

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2022年4月28日 (28.04.2022)



(10) 国际公布号  
**WO 2022/083036 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*B23K 11/11* (2006.01) *B23K 11/36* (2006.01)  
*B23K 11/30* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/076530

(22) 国际申请日: 2021年2月10日 (10.02.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202011140736.0 2020年10月22日 (22.10.2020) CN

(71) 申请人: 中车青岛四方机车车辆股份有限公司 (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.) [CN/

CN]; 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。

(72) 发明人: 韩晓辉 (HAN, Xiaohui); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。徐野 (XU, Ye); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。张志毅 (ZHANG, Zhiyi); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。叶结和 (YE, Jiehe); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。曹金山 (CAO, Jinshan); 中国山东省青岛市城阳区锦宏东路88号, Shandong 266111 (CN)。

(74) 代理人: 北京路浩知识产权代理有限公司 (CN-KNOWHOW INTELLECTUAL PROPERTY AGENT

(54) Title: ELECTRIC RESISTANCE SPOT WELDING DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 电阻点焊装置及方法

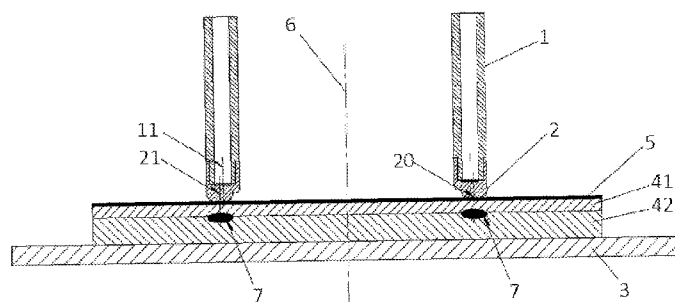


图 1

(57) Abstract: An electric resistance spot welding device, comprising a pair of electrodes located on the same welding surface of an assembly to be welded. The assembly to be welded is provided with an axis of symmetry (6); the pair of electrodes are symmetrically disposed on two sides of the axis of symmetry; one end of each electrode has a special-shaped contact surface (20); the special-shaped contact surfaces are respectively offset in directions away from the axis of symmetry relative to the electrode axis, wherein the special-shaped contact surfaces are used for offsetting a current density centerline (21) formed by the electrodes in a direction away from the axis of symmetry relative to the electrode axis (11), and/or used for deflecting the tendency of the current density of each electrode away from a welding face within the assembly to be welded. The device can achieve a symmetrical and uniform shape of distal and proximal ends of a nugget with respect to the axis of symmetry, such that both the shape and stress state of the nugget can meet requirements for mechanical properties under load, thus improving the welding quality. The present application also relates to an electric resistance spot welding method.

(57) 摘要: 一种电阻点焊装置, 包括位于待焊组件的同一焊接面上的一对电极, 待焊组件设有对称轴(6), 一对电极对称设置于对称轴的两侧, 每个电极的一端均具有异形接触面(20), 每个异形接触面分别相对于电极轴线向远离对称轴的方向偏移; 其中, 异形接触面用于使电极形成的电流密度中心线(21)相对于电极轴线(11)向远离对称轴的方向偏移, 和/或, 用于使每个电极的电流密度在待焊组件内向远离焊接面的趋势偏转。该装置能使熔核相对于对称轴的远端和近端的形貌对称且均匀, 从而使熔核的形貌和受力状态均能满足承受载荷时的力学性能要求, 提高焊接质量。还涉及一种电阻点焊方法。

WO 2022/083036 A1

**LIMITED**); 中国北京市海淀区苏州街29号维亚大厦12层12130室, Beijing 100080 (CN)。

- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

## 电阻点焊装置及方法

### 相关申请的交叉引用

本申请要求于2020年10月22日提交的申请号为2020111407360，发明  
5 名称为“电阻点焊装置及方法”的中国专利申请的优先权，其通过引用方式  
全部并入本公开。

### 技术领域

本申请涉及焊接技术领域，尤其涉及一种电阻点焊装置及方法。

### 背景技术

10 电阻点焊是一种焊接质量稳定，生产效率高，容易实现机械化、自动  
化的连接方法，在汽车、轨道列车、电子、家用电器等制造领域具有广泛  
应用。而单面双点焊与普通的双面单点焊相比，可以同时焊接两个焊点，  
生产效率高，尤其适用于大厚度比大平板的焊接。同时，由于是单面焊接，  
15 适合仅单侧可达的焊接工况，普遍应用于轨道列车车体的焊接。然而，在  
实际生产过程中，采用单面双点焊的焊点会出现熔核形貌远近端两侧非对  
称的情况，即两电极相近端熔核厚度大，远端厚度小。这种情况下，当熔  
核承受载荷时，远端的熔核厚度较小，是受力的薄弱之处。为了使厚度较  
小的地方满足力学性能条件，需要更多的焊接热输入，导致近端的熔核厚  
20 度远超需求，甚至造成远端熔核侧的焊接飞溅，影响焊接质量。除此以外，  
单面双点焊普遍应用于差厚板焊接上，而差厚板焊接时存在熔核偏移和薄  
板侧熔透率不足的情况，同样影响焊接质量。

### 发明内容

本申请旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本申请  
提出一种提升熔核质量的电阻点焊装置，以解决熔核形貌远近端两侧非对  
25 称结构，从而影响焊接质量的问题。

本申请还提出一种提升熔核质量的电阻点焊方法。

根据本申请一方面实施例的一种电阻点焊装置，包括位于待焊组件的  
同一焊接面上的一对电极，所述待焊组件设有对称轴，一对所述电极对称

设置于所述对称轴的两侧，每个所述电极的一端均具有异形接触面，每个所述异形接触面分别相对于电极轴线向远离所述对称轴的方向偏移；

其中，所述异形接触面用于使所述电极形成的电流密度中心线相对于所述电极轴线向远离所述对称轴的方向偏移，和/或，用于使每个所述电极的电流密度在所述待焊组件内向远离所述焊接面的趋势偏转。

根据本申请的一个实施例，所述电极包括电极头和电极杆，所述电极头的一端可拆卸的套装于所述电极杆的端部，所述电极头的另一端构造有凸台，所述凸台的端面构造有所述异形接触面。

根据本申请的一个实施例，所述异形接触面包括第一接触面，所述第一接触面的几何中心位于所述电极轴线的远离所述对称轴的一侧。

根据本申请的一个实施例，所述异形接触面还包括第二接触面，所述第二接触面连接于所述第一接触面靠近所述对称轴的一侧，并且所述第一接触面的面积大于所述第二接触面的面积。

根据本申请的一个实施例，所述第一接触面和所述第二接触面分别设置于所述电极轴线的两侧，其中，所述第一接触面位于远离所述对称轴的一侧，所述第二接触面位于靠近所述对称轴的一侧。

根据本申请的一个实施例，所述凸台靠近所述对称轴的一侧构造有导向部，所述导向部连接于所述异形接触面与所述电极头的外壁之间；所述导向部相对于所述电极轴线倾斜，用于引导所述电流密度中心线相对于所述电极轴线向远离所述对称轴的一侧偏斜或倾斜。

