末;碾压模块,设置在所述工作台上方,用于对所述焊缝内的导电粉末进行碾压;焊接模块,设置在所述工作台上方,用于在碾压后对所述焊缝进行搅拌摩擦焊接;供电模块,用于向所述焊缝内的导电粉末提供电流。



1. 一种多孔金属的焊接装置,其特征在于,包括:
工作台,用于固定待焊接的金属板;所述金属板上留有焊缝,所述焊缝内填充有导电粉末;
碾压模块,设置在所述工作台上方,用于对所述焊缝内的导电粉末进行碾压;
焊接模块,设置在所述工作台上方,用于在碾压后对所述焊缝进行搅拌摩擦焊接;
供电模块,用于向所述焊缝内的导电粉末提供电流;
所述焊接模块包括:
焊接主机,用于沿所述焊缝运动;
搅拌头,与所述焊接主机连接,用于在所述焊接主机的带动下沿所述焊缝进行搅拌摩擦焊接;
所述碾压模块包括:
碾压辊,与所述焊接主机连接,用于在所述焊接主机的带动下沿所述焊缝碾压所述导电粉末。
2. 根据权利要求1所述的焊接装置,其特征在于,所述供电模块包括电源;
所述电源与所述焊接模块和所述碾压模块电连接;
所述电源、所述焊接模块、所述碾压模块、以及所述焊接模块和所述碾压模块之间的导电粉末之间形成导电回路。
3. 根据权利要求1所述的焊接装置,其特征在于,所述供电模块包括电源和第一导电块,所述第一导电块设置在所述焊缝一端;
所述电源与所述第一导电块和所述焊接模块电连接;
所述电源、所述第一导电块、所述焊接模块、以及所述第一导电块和所述焊接模块之间的导电粉末之间形成导电回路。
4. 根据权利要求1所述的焊接装置,其特征在于,所述供电模块包括电源和第二导电块,所述第二导电块为两个,且设置在所述焊缝两端;
所述电源与两个所述第二导电块电连接;
两个所述第二导电块、以及两个所述第二导电块之间的所述导电粉末之间形成导电回路。
5. 根据权利要求1所述的焊接装置,其特征在于,所述焊接装置还包括:
喷涂模块,用于向所述焊缝内填充所述导电粉末。
6. 根据权利要求5所述的焊接装置,其特征在于,所述喷涂模块包括:
超音速喷涂喷嘴,与所述焊接主机连接,所述超音速喷涂喷嘴设置在所述碾压辊远离所述搅拌头的一侧。
7. 根据权利要求1所述的焊接装置,其特征在于,所述工作台包括:
绝缘板,用于放置所述金属板;
夹具,设置在所述绝缘板上,用于固定所述金属板。
8. 一种应用于权利要求1-7中任一项所述的多孔金属的焊接装置的使用方法,其特征在于,所述方法包括:
将两个待焊接的金属板对接后固定在所述工作台上,并预留焊缝;
向所述焊缝内填充所述导电粉末;

控制所述碾压模块碾压所述导电粉末,同时控制所述焊接模块进行搅拌摩擦焊接。

一种多孔金属的焊接装置及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多孔金属的焊接装置及其使用方法,属于搅拌摩擦焊接技术领域。

背景技术

[0002] 高熔点多孔泡沫金属材料是一种新型的功能材料。由于多孔泡沫金属具有特殊的立体三维结构,所以多孔泡沫金属具有缓冲减震、电磁屏蔽、隔音降噪和保温隔热等特点。多孔泡沫金属的通孔率可达98%以上,几乎为全通透结构,具有压降小、流量大和通透性能佳等特点,是理想的过滤材料。多孔泡沫金属中细小的孔道对流体相中的固体杂质起到了捕集阻流的作用,能够去除流体相中的杂志固体颗粒,进而达到分离和净化的作用。随着多孔泡沫金属的发展,尤其是其在分离过滤领域应用的深入,泡沫金属的连接问题已经成为了泡沫金属发展的瓶颈问题之一。

