



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102858486 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 13

(21) 申请号 201080042869. 2

(22) 申请日 2010. 05. 25

(30) 优先权数据

61/234, 019 2009. 08. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/036034 2010. 05. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/019430 EN 2011. 02. 17

(73) 专利权人 安赛乐米塔尔研究与发展有限责
任公司

地址 西班牙塞萨托

(72) 发明人 W·侯

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 侯海燕

(51) Int. Cl.

B23K 11/11(2006. 01)

B23K 11/24(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4419558 A, 1983. 12. 06, 说明书第 2 栏第
15 行至第 5 栏第 51 行, 图 1-2.

CN 2357875 Y, 2000. 01. 12, 说明书正文第 2
页第 4 段至第 4 页第 3 段, 图 1-8.

US 6225598 B1, 2001. 05. 01, 全文 .

CN 1215642 A, 1999. 05. 05, 全文 .

CN 1234307 A, 1999. 11. 10, 全文 .

审查员 王勇

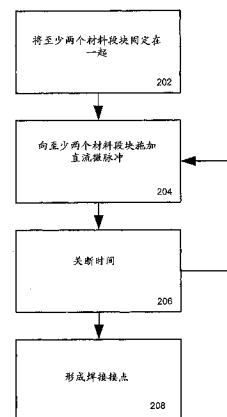
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系
统

(57) 摘要

描述了用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方
法和系统。一种描述的方法包括通过经由第一电
极和第二电极向至少两个材料段块施加多个直流
微脉冲形成焊接接点。



1. 一种用于电阻点焊钢板的方法,包括:

在多个 1ms 至 10ms 的焊接电流开启时间内通过至少两个电极向至少两个钢板施加一个或多个直流微脉冲而局部熔融所述钢板,并且将所述焊接电流开启时间与 1ms 至 10ms 的焊接电流关断时间交替,在所述焊接电流关断时间内没有电流或相对于直流微脉冲非常低的电流通过所述两个电极被施加到钢板;以及

使所述局部熔融的钢板凝固成将所述钢板接合在一起的可成形焊接熔核。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中,在所述焊接电流关断时间期间没有电流通过所述两个电极被施加到钢板。

3. 根据权利要求 1 的方法,其中,在所述焊接电流关断时间期间相对于直流微脉冲非常低的电流通过所述两个电极被施加到钢板。

4. 根据权利要求 1 的方法,其中,所述焊接熔核具有精细微结构。

5. 根据权利要求 1 的方法,其中,所述焊接熔核为 5 至 7mm。

6. 根据权利要求 1 的方法,还包括:重复所述施加、交替和凝固步骤,以沿所述钢板之间的缝形成多个焊接熔核。

7. 根据权利要求 1 的方法,其中,所述钢板是热浸镀锌钢板。

8. 根据权利要求 1 的方法,还包括:

在所述施加直流微脉冲期间用焊接力将所述钢板按压在一起。

9. 根据权利要求 8 的方法,其中,所述焊接力在 1kN 和 10kN 之间。

10. 根据权利要求 9 的方法,其中,所述直流微脉冲具有在 1kA 和 20kA 之间的大小。

11. 根据权利要求 1 的方法,其中,所述直流微脉冲具有在 1kA 和 20kA 之间的大小。

12. 一种用于施加直流微脉冲以建立电阻点焊的系统,所述系统包括:

第一电极和第二电极,所述第一电极和第二电极被配置成通过向至少两个钢板施加直流微脉冲而形成将所述至少两个钢板接合在一起的焊接熔核;以及

与第一电极和第二电极通信的焊接控制器,所述焊接控制器被配置成在多个 1ms 至 10ms 的焊接电流开启时间内通过所述电极向所述钢板施加一个或多个直流微脉冲而局部熔融所述钢板,并且还被配置成将所述焊接电流开启时间与 1ms 至 10ms 的焊接电流关断时间交替,在所述焊接电流关断时间内没有电流或相对于直流微脉冲非常低的电流通过所述两个电极被施加到钢板。

13. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成在焊接电流关断时间期间没有电流通过所述两个电极被施加到钢板。

14. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成在焊接电流关断时间期间相对于直流微脉冲非常低的电流通过所述两个电极被施加到钢板。

15. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成形成具有精细微结构的焊接熔核。

16. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成形成尺寸为 5 至 7mm 的焊接熔核。

17. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述电极被配置成用焊接力将所述钢板按压在一起。

18. 根据权利要求 17 的系统,其中,所述焊接力在 1kN 和 10kN 之间。

19. 根据权利要求 18 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成施加大小在 1kA 和 20kA 之间的直流微脉冲。