根据本申请的一个实施例，所述电极头的一端构造有轴向设置的装配孔，所述电极杆的一端构造有能同轴插装于所述装配孔内的连接部。

根据本申请的一个实施例，所述装配孔的侧壁上构造有滑槽，所述连接部的侧壁上构造有能滑动装配于所述滑槽内的滑块，所述滑槽和所述滑块均沿所述电极轴线设置。

根据本申请的一个实施例，所述装配孔的端面构造有定位凹槽，所述连接部的一端构造有能同轴装配于所述定位凹槽内的定位凸台；所述连接部的另一端连接有杆体。

根据本申请的一个实施例，还包括底板和垫板，所述待焊组件包括上焊板和下焊板，所述上焊板和所述下焊板依序平铺于所述垫板和所述底板

之间；所述垫板背向所述上焊板的表面为所述焊接面。

根据本申请另一方面实施例的一种电阻点焊方法，由如上所述的电阻点焊装置执行；所述电阻点焊方法包括：

5 驱动一对电极在待焊组件的焊接面沿所述待焊组件的对称轴两侧并列行进，以使一对所述电极同步作用于所述待焊组件，并在所述待焊组件内分别形成与一对所述电极的异形接触面对应的熔核；

其中，一对所述熔核相对于所述对称轴对称设置，和/或，每个所述熔核中处于所述待焊组件的下焊板的熔核截面面积大于处于所述待焊组件的上焊板的熔核截面面积。

10 本申请实施例中的上述一个或多个技术方案，至少具有如下技术效果之一：

本申请实施例的一种电阻点焊装置，包括位于待焊组件的同一焊接面上的一对电极；待焊组件设有对称轴，一对电极对称设置于对称轴的两侧，每个电极的一端均具有异形接触面，每个异形接触面分别相对于电极轴  
15 向远离对称轴的方向偏移；其中，异形接触面用于使电极形成的电流密度中心线相对于电极轴线向远离对称轴的方向偏移，和/或，用于使每个电极的电流密度在待焊组件内向远离焊接面的趋势偏转。本申请所述的装置能够改变电极在待焊组件内的电流密度状态，从而对熔核的远离对称轴的端部热输入进行适当增强，并对熔核的靠近对称轴的端部的热输入进行适当  
20 削弱，以使熔核相对于对称轴的远端和近端的形貌对称且均匀，使熔核的形貌和受力状态均能满足承受载荷时的力学性能要求，提高焊接质量。

本申请实施例的一种电阻点焊方法，由如上所述的电阻点焊装置执行；电阻点焊方法包括：驱动一对电极在待焊组件的焊接面沿待焊组件的对称轴两侧并列行进，以使一对电极同步作用于待焊组件，并在待焊组件内  
25 分别形成与一对电极的异形接触面对应的熔核；其中，一对熔核相对于对称轴对称设置，和/或，每个熔核中处于待焊组件的下焊板的熔核截面面积大于处于待焊组件的上焊板的熔核截面面积。由如上所述的电阻点焊装置执行该电阻点焊方法，使得该电阻点焊方法具有上述电阻点焊装置的全部优点，在此不再赘述。

30 本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面

的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

## 附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请实施例电阻点焊装置的焊接原理示意图；

图 2 是本申请实施例电极头的焊接原理示意图；

10 图 3 是本申请实施例电极头的第一种结构的俯视图；

图 4 是本申请实施例电极头的第一种结构的剖视图；

图 5 是本申请实施例电极头的第一种结构的仰视图；

图 6 是本申请实施例电极头的第二种结构的剖视图；

图 7 是本申请实施例电极头的第二种结构的仰视图；

15 图 8 是本申请实施例电极头的第三种结构的剖视图；

图 9 是本申请实施例电极头的第三种结构的仰视图；

图 10 是本申请实施例所述的对比电极头的电流密度示意图；

图 11 是本申请实施例所述的对比电极头的熔核结构示意图；

图 12 是本申请实施例电极头的第一种结构的电流密度示意图；

20 图 13 是本申请实施例电极头的第一种结构的熔核结构示意图；

图 14 是本申请实施例电极头的第二种结构的电流密度示意图；

图 15 是本申请实施例电极头的第二种结构的熔核结构示意图；

图 16 是本申请实施例电极杆的主视图；

图 17 是本申请实施例电极杆的仰视图。

25 附图标记：

1: 电极杆； 11: 电极轴线； 12: 杆体； 13: 连接部； 14: 定位凸台；

15: 滑块；

2: 电极头； 20: 异形接触面； 201: 第一接触面； 202: 第二接触面；

21: 电流密度中心线； 22: 滑槽； 23: 定位凹槽； 24: 装配孔； 25: 导向

30 部；

2': 对比电极头; 11': 对比电极头的轴线; 7': 形核;

3: 底板; 41: 上焊板; 42: 下焊板; 5: 垫板; 6: 对称轴; 7: 熔核。

## 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本申请的实施方式作进一步详细描述。以下  
5 实施例用于说明本申请,但不能用来限制本申请的范围。

在本申请实施例的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为  
10 基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请实施例和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请实施例的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本申请实施例的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,  
15 术语“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本申请实施例中的具体含义。

在本申请实施例中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征  
20 征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水  
25 平高度小于第二特征。

在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或  
30 示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请实施例的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点

可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

如图 1 至图 17 所示，本申请实施例提供了一种电阻点焊装置，并基于该电阻点焊装置提出了一种电阻点焊方法。

如图 1 和图 2 所示，该电阻点焊装置包括能够对待焊组件的焊接面进行并列且同步的焊接的一对电极。一对电极位于待焊组件的同一焊接面上，并能沿相同焊接方向并列行进实现同步焊接，一对电极作用于焊接组件内形成的电流之间能够产生相互作用，从而使一对电极分别在焊接组件内形成一对熔核 7，进而对待焊组件实现单面双电阻点焊焊接工艺过程。

其中，待焊组件设有对称轴 6，一对电极对称设置于对称轴 6 的两侧，每个电极的一端均具有异形接触面 20，每个异形接触面 20 分别相对于电极轴线 11 向远离对称轴 6 的方向偏移。上述的异形接触面 20 用于使相应的电极所形成的电流密度中心线 21 能相对于电极轴线 11 朝向远离对称轴 6 的方向偏移，和/或，用于使每个电极的电流密度在待焊组件内向远离焊接面的趋势偏转。该电阻点焊装置能利用一对电极的异形接触面 20 的结构设置改变电极在待焊组件内的电流密度状态，从而对熔核 7 的远离对称轴 6 的端部（即熔核 7 的远端）的热输入进行适当增强，并对熔核 7 的靠近对称轴 6 的端部（即熔核 7 的近端）的热输入进行适当削弱，以使熔核 7 相对于对称轴 6 的远端和近端的形貌对称且均匀，使熔核 7 的形貌和受力状态均能满足承受载荷时的力学性能要求，提高焊接质量。

可理解的，上述的对称轴 6 是指位于一对电极的电极轴线 11 连线中点的轴线，即保证一对电极相对于该对称轴 6 对称设置即可。

可理解的，为了进一步提高单面双点焊的焊接质量，该电阻点焊装置还包括底板 3 和垫板 5。待焊组件包括上焊板 41 和下焊板 42，上焊板 41 和下焊板 42 依序平铺于垫板 5 和底板 3 之间。其中，垫板 5 背向上焊板 41 的表面为焊接面。底板 3 用于为待焊组件提供支撑和找平。垫板 5 优选为金属板。在较薄的上焊板 41 表面增设垫板 5：一方面能够利用垫板 5 自身电阻以及垫板 5 与上焊板 41 的接触电阻，增加点焊过程的产热，促进熔核 7 的形成和生长；另一方面能够将电极与焊接组件之间隔开，减少

热量从焊接中心区域向异形接触面 20 的传导，减少上焊板 41 的焊接面一侧的散热。

可理解的，上焊板 41 的厚度小于下焊板 42 的厚度，以使焊接完成后的焊件能够构成差厚板。

- 5 可理解的，上述的使每个电极的电流密度在待焊组件内向远离焊接面的趋势偏转，还可以使熔核 7 形成在待焊组件的下焊板 42 的部分的截面面积大于形成在待焊组件的上焊板 41 的部分的截面面积，避免熔核 7 偏移，并且提高厚度较薄的上焊板 41 的侧熔透率，进一步提高焊接质量。