[0003] 搅拌摩擦焊接是一种固态塑性流动焊接技术。目前,搅拌摩擦焊接技术已经被广泛应用于铝合金、镁合金等低熔点金属材料的连接;也能够实现钛合金、碳钢、高温合金等高熔点金属材料的连接。但是由于高熔点金属材料的熔点高,要实现搅拌摩擦塑性流动需要的温度就高,这会导致下述缺陷:一方面难以实现对高熔点金属材料的高质量连接;另一方面,高熔点金属材料的搅拌摩擦焊接对焊接工具的性能要求更高,其中焊接工具为搅拌头,高温焊接条件下会加速搅拌头的磨损,缩短搅拌头的使用寿命。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种多孔金属的焊接装置及其使用方法,能够提高对多孔金属材料的焊接质量。

[0005] 本发明提供了一种多孔金属的焊接装置,包括:

工作台,用于固定待焊接的金属板;所述金属板上留有焊缝,所述焊缝内填充有导电粉末;

碾压模块,设置在所述工作台上方,用于对所述焊缝内的导电粉末进行碾压;

焊接模块,设置在所述工作台上方,用于在碾压后对所述焊缝进行搅拌摩擦焊接;

供电模块,用于向所述焊缝内的导电粉末提供电流。

[0006] 可选的,所述供电模块包括电源;

所述电源与所述焊接模块和所述碾压模块电连接;

所述电源、所述焊接模块、所述碾压模块、以及所述焊接模块和所述碾压模块之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0007] 可选的,所述供电模块包括电源和第一导电块,所述第一导电块设置在所述焊缝一端;

所述电源与所述第一导电块和所述焊接模块电连接;

所述电源、所述第一导电块、所述焊接模块、以及所述第一导电块和所述焊接模块

之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0008] 可选的,所述供电模块包括电源和第二导电块,所述第二导电块为两个,且设置在所述焊缝两端;

所述电源与两个所述第二导电块电连接;

两个所述第二导电块、以及两个所述第二导电块之间的所述导电粉末之间形成导电回路。

[0009] 可选的,所述焊接模块包括:

焊接主机,用于沿所述焊缝运动;

搅拌头,与所述焊接主机连接,用于在所述焊接主机的带动下沿所述焊缝进行搅拌摩擦焊接。

[0010] 可选的,所述碾压模块包括:

碾压辊,与所述焊接主机连接,用于在所述焊接主机的带动下沿所述焊缝碾压所述导电粉末。

[0011] 可选的,所述焊接装置还包括:

喷涂模块,用于向所述焊缝内填充所述导电粉末。

[0012] 可选的,所述喷涂模块包括:

超音速喷涂喷嘴,与所述焊接主机连接,所述超音速喷涂喷嘴设置在所述碾压辊远离所述搅拌头的一侧。

[0013] 可选的,所述工作台包括:

绝缘板,用于放置所述金属板;

夹具,设置在所述绝缘板上,用于固定所述金属板。

[0014] 本发明另一实施例还提供了一种应用于上述任一项所述的多孔金属的焊接装置的使用方法,所述方法包括:

将两个待焊接的金属板对接后固定在所述工作台上,并预留焊缝;

向所述焊缝内填充所述导电粉末;

控制所述碾压模块碾压所述导电粉末,同时控制所述焊接模块进行搅拌摩擦焊接。

[0015] 本发明能产生的有益效果包括:

本发明的多孔金属的焊接装置在使用时,先将导电粉末填充到焊缝内,之后通过碾压模块对焊缝内的导电粉末进行碾压,最后通过供电模块向导电粉末提供电流,并通过焊接装置进行搅拌摩擦焊接;供电模块通电产生的电流在焊缝处自阻发热,与焊接装置在搅拌摩擦焊接时产生的摩擦热共同对焊缝处材料和导电粉末进行加热,提高了焊缝处材料的流动性,且金属板的碾压后焊缝部分的致密度要远远高于未碾压部分,因此碾压后焊缝部分的电阻会远远小于未碾压部分的电阻,从而导致电流主要沿碾压后焊缝部分进行传导,即确保电能集中作用于焊缝位置,大大提高了电流的能量利用率和整体焊接装置的安全性能,从而提高对多孔金属材料的焊接质量。

[0016] 本发明的焊接装置在使用时,导电粉末与金属板在搅拌头搅拌摩擦下进行焊接,即在高温高压环境下发生合金化反应;一方面,供电模块通入的电流能够促进该合金化反应的进行,从而能够快速形成合金化合物,促进焊接时焊缝的融合;另一方面,也能减少搅