20. 根据权利要求 12 的系统,其中,所述焊接控制器被配置成施加大小在 1kA 和 20kA 之间的直流微脉冲。

用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用和对于优先权的要求

[0002] 本申请要求在 2009 年 8 月 14 日提交的发明名称为“Micro Pulsing Resistance Spot and Seam Welding Method for Sheet Metal Jointing”的美国临时申请系列 No. 61/234019 的权益,在此加入其全部公开作为参考并且要求其作为优先权。

技术领域

[0003] 本发明涉及焊接,更特别地,涉及用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统;包括电阻点焊,包括可用于以延长的电极寿命、增强的焊接电流范围、大的焊接尺寸(高的焊接接点强度)和焊接熔核中的最精细的微结构焊接相同或不同的板材的电阻点焊方法。该方法特别适于(但不限于)接合诸如 USIBOR、热浸镀锌钢板等的具有不同(重度、氧化)涂层的板材金属。

背景技术

[0004] 在电阻点焊的典型例子中,一对电极通过预定的力将两个或更多个材料段块夹在一起,并且在电极的尖端之间使焊接电流通过材料段块。当焊接电流流过材料的段块时,材料对于电流的电阻导致材料加热到它们的固有的熔点。得到的熔融的材料在预定的夹紧力下凝固以形成焊接接点或熔核。

[0005] 常规的用于将两个或更多个板材段块焊接在一起的电阻点焊工艺可施加交流电流(AC)或直流电流(DC)。操作电流范围被定义为用于设计的最小焊接尺寸的焊接电流(最小焊接电流)和冲出(expulsion)焊接电流(最大焊接电流)之间的焊接电流值。输入的焊接电流可以是一个或更多个脉冲。每个焊接电流脉冲的时间的范围可以为从每秒 1 个循环到每秒 60 或更多个循环。

[0006] 焊接电流范围被定义为产生最小焊接熔核尺寸所需要的下限(即,最小)焊接电流与导致熔融金属喷溅的上限(即,最大)焊接电流之间的差值。电阻点焊(RSW)可焊接性测试揭示,当使用 DC 焊接电流模式时,对于细规格(0.91mm) **USIBOR® 1500P**不存在稳定的焊接电流范围,并且对于 1.52mm **USIBOR® 1500P**存在非常窄的焊接电流范围。RSW 可焊接性测试还表示,当使用 AC 焊接电流时,存在稳定的焊接电流范围。实验结果表明 DC 的电极尖端面的劣化速度远比 AC 高。使用较高的焊接力、较长的焊接时间和较大尺寸的电极可放大 DC 焊接的焊接电流范围。但是,实验结果还发现,从焊接参数优化方面,电极寿命的提高非常有限。

[0007] 低频直流(DC)电阻焊接设备和中频直流(MFDC)电阻焊接设备均对于焊接产生恒定的次级 DC 电流输出。中频直流(MFDC)电阻焊接设备利用 400 ~ 2500Hz 的频率脉冲而不是基本交流的频率(50 或 60Hz),以将初级电流转换成次级电流。因此,与 AC 和低频 DC 焊接设备相比,MFDC 焊接设备的尺寸明显减小。MFDC 电阻焊接设备的输出焊接电流保持恒定。并且,MFDC 焊接设备不导致电源线扰动,电源线扰动是低频率 DC 和 AC 焊接设备的情况。

[0008] MFDC 电阻点焊设备由于其小的尺寸、轻的重量和可控制性被广泛用于汽车、器具和航空器制造业,并且,它特别适于机器人应用。另一方面,AC RSW 设备的尺寸、重量和/或控制不适于相同的应用。因此,开发新型的电阻点焊方法以获得具有更大的焊接电流范围、延长的电极寿命、焊接熔核中的精细微结构、优异的焊接接点强度或这些特征的任意组合的稳健的电阻点焊工艺会是有利的。

发明内容

[0009] 这里公开的实施例提供用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统。

[0010] 例如,用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统的一个实施例包括通过经由第一电极和第二电极向至少两个材料段块施加多个直流微脉冲形成焊接接点的步骤。用于使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统的另一实施例包括包括被配置为通过向至少两个材料段块施加多个直流微脉冲形成将至少两个材料段块接合在一起的焊接接点的第一电极和第二电极的系统。

[0011] 阅读示例性实施例的以下的详细的描述并观看附图,包括构成本发明的一部分的装置、系统、方法、套件、物品和组件等的本发明的各种方面的其它实施例和其它细节将变得更加明显。应当理解,本发明在其应用上不限于在以下的描述、附图和权利要求中阐述的细节,而能够体现为其它的实施例并以各种方式被实现或实施。