- 可见，该电阻点焊装置在对差厚板的单面双点焊接过程中，能够提升  
10 焊点熔核 7 质量并改善熔核 7 向焊接组件较厚侧偏移的问题；并且，通过对电极端面的异形接触面 20 的结构设置，从而改变焊接组件内部的电流密度的分布规律，将原先靠近熔核 7 近端的电流密度大、远端电流密度小的规律转变为熔核 7 远端和近端的电流均匀分布，从而减轻或抵消因单面双点焊时待焊组件内部靠近电极端面内侧电流分布集中而导致的非对称  
15 熔核 7 现象，提升焊点质量，降低焊接能耗。

- 如图 2、图 3、图 16 和图 17 所示，电极包括电极头 2 和电极杆 1。电极头 2 的一端可拆卸的套装于电极杆 1 的端部，可以根据需要随时拆装电极头 2，以更换合适的电极头 2，提高焊接操作的灵活性。电极头 2 的另一端构造有凸台，凸台的端面构造有异形接触面 20。优选凸台靠近对称轴  
20 6 的一侧构造有导向部 25，导向部 25 连接于异形接触面 20 与电极头 2 的外壁之间。导向部 25 相对于电极轴线 11 倾斜，用于引导电流密度中心线 21 相对于电极轴线 11 向远离对称轴 6 的一侧偏斜或倾斜。导向部 25 将异形接触面 20 构造于电极头 2 端面上远离对称轴 6 的一侧，以使得电流穿过电极头 2 内部的过程中受到导向部 25 的偏转引导作用，从而使所有电  
25 流的电流密度中心线 21 能相对于电极头 2 的轴线（即电极轴线 11）向远离对称轴 6 的一侧偏移，或者使电流在电极头 2 内部发生偏转倾斜，从而使电流自异形接触面 20 进入待焊组件的位置相对于电极轴线 11 在待焊组件上的投影位置向远离对称轴 6 的一侧偏移。上述结构使得电流分布呈现外侧电流多而内侧电流少的特征，使电流分布与单面双点焊时电流偏转所  
30 引起的电流密度外疏内密特征相平衡，从而在焊接组件的上焊板 41 和下

焊板 42 之间的接触面位置达到电流密度均匀的效果，最终实现均匀电流密度条件下形成对称结构的熔核 7，提高焊接质量。

可理解的，导向部 25 优选构造为台阶结构和/或弧形平滑过渡面结构。

可理解的，为了实现电极头 2 与电极杆 1 的灵活拆装，优选电极头 2 5 的一端构造有轴向设置的装配孔 24，电极杆 1 的一端构造有能同轴插装于装配孔 24 内的连接部 13。为了实现电极头 2 与电极杆 1 之间的周向定位，优选装配孔 24 的侧壁上构造有滑槽 22，连接部 13 的侧壁上构造有能滑动装配于滑槽 22 内的滑块 15，滑槽 22 和滑块 15 均沿电极轴线 11 设置。为了实现电极头 2 与电极杆 1 之间的径向和中心定位，优选装配孔 24 的端 10 面构造有定位凹槽 23，连接部 13 的一端构造有能同轴装配于定位凹槽 23 内的定位凸台 14；连接部 13 的另一端连接有杆体 12。

可理解的，电极杆 1 的杆体 12 内沿电极轴线 11 构造有贯通孔，以便使电极头 2 内的电路元件以及电线等辅助机构穿过杆体 12 的贯通孔向外引出，避免干扰焊接过程。

15 在一些实施例中，为了实现电流密度分布规律的可靠控制，优选异形接触面 20 包括第一接触面 201，第一接触面 201 的几何中心位于电极轴线 11 的远离对称轴 6 的一侧。电流自电极头 2 内流动并穿过第一接触面 201 进入铺有垫板 5 的待焊组件的过程中，第一接触面 201 的偏移设置能够引导电流向远离上述对称轴 6 的方向偏移，从而改变电流的入射角度， 20 使得电流进入待焊组件时本身有向远离对称轴 6 的方向偏转的趋势，进而达到与单面双点焊时电流向靠近对称轴 6 偏转所引起的电流密度外疏内密特征相平衡的效果，实现电流密度均匀化，以此减轻或抵消单面双点焊电流偏转对熔核 7 的影响。

25 在一些实施例中，异形接触面 20 还包括第二接触面 202，第二接触面 202 连接于第一接触面 201 靠近对称轴 6 的一侧，并且第一接触面 201 的面积大于第二接触面 202 的面积。通过增大第一接触面 201 的面积并减小第二接触面 202 的面积，使电流分布呈现外侧电流多内侧电流少的特征，使电流分布与单面双点焊时电流偏转所引起的电流密度外疏内密特征相平衡，在上焊板 41 与下焊板 42 的接触面的位置达到电流密度均匀的效果， 30 最终实现均匀电流密度条件下的远端与近端相对称结构的熔核 7。

5 在一些实施例中，可以将上述两种结构相结合，并将第一接触面 201 和第二接触面 202 分别设置于电极轴线 11 的两侧，其中，第一接触面 201 位于远离对称轴 6 的一侧，第二接触面 202 位于靠近对称轴 6 的一侧。从而既能使得电流进入待焊组件时本身有向远离对称轴 6 的方向偏转的趋势，又能在上焊板 41 与下焊板 42 的接触面的位置达到电流密度均匀的效果，进一步确保熔核 7 结构的对称均匀。

可理解的，第一接触面 201 和第二接触面 202 可以为圆形平面、椭圆形平面、多边形平面或具有曲折轮廓线的平面。

10 图 10 和图 11 示出了一种作为与本申请实施例所述的电极头 2 对比的对比电极头 2' 的电流密度示意图和熔核 7 结构示意图。该对比电极头 2' 中，垂直入射的电流在向一对电极的近端流动的过程中，由于一对电极的相互作用而导致电流相对偏转，由于该对比电极头 2' 不设置异形接触面 20，并且在待焊组件与对比电极头 2' 之间不铺设垫板 5，从而使该对比电极头 2' 形成的电流密度中心线与对比电极头的轴线 11' 重合，且电极在焊接组件  
15 的上焊板 41 与下焊板 42 的接触面处形成的电流密度分布不均匀，如图 10 所示，即存在电流密度在一对对比电极头 2' 的近端较大、并在一对对比电极头 2' 的远端较小的分布规律，导致单个电极下方的板材内部非平衡生热，即对比电极头 2' 的近端生热多，远端生热少。最终焊接后所产生的两个形核 7' 均为非对称结构，如图 11 所示。

20 而本申请实施例所述的电极头 2 的结构能够通过改变单面双点焊过程中一对电极头 2 的近端和远端的电流密度分布，减轻或抵消单面双点焊时电极下方板材内部电流偏转对熔核 7 形貌的影响，从而达到减轻或消除单面双点焊时的熔核 7 非对称结构，在保障焊点质量的同时，降低焊接能耗，实现单面双点焊工艺的降本增效。

25 具体的，图 3、图 4 和图 5 示出了第一种电极头 2 结构。该电极头 2 的异形接触面 20 包括第一接触面 201 和第二接触面 202，第一接触面 201 和第二接触面 202 均为半圆形平面，并且分别相对设置于电极轴线 11 的两侧。即第一接触面 201 和第二接触面 202 的圆心重合，但第一接触面 201 的半径大于第二接触面 202 的半径，以使第一接触面 201 的面积大于第二  
30 接触面 202 的面积。该电极头 2 结构中，在第二接触面 202 的外轮廓与电