拌头的磨损,提高搅拌头的寿命。

[0017] 本发明的焊接装置的碾压辊对导电粉末进行滚动碾压,能够将导电粉末碾压压实。

[0018] 本发明的焊接装置在电源与搅拌头和碾压辊连接时,电流主要在搅拌头与碾压辊之间的传导,当通过焊接主机同时控制搅拌头和碾压辊运动时,电流的传导区域在整个焊接过程中实时发生变化,且通电的焊缝长度始终保持不变,进一步提高了电流的发热效率。

[0019] 本发明的焊接装置在使用时,电流流经的区域包括焊缝未焊接的区域和正在搅拌摩擦焊接的区域,电流除进行加热外,还对焊前材料进行预处理;同时,搅拌摩擦焊接过程是金属材料发生剧烈塑性变形的过程,同时施加脉冲电流能有效促进焊接过程中的合金化反应、促进金属材料发生再结晶,以细化晶粒,从而提高焊缝的综合力学性能,保证多孔金属的焊接质量。

[0020] 本发明的焊接装置通过超音速喷涂喷嘴将导电粉末均匀的填充到焊缝内部和/或焊缝两侧的多孔的金属板内,由于导电粉末尺寸小于多孔的金属板的孔隙,在超音速喷涂下,导电粉末与多孔的金属板撞击,使得一部分导电粉末由孔隙进入多孔的金属板和焊缝内部,另一部分均匀沉积于多孔的金属板表面,提高导电粉末与多孔的金属板的牢固性,以及导电粉末在多孔的金属板内分布的均匀性,从而有利于搅拌摩擦焊接过程中导电粉末与金属板之间的冶金反应和温度帆布的均匀性,有利于搅拌摩擦焊接过程中金属板与导电粉末的融合,也能提高焊接后焊缝的均匀性。

[0021] 本发明的焊接装置的超音速喷涂喷嘴喷涂的气流是热气流,通常喷涂的气流的温度在300℃以上,喷涂过程也可以提高焊缝处的温度,从而实现喷涂气体加热、电流加热和搅拌摩擦加热三者协同加热,提高焊接时焊缝处的温度,减少搅拌头对搅拌摩擦过程中摩擦热的需求,降低了对搅拌头性能的要求,减少了搅拌头的磨损与氧化,从而提高了搅拌头的使用寿命。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例提供的一种多孔金属的焊接装置沿焊缝方向的截面图;
图2为本发明实施例提供的一种多孔金属的焊接装置沿焊接方向的正视图;
图3为本发明实施例提供的一种多孔金属的焊接装置的使用方法的方法流程图。

[0023] 部件和附图标记列表:

1、金属板;2、焊缝;3、电源;4、搅拌头;5、碾压辊;6、超音速喷涂喷嘴;7、绝缘板。

具体实施方式

[0024] 下面结合实施例详述本发明,但本发明并不局限于这些实施例。

[0025] 本发明实施例提供了一种多孔金属的焊接装置,如图1、图2所示,多孔金属的焊接装置包括:

工作台,用于固定待焊接的金属板1;金属板1上留有焊缝2,焊缝2内填充有导电粉末;

碾压模块,设置在工作台上方,用于对焊缝2内的导电粉末进行碾压;

焊接模块,设置在工作台上方,用于在碾压后对焊缝2进行搅拌摩擦焊接;

供电模块,用于向焊缝2内的导电粉末提供电流。

[0026] 图1中绝缘板7下方的箭头方向为本发明的多孔金属的焊接装置的焊接方向,如图1、图2所示,本发明的多孔金属的焊接装置在使用时,先将导电粉末填充到焊缝2内,之后通过碾压模块对焊缝2内的导电粉末进行碾压,最后,通过供电模块向导电粉末提供电流,并通过焊接装置进行搅拌摩擦焊接;供电模块通电产生的电流在焊缝2处自阻发热,与焊接装置在搅拌摩擦焊接时产生的摩擦热共同对焊缝2处材料和导电粉末进行加热。

[0027] 其中,导电粉末可以是金属导电粉末,也可以是非金属导电粉末。

[0028] 具体的,金属导电粉末为颗粒度在50目~500目且纯度大于70%的铜粉、颗粒度为100目~600目的待焊接的金属板1的母材粉体和颗粒度为200目~500目的不锈钢粉中的一种。