极头 2 的外壁之间的凸台外壁构造为具有台阶结构并且成弧形平滑过渡面结构的导向部 25。并且在第一接触面 201 的外轮廓与电极头 2 的外壁之间构造有弧形平滑过渡面。

具体的，第一种电极头 2 优选适用于厚度为 0.8mm 的上焊板 41 与厚度为 2mm 的下焊板 42 组成的待焊组件，金属垫板 5 的厚度为 0.1mm。其中，第一接触面 201 的半径为 8mm，第二接触面 202 的半径为 5.5mm。导向部 25 为自电极头 2 的外壁向内去掉 1mm 以形成台阶结构，然后通过弧形平滑过渡面结构与第二接触面 202 的外轮廓连接。电极头 2 的长度为 13mm，电极头 2 内的装配孔 24 的直径为 12mm 且长度为 12mm。装配孔 24 的侧壁上构造有宽度为 2mm 且长度为 12mm 的滑槽 22，滑槽 22 与异形接触面 20 的最近距离为 6.5mm。装配孔 24 的盲端构造有直径为 8mm 且长度为 1mm 的定位凹槽 23。

图 12 和图 13 示出了上述第一种电极头 2 的电流密度示意图和熔核 7 结构示意图。可见，上述实施例所述的电极头 2 能实现电流密度中心线 21 相对于电极轴线 11 向远离对称轴 6 的方向偏移，从而既能使得电流进入待焊组件时本身有向远离对称轴 6 的方向偏转的趋势，又能在上焊板 41 与下焊板 42 的接触面的位置达到电流密度均匀的效果，进一步确保熔核 7 结构的对称均匀。

图 6 和图 7 示出了第二种电极头 2 结构。该电极头 2 的异形接触面 20 具有第一接触面 201，第一接触面 201 为圆形平面，且第一接触面 201 的圆心位于电极轴线 11 远离对称轴 6 的一侧。该电极头 2 结构中，在第一接触面 201 靠近对称轴 6 一侧的外轮廓与电极头 2 的外壁之间的凸台外壁构造为成弧形平滑过渡面结构的导向部 25。

具体的，第二种电极头 2 中，第一接触面 201 的半径为 5mm 至 10mm，且第一接触面 201 的圆心与电极轴线 11 的距离为 3mm 至 4mm。导向部 25 为自电极头 2 的外壁以倾斜角为  $35^{\circ}$  至  $45^{\circ}$  的弧形平滑过渡面结构与第一接触面 201 向对称轴 6 的一侧的外轮廓连接。其余结构尺寸与第一种电极头 2 的结构尺寸相同。

图 14 和图 15 示出了上述实施例的电极头 2 的电流密度示意图和熔核 7 结构示意图。可见，上述实施例所述的电极头 2 能实现电流密度中心线

21 相对于电极轴线 11 向远离对称轴 6 的方向偏移, 从而既能使得电流进入待焊组件时本身有向远离对称轴 6 的方向偏转的趋势, 又能在上焊板 41 与下焊板 42 的接触面的位置达到电流密度均匀的效果, 进一步确保熔核 7 结构的对称均匀。

5 图 8 和图 9 示出了第三种电极头 2 结构。该电极头 2 的异形接触面 20 包括第一接触面 201 和第二接触面 202, 第一接触面 201 和第二接触面 202 为外轮廓由两个圆形部分相接而组成的流线型平面。第一接触面 201 的圆心位于电极轴线 11 远离对称轴 6 的一侧, 第二接触面 202 的圆心位于电极轴线 11 上。该电极头 2 结构中, 在第一接触面 201 靠近对称轴 6 一侧  
10 的外轮廓与电极头 2 的外壁之间的凸台外壁构造为台阶结构的导向部 25。

具体的, 第三种电极头 2 中, 第一接触面 201 的半径为 5mm, 第二接触面 202 的半径为 4mm, 第一接触面 201 的圆心与第二接触面 202 的圆心之间的连线距离为 3mm。凸台的长度为 9mm。其余结构尺寸与第一种电极头 2 的结构尺寸相同。

15 上述任一结构的电极头 2 在使用过程中: 先待待焊组件依序放在铜质底板 3 上, 将金属垫片覆盖于待焊组件的上焊板 41 上; 然后, 将电极头 2 内侧的定位凹槽 23 对准电极杆 1 连接部 13 的定位凸台 14 并套接, 并使每个电极头 2 的异形接触面 20 中较大面积的接触面位于远离对称轴 6 的一侧; 随后, 驱动一对电极头 2 通过垫板 5 对待焊组件施加恒定电极力,  
20 以确保导电通路的稳定性; 接着, 利用一对电极头 2 对待焊组件施加电流并使待焊组件内部升温而形成熔核 7; 在通电结束后保压一段时间, 使焊点冷却, 从而使单面双点焊过程完成。

本申请实施例提出的一种电阻点焊方法由如上所述的电阻点焊装置执行。电阻点焊方法包括:

25 驱动一对电极在待焊组件的焊接面沿待焊组件的对称轴 6 两侧并列行进, 以使一对电极同步作用于待焊组件, 并在待焊组件内分别形成与一对电极的异形接触面 20 相对应的熔核 7;

其中, 一对熔核 7 相对于对称轴 6 对称设置, 和/或, 每个熔核 7 中处于待焊组件的下焊板 42 的熔核 7 截面面积大于处于待焊组件的上焊板 41  
30 的熔核 7 截面面积。

可见，由于利用如上所述的电阻点焊装置执行该电阻点焊方法，使得该电阻点焊方法具有上述电阻点焊装置的全部优点，在此不再赘述。

可理解的是，根据焊接工艺参数和熔核 7 所需力学性能的要求，同步更换一对电极的电极头 2，以利用具有最合适结构的异形接触面 20 的电极头 2 对待焊组件进行焊接，以达到单面双点焊的最优焊接效果。

以上实施方式仅用于说明本申请，而非对本申请的限制。尽管参照实施例对本申请进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本申请的技术方案进行各种组合、修改或者等同替换，都不脱离本申请技术方案的精神和范围，均应涵盖在本申请的权利要求范围内。

10

## 权利要求书

1、一种电阻点焊装置，包括位于待焊组件的同一焊接面上的一对电极，其特征在于，所述待焊组件设有对称轴，一对所述电极对称设置于所述对称轴的两侧，每个所述电极的一端均具有异形接触面，每个所述异形接触面分别相对于电极轴线向远离所述对称轴的方向偏移；

其中，所述异形接触面用于使所述电极形成的电流密度中心线相对于所述电极轴线向远离所述对称轴的方向偏移，和/或，用于使每个所述电极的电流密度在所述待焊组件内向远离所述焊接面的趋势偏转。

2、根据权利要求1所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述电极包括电极头和电极杆，所述电极头的一端可拆卸的套装于所述电极杆的端部，所述电极头的另一端构造有凸台，所述凸台的端面构造有所述异形接触面。

3、根据权利要求2所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述异形接触面包括第一接触面，所述第一接触面的几何中心位于所述电极轴线的远离所述对称轴的一侧。

4、根据权利要求3所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述异形接触面还包括第二接触面，所述第二接触面连接于所述第一接触面靠近所述对称轴的一侧，并且所述第一接触面的面积大于所述第二接触面的面积。

5、根据权利要求4所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述第一接触面和所述第二接触面分别设置于所述电极轴线的两侧，其中，所述第一接触面位于远离所述对称轴的一侧，所述第二接触面位于靠近所述对称轴的一侧。

6、根据权利要求2所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述凸台靠近所述对称轴的一侧构造有导向部，所述导向部连接于所述异形接触面与所述电极头的外壁之间；所述导向部相对于所述电极轴线倾斜，用于引导所述电流密度中心线相对于所述电极轴线向远离所述对称轴的一侧偏斜或倾斜。