[0029] 非金属导电粉末为石墨烯粉、石墨粉和碳纳米管粉体中的一种。使用非金属粉末还能在搅拌摩擦和电流的作用下形成新型复合材料。

[0030] 例如:在焊接泡沫铝、泡沫钛、泡沫铜等多孔金属材料时,使用石墨烯粉、石墨粉和碳纳米管粉体中的一种作为导电粉末对焊缝进行填充,会形成金属/碳复合材料(如:铜/石墨烯复合材料)或形成金属与非金属的化合物,在电流和搅拌摩擦形成的高温高压的环境下,这一反应会加剧。

[0031] 进一步的,导电粉末可以通过抛洒、喷涂、电镀或化学镀等方式附着在焊缝2内、以及多孔泡沫金属板表面和内部孔隙内。

[0032] 进一步的,工作台包括绝缘板7和夹具。待焊接的金属板1为多孔的金属板1,本实施例中为多孔泡沫金属板。

[0033] 待焊接的多孔泡沫金属板放置在绝缘板7上,夹具安装在绝缘板7上,用于对放置在绝缘板7上的多孔泡沫金属板进行固定,保证焊接过程中多孔泡沫金属板不会移动;本实施例对绝缘板7及夹具的材料与形状均不作限定。

[0034] 进一步的,焊接模块包括焊接主机和搅拌头4。其中,焊接主机沿焊缝2运动;搅拌头4与焊接主机连接,用于在焊接主机的带动下沿焊缝2进行搅拌摩擦焊接。

[0035] 进一步的,碾压模块包括碾压辊5。其中,碾压辊5与焊接主机连接,用于在焊接主机的带动下沿焊缝2碾压导电粉末。通过碾压辊5对导电粉末进行滚动碾压,能够将导电粉末碾压密实。

[0036] 本发明实施例中,碾压模块还可以为碾压板、碾压轮等可以将导电粉末碾压致密的结构。

[0037] 进一步的,焊接装置还包括喷涂模块。其中,喷涂模块用于向焊缝2内填充导电粉末。

[0038] 本发明实施例中,喷涂模块可以为喷涂喷嘴、电镀设备等可以填充或抛洒导电粉末的装置。

[0039] 优选的,喷涂模块包括超音速喷涂喷嘴6,超音速喷涂喷嘴6与焊接主机连接,且超音速喷涂喷嘴6设置在碾压辊5远离搅拌头4的一侧。

[0040] 本实施例中,为了保证电流安全性,超音速喷涂喷嘴6、碾压辊5和搅拌头4均与焊接主机绝缘且固定连接;在整个焊接装置的使用过程中,超音速喷涂喷嘴6、碾压辊5和搅拌头4三者的位置保持固定。

[0041] 本发明其中一实施例中,供电模块包括电源3;
电源3与焊接模块和碾压模块电连接;
电源3、焊接模块、碾压模块、以及焊接模块和碾压模块之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0042] 具体的,电源3一端与搅拌头4电连接,另一端与碾压辊5电连接。电源3、碾压辊5、搅拌头4、以及碾压辊5与搅拌头4之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0043] 使得电流主要在搅拌头4与碾压辊5之间的传导,当通过焊接主机同时控制搅拌头4和碾压辊5运动时,电流的传导区域在整个焊接过程中实时发生变化,且通电的焊缝2长度始终保持不变,进一步提高了电流的发热效率。

[0044] 本发明另一实施例中,供电模块包括电源3和第一导电块,第一导电块设置在焊缝2一端;

电源3与第一导电块和焊接模块电连接;

电源3、第一导电块、焊接模块、以及第一导电块和焊接模块之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0045] 具体的,电源3一端与第一导电块电连接,另一端与搅拌头4电连接。在电源3、第一导电块、搅拌头4、以及第一导电块和搅拌头4之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0046] 本发明另一实施例中,供电模块包括电源3和第二导电块,第二导电块为两个,且设置在焊缝2两端;

电源3与两个第二导电块电连接;

两个第二导电块、以及两个第二导电块之间的导电粉末之间形成导电回路。

[0047] 本发明实施例还提供了一种应用于上述任一项的多孔金属的焊接装置的使用方法,如图1、图3所示,所述方法包括:

S1、将两个待焊接的金属板1对接后固定在工作台上,并预留焊缝2;

S2、向焊缝2内填充导电粉末;