7、根据权利要求2所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述电极头的一端构造有轴向设置的装配孔，所述电极杆的一端构造有能同轴插装于所述装配孔内的连接部。

8、根据权利要求7所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述装配孔

的侧壁上构造有滑槽，所述连接部的侧壁上构造有能滑动装配于所述滑槽内的滑块，所述滑槽和所述滑块均沿所述电极轴线设置。

9、根据权利要求7所述的电阻点焊装置，其特征在于，所述装配孔的端面构造有定位凹槽，所述连接部的一端构造有能同轴装配于所述定位凹槽内的定位凸台；所述连接部的另一端连接有杆体。

10、根据权利要求1至9任一项所述的电阻点焊装置，其特征在于，还包括底板和垫板，所述待焊组件包括上焊板和下焊板，所述上焊板和所述下焊板依序平铺于所述垫板和所述底板之间；所述垫板背向所述上焊板的表面为所述焊接面。

11、一种电阻点焊方法，其特征在于，由如权利要求1至10任一项所述的电阻点焊装置执行；所述电阻点焊方法包括：

驱动一对电极在待焊组件的焊接面沿所述待焊组件的对称轴两侧并列行进，以使一对所述电极同步作用于所述待焊组件，并在所述待焊组件内分别形成与一对所述电极的异形接触面相对应的熔核；

15 其中，一对所述熔核相对于所述对称轴对称设置，和/或，每个所述熔核中处于所述待焊组件的下焊板的熔核截面面积大于处于所述待焊组件的上焊板的熔核截面面积。

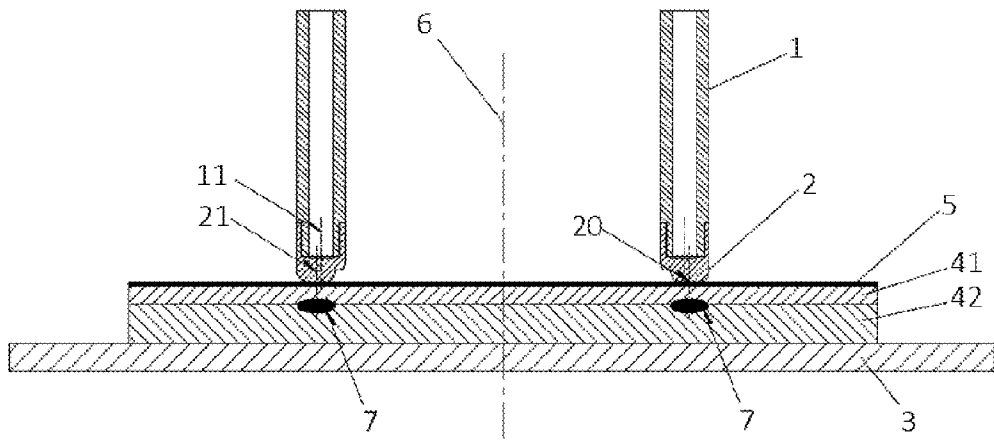


图 1

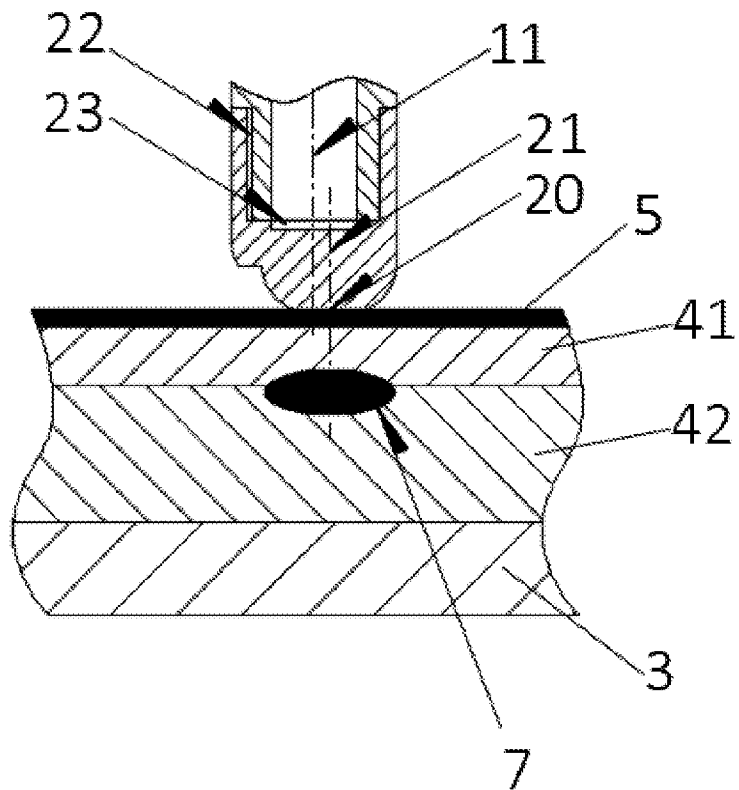


图 2

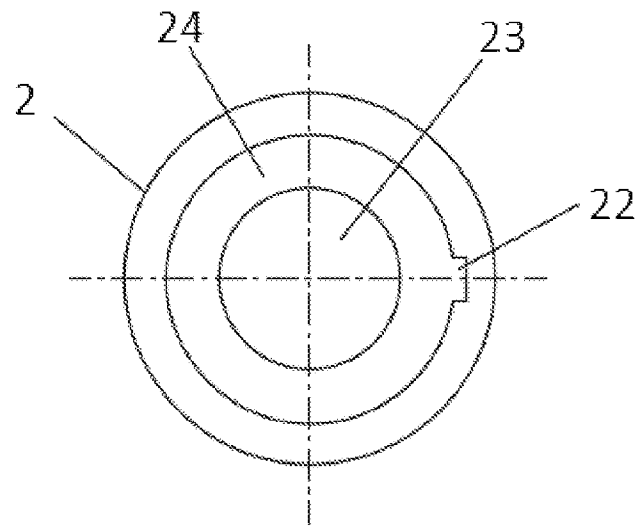


图 3

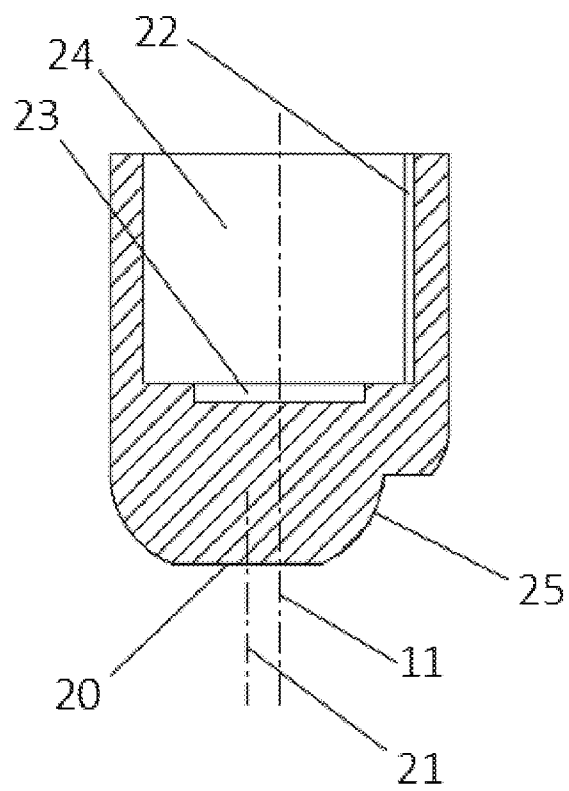


图 4

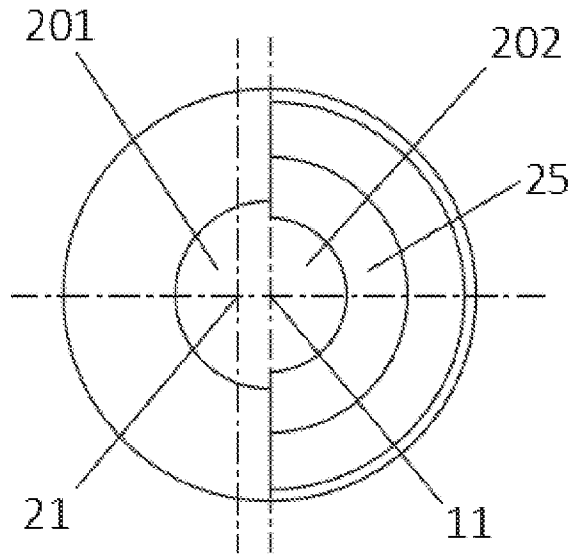


图 5

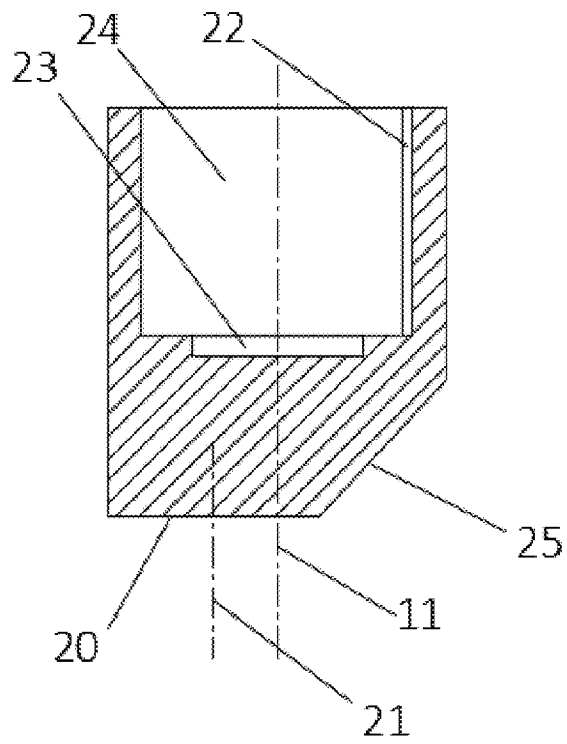


图 6

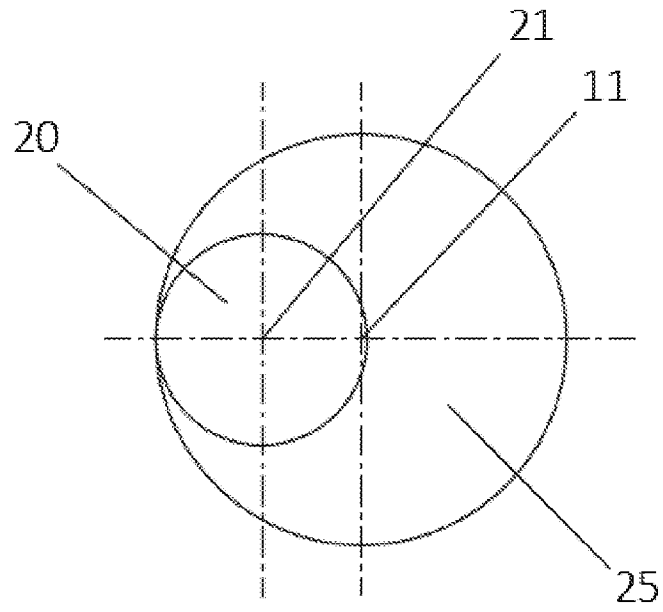


图 7

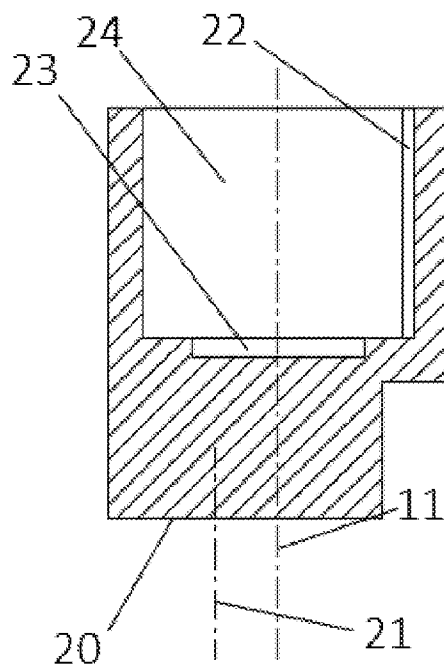


图 8

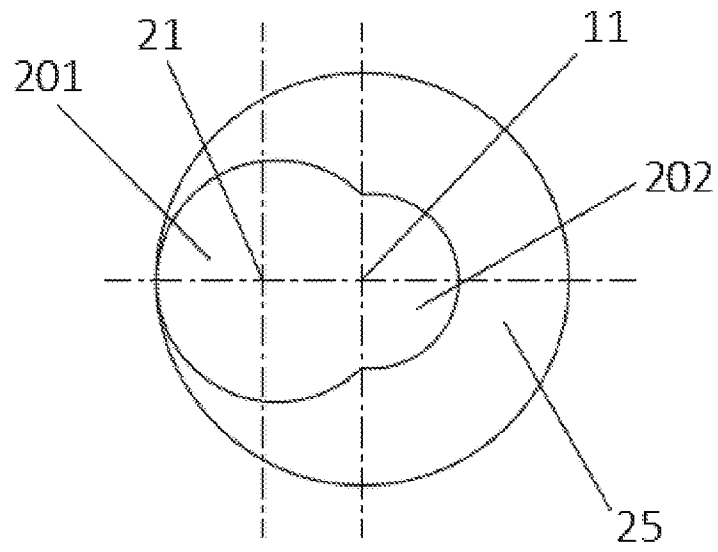


图 9

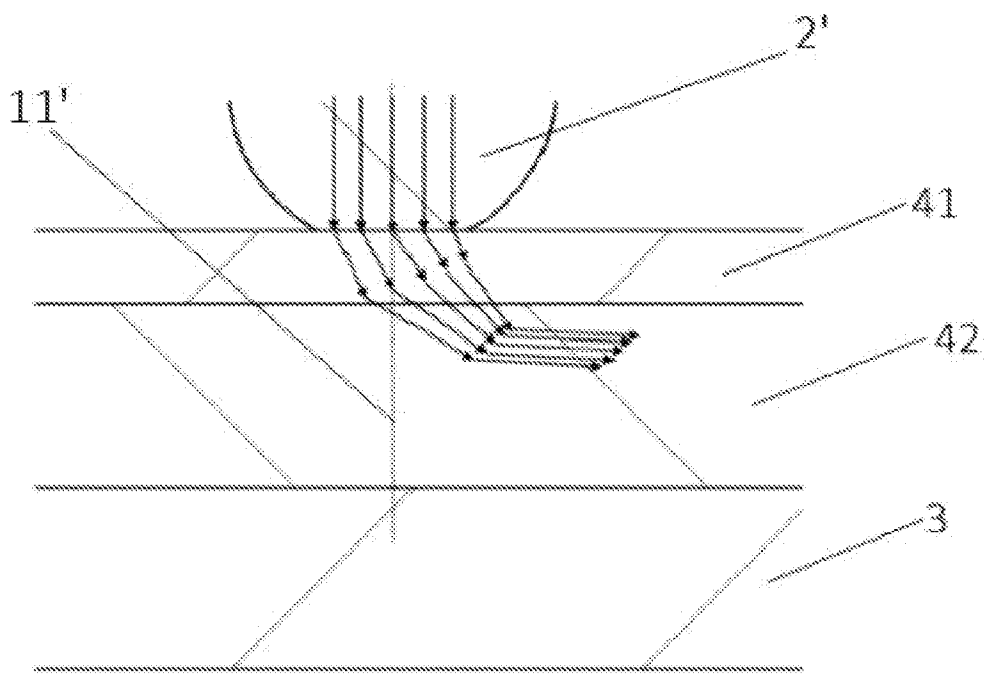


图 10

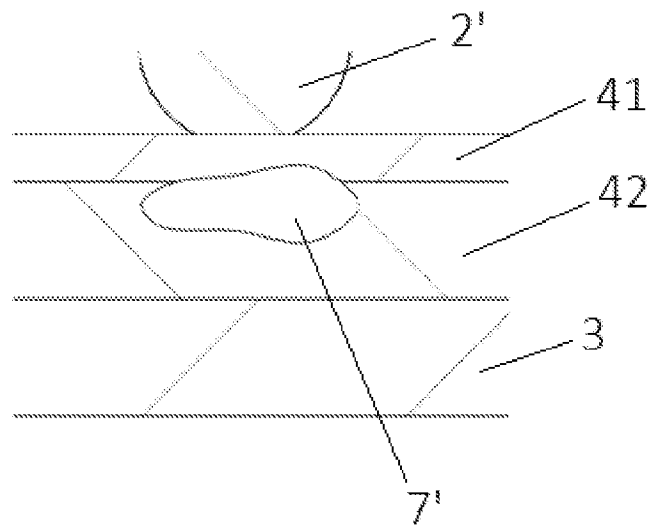


图 11

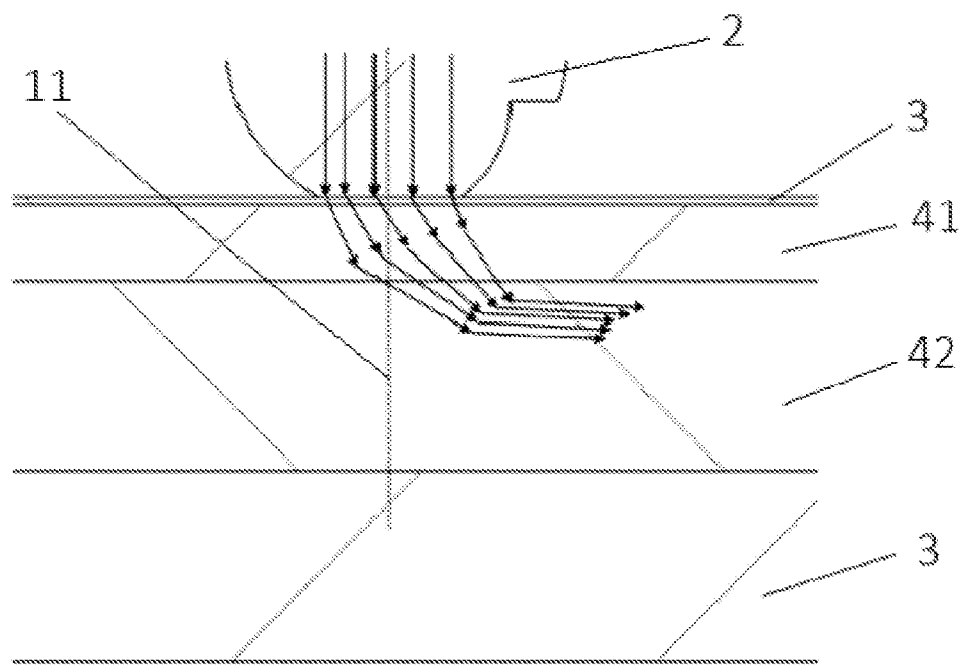


图 12

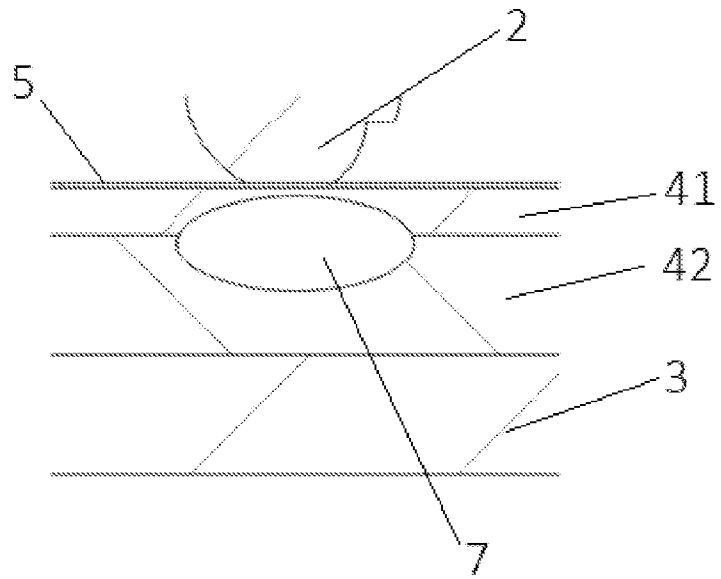


图 13

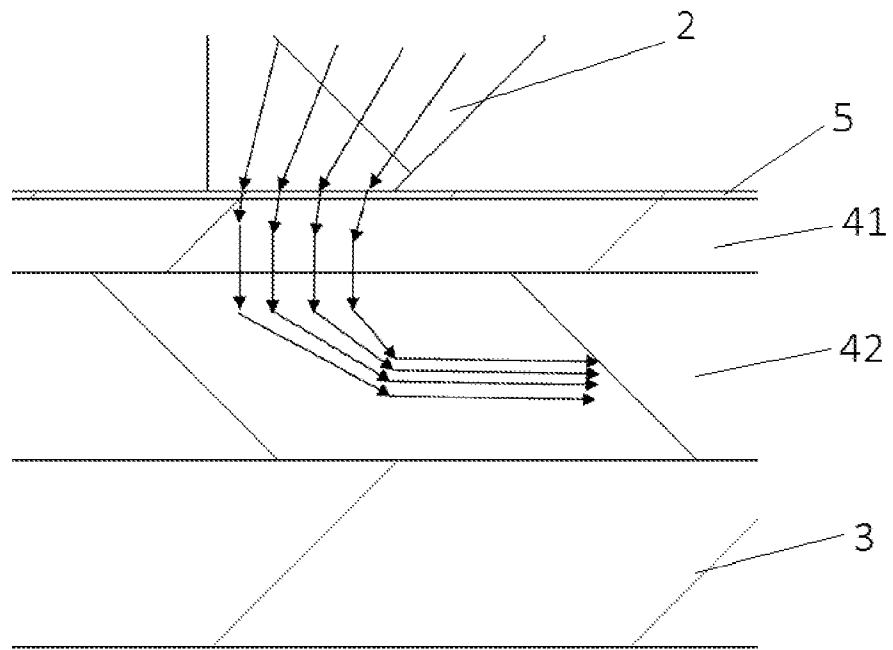


图 14

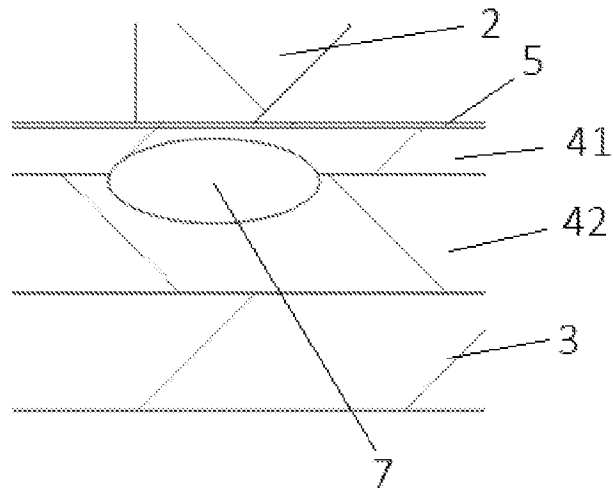


图 15

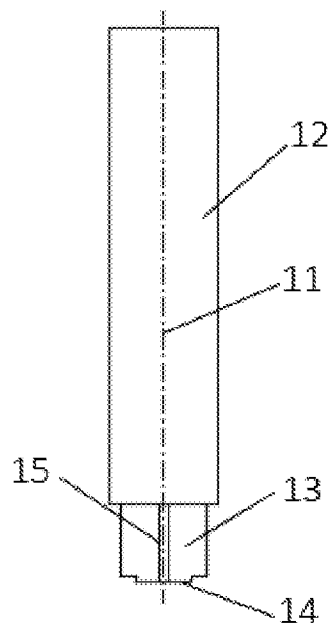


图 16

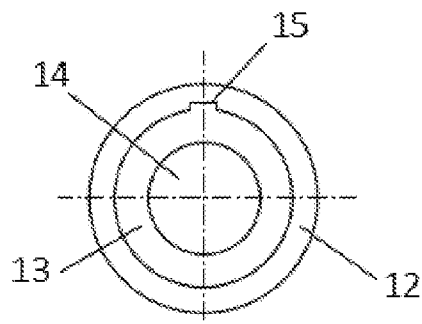


图 17

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/076530

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
B23K 11/11(2006.01)i; B23K 11/30(2006.01)i; B23K 11/36(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNKI, DWPI, SIPOABS, 电阻, 点焊, 电极, 对称轴, 异形, 接触面, 电流密度, 偏移, 偏转, resistance, spot, welding, electrode, axis, symmetry, special, shaped, contact, surface, current, density, deflect, offset, deviation.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112317935 A (CRRC QINGDAO SIFANG CO., LTD.) 05 February 2021 (2021-02-05) see claims 1-11	1-11
A	JP 0999378 A (NIPPON KOKAN K. K.) 15 April 1997 (1997-04-15) see description, paragraphs 20-34, figures 1-4	1-11
A	CN 105358283 A (JFE STEEL CORPORATION) 24 February 2016 (2016-02-24) see entire document	1-11
A	CN 101543933 A (SHAANXI UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 30 September 2009 (2009-09-30) see entire document	1-11
A	CN 210306208 U (GUIZHOU HONGHU ENGINE PARTS & COMPONENTS CO., LTD.) 14 April 2020 (2020-04-14) see entire document	1-11