S3、控制碾压模块碾压导电粉末,同时控制焊接模块进行搅拌摩擦焊接。

[0048] 本实施例中,所述方法具体为:

将两个待焊接的多孔金属泡沫板对接后放置在绝缘板7上,并通过夹具对对接后的多孔金属泡沫板进行固定;两个待焊接的多孔金属泡沫板对接后会形成焊缝2。

[0049] 接通电源3,之后控制焊接主机沿焊缝2运动,通过焊接主机带动超音速喷涂喷嘴6、碾压辊5和搅拌头4沿焊缝2运动。以控制超音速喷涂喷嘴6向焊缝2及焊缝2两侧的多孔金属泡沫板表面喷涂导电粉末;同时,控制碾压辊5对喷涂导电粉末后的焊缝2进行碾压,控制搅拌头4进行搅拌摩擦焊接。

[0050] 本发明的多孔金属的焊接装置能够提高焊缝2处材料的流动性,且金属板1的碾压后焊缝2部分的致密度要远远高于未碾压部分,因此碾压后焊缝2部分的电阻会远远小于未碾压部分的电阻,从而导致电流主要沿碾压后焊缝2部分进行传导,即确保电能集中作用于焊缝2位置,大大提高了电流的能量利用率和整体焊接装置的安全性能。例如:当多孔泡沫金属板为泡沫镍板、填充的导电粉末为铜粉时,在搅拌摩擦过程中会形成铜镍合金,而电流能够加快这一合金化反应过程,因为在铜和镍的结合界面处的电流焦耳热效应要高于单质金属内部,其瞬间产生的高温会加速合金反应。

[0051] 本发明的焊接装置在使用时,导电粉末与金属板1在搅拌头4搅拌摩擦下进行焊接,即在高温高压环境下发生合金化反应;一方面,供电模块通入的电流能够促进该合金化反应的进行,从而能够快速形成合金化合物,促进焊接时焊缝2的融合;另一方面,也能减少搅拌头4的磨损,提高搅拌头4的寿命。

[0052] 本发明的焊接装置的碾压辊5对导电粉末进行滚动碾压,能够将导电粉末碾压压实。

[0053] 本发明的焊接装置在电源3与搅拌头4和碾压辊5连接时,电流主要在搅拌头4与碾压辊5之间的传导,当通过焊接主机同时控制搅拌头4和碾压辊5运动时,电流的传导区域在整个焊接过程中实时发生变化,且通电的焊缝2长度始终保持不变,进一步提高了电流的发热效率。

[0054] 本发明的焊接装置在使用时,电流流经的区域包括焊缝2未焊接的区域和正在搅拌摩擦焊接的区域,电流除进行加热外,还对焊前材料进行预处理;同时,搅拌摩擦焊接过程是金属材料发生剧烈塑性变形的过程,同时施加脉冲电流能有效促进焊接过程中的合金化反应、促进金属材料发生再结晶,以细化晶粒,从而提高焊缝2的综合力学性能,保证多孔金属的焊接质量。

[0055] 本发明的焊接装置通过超音速喷涂喷嘴6将导电粉末均匀的填充到焊缝2内部和/或焊缝2两侧的多孔的金属板1内,由于导电粉末尺寸小于多孔的金属板1的孔隙,在超音速喷涂下,导电粉末与多孔的金属板1撞击,使得一部分导电粉末由孔隙进入多孔的金属板1和焊缝2内部,另一部分均匀沉积于多孔的金属板1表面,提高导电粉末与多孔的金属板1的牢固性,以及导电粉末在多孔的金属板1内分布的均匀性,从而有利于搅拌摩擦焊接过程中导电粉末与金属板1之间的冶金反应和温度分布的均匀性,有利于搅拌摩擦焊接过程中金属板1与导电粉末的融合,也能提高焊接后焊缝2的均匀性。

[0056] 本发明的焊接装置的超音速喷涂喷嘴6喷涂的气流是热气流,通常喷涂的气流的温度在300℃以上,喷涂过程也可以提高焊缝2处的温度,从而实现喷涂气体加热、电流加热和搅拌摩擦加热三者协同加热,提高焊接时焊缝2处的温度,减少搅拌头4对搅拌摩擦过程中摩擦热的需求,降低了对搅拌头4性能的要求,减少了搅拌头4的磨损与氧化,从而提高了搅拌头4的使用寿命。