A	JP 2016161078 A (KOBE STEEL LTD.) 05 September 2016 (2016-09-05) see entire document	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>01 July 2021</b>		Date of mailing of the international search report <b>21 July 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2021/076530**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	112317935	A	05 February 2021	None		
JP	0999378	A	15 April 1997	None		
CN	105358283	A	24 February 2016	US	10189111 B2	29 January 2019
				MX	371257 B	23 January 2020
				WO	2014207999 A1	31 December 2014
				EP	3015213 A4	27 July 2016
				KR	20160003862 A	11 January 2016
				US	2016144449 A1	26 May 2016
				EP	3015213 A1	04 May 2016
				MX	2015017258 A	19 April 2016
				KR	101827618 B1	08 February 2018
				CN	105358283 B	10 April 2018
				JP	WO2014207999 A1	23 February 2017
				EP	3015213 B1	01 May 2019
				JP	5949930 B2	13 July 2016
CN	101543933	A	30 September 2009	None		
CN	210306208	U	14 April 2020	None		
JP	2016161078	A	05 September 2016	None		

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>B23K 11/11(2006.01)i; B23K 11/30(2006.01)i; B23K 11/36(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>B23K</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS, CNKI, DWPI, SIPOABS, 电阻, 点焊, 电极, 对称轴, 异形, 接触面, 电流密度, 偏移, 偏转, resistance, spot, welding, electrode, axis, symmetry, special, shaped, contact, surface, current, density, deflect, offset, deviation.</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 112317935 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2021年 2月 5日 (2021 - 02 - 05) 参见权利要求1-11</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 0999378 A (NIPPON KOKAN KK) 1997年 4月 15日 (1997 - 04 - 15) 参见说明书第20-34段, 图1-4</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105358283 A (杰富意钢铁株式会社) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 参见全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101543933 A (陕西科技大学) 2009年 9月 30日 (2009 - 09 - 30) 参见全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 210306208 U (贵州红湖发动机零部件有限公司) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 参见全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016161078 A (KOBE STEEL LTD) 2016年 9月 5日 (2016 - 09 - 05) 参见全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 112317935 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2021年 2月 5日 (2021 - 02 - 05) 参见权利要求1-11	1-11	A	JP 0999378 A (NIPPON KOKAN KK) 1997年 4月 15日 (1997 - 04 - 15) 参见说明书第20-34段, 图1-4	1-11	A	CN 105358283 A (杰富意钢铁株式会社) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 参见全文	1-11	A	CN 101543933 A (陕西科技大学) 2009年 9月 30日 (2009 - 09 - 30) 参见全文	1-11	A	CN 210306208 U (贵州红湖发动机零部件有限公司) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 参见全文	1-11	A	JP 2016161078 A (KOBE STEEL LTD) 2016年 9月 5日 (2016 - 09 - 05) 参见全文	1-11
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 112317935 A (中车青岛四方机车车辆股份有限公司) 2021年 2月 5日 (2021 - 02 - 05) 参见权利要求1-11	1-11																					
A	JP 0999378 A (NIPPON KOKAN KK) 1997年 4月 15日 (1997 - 04 - 15) 参见说明书第20-34段, 图1-4	1-11																					
A	CN 105358283 A (杰富意钢铁株式会社) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 参见全文	1-11																					
A	CN 101543933 A (陕西科技大学) 2009年 9月 30日 (2009 - 09 - 30) 参见全文	1-11																					
A	CN 210306208 U (贵州红湖发动机零部件有限公司) 2020年 4月 14日 (2020 - 04 - 14) 参见全文	1-11																					
A	JP 2016161078 A (KOBE STEEL LTD) 2016年 9月 5日 (2016 - 09 - 05) 参见全文	1-11																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 7月 1日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 7月 21日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN)</p> <p>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>杨鹏</p> <p>电话号码 86-010-62085158</p>																					

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/076530

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	112317935	A	2021年 2月 5日	无			
JP	0999378	A	1997年 4月 15日	无			
CN	105358283	A	2016年 2月 24日	US	10189111	B2	2019年 1月 29日
				MX	371257	B	2020年 1月 23日
				WO	2014207999	A1	2014年 12月 31日
				EP	3015213	A4	2016年 7月 27日
				KR	20160003862	A	2016年 1月 11日
				US	2016144449	A1	2016年 5月 26日
				EP	3015213	A1	2016年 5月 4日
				MX	2015017258	A	2016年 4月 19日
				KR	101827618	B1	2018年 2月 8日
				CN	105358283	B	2018年 4月 10日
				JP	W02014207999	A1	2017年 2月 23日
				EP	3015213	B1	2019年 5月 1日
				JP	5949930	B2	2016年 7月 13日
CN	101543933	A	2009年 9月 30日	无			
CN	210306208	U	2020年 4月 14日	无			
JP	2016161078	A	2016年 9月 5日	无			