[0057] 以上,仅是本申请的几个实施例,并非对本申请做任何形式的限制,虽然本申请以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限制本申请,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本申请技术方案的范围,利用上述揭示的技术内容做出些许的变动或修饰均等同于等效实施例,均属于技术方案范围内。

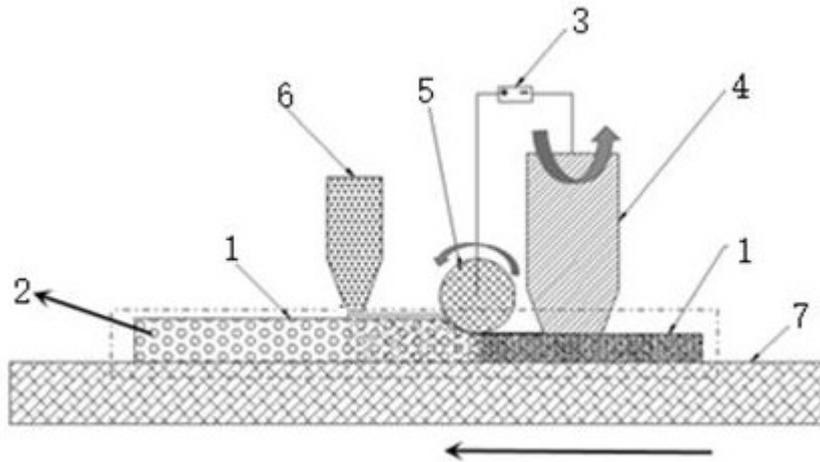


图1

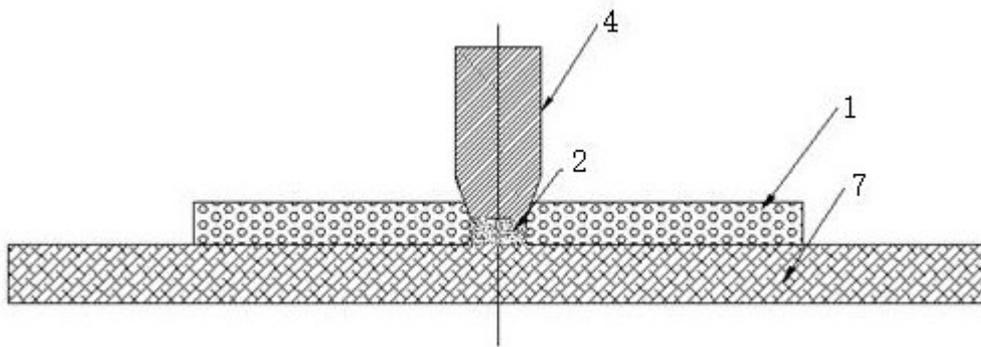


图2

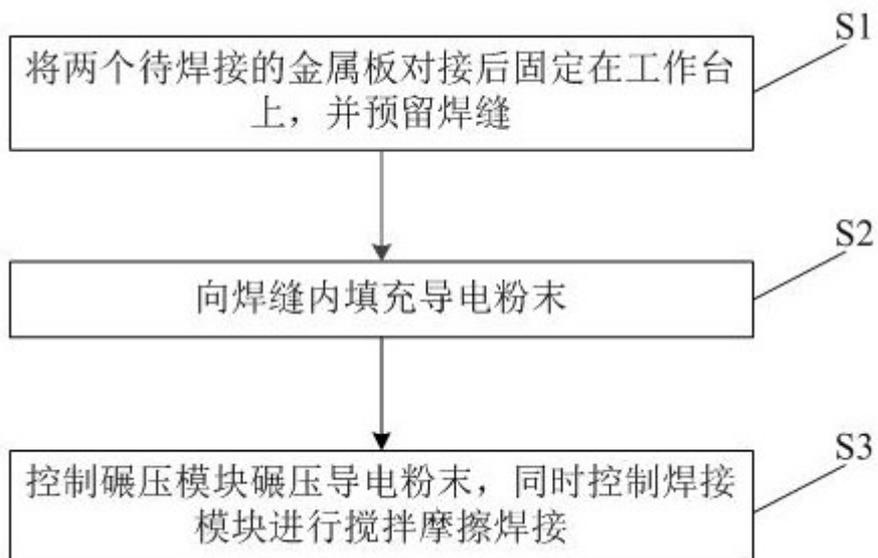


图3