附图说明

[0012] 当参照附图阅读以下的具体实施方式时,可以更好地理解本发明的这些和其它特征、方面和优点。其中:

[0013] 图 1 是根据本发明的实施例的使用直流微脉冲的电阻点焊的第一方法的流程图;

[0014] 图 2 是根据本发明的实施例的使用直流微脉冲的电阻点焊的第二方法的流程图;

[0015] 图 3 是根据本发明的实施例的使用直流微脉冲的电阻点焊的系统的框图;

[0016] 图 4 是表示根据本发明的实施例的 MPDC 工艺、常规的 MFDC 工艺、常规的 AC 工艺的测量的焊接电流波形的例子的示图;

[0017] 图 5 是表示常规的 MFDC 工艺和根据本发明的实施例的 MPDC 工艺的测量的焊接电流范围比较的例子的示图;

[0018] 图 6 是表示常规的 MFDC 工艺和根据本发明的实施例的 MPDC 工艺的测量的焊接尺寸和焊接电流比较的例子的示图;

[0019] 图 7A 和图 7B 是分别通过常规的 DC 工艺和根据本发明的实施例的 MPDC 工艺形成的焊接熔核的微结构的示图。

具体实施方式

[0020] 现在详细参照附图所示的本发明的示例性实施例和方法,其中,类似的附图标记在图中始终表示类似或相应的部分。但是,应当注意,本发明在其更宽的方面上不限于关于示例性实施例和方法表示和描述的特定的细节、代表性的装置和方法以及解释性的例子。

[0021] 在使用直流微脉冲的电阻点焊的一个示例性方法中,一对电极通过预定的焊接或夹紧力将两个材料段块(即,工件)固定在一起。该对电极可包含铜基合金,并且通过诸如

约 5kN 的设计的焊接力将两个材料段块固定在一起。焊接控制器与电极通信,并被配置为控制包括焊接力、焊接电流大小、焊接持续期、焊接总次数和关断时间持续期的一个或更多个焊接参数。

[0022] 一对电极向一对电极之间的至少两个材料段块施加多个直流微脉冲。多个直流微脉冲可包含被一系列的短的关断时间分开的一系列的短的(例如,1 毫秒到 10 毫秒)直流脉冲。每个直流微脉冲的大小可以为 1 到大于 20000 安培(例如,5000 安培)。通过使用一系列的直流微脉冲,两个材料段块局部熔融,由此形成将两个材料段块结合在一起的焊接接点。

[0023] 现在参照附图,在几附图中,类似的附图标记表示类似的要素,图 1 是根据本发明的实施例的使用直流微脉冲的电阻点焊的第一方法的流程图。方法在 102 中从一对电极向至少两个材料段块施加多个直流微脉冲开始。材料可包含适于电阻点焊的各种物质,诸如一种或更多种类型的诸如钢的金属。焊接材料的规格可基于焊接接点的设计改变。例如,在一个实施例中,至少两个材料段块包含两个段块 0.91mm **USIBOR® 1500P** 钢。

[0024] 每个直流微脉冲可包含具有 1 ~ 10 毫秒 (ms) 的持续期的 1 到大于 20000 千安培 (kA) 的脉冲。在其它的实施例中,直流微脉冲可持续约 1 ~ 10ms,并具有 1 ~ 20kA (即,1000 安培 ~ 20000 安培) 的大小。每个直流微脉冲可被焊接电流关断时间分离。每个焊接电流关断时间可持续约 1 ~ 10ms。在焊接电流关断时间期间,不向至少两个材料段块施加电流或施加非常低的电流。

[0025] 在一些实施例中,焊接电流关断时间可以是与焊接电流开启时间(或微脉冲持续期)基本上相同的持续期。在其它的实施例中,焊接电流关断时间与焊接电流开启时间不同。

[0026] 通过施加多个直流微脉冲,在 104 中形成将至少两个材料段块接合在一起的焊接接点。可以形成或产生一个或更多个焊接接点或焊接熔核。在一个实施例中,沿两种材料之间的缝产生多个焊接接点。

[0027] 图 2 是根据本发明的实施例的使用直流微脉冲的电阻点焊的第二方法的流程图。在步骤 202 中,至少两个材料段块被固定在一起。一对电极可在预定的焊接力下将材料固定在一起。预定的力可以为约 1 ~ 10 千牛 (kN)。作为一个例子,电极可以以约 5kN 的力固定材料的段块。在一些实施例中,多于两个的材料段块被固定在一起。

[0028] 然后,在 204 中向至少两个材料段块施加直流微脉冲。直流微脉冲中的每一个的大小可以为 1kA ~ 20kA。直流微脉冲中的每一个的持续期可以为 1ms ~ 10ms。

[0029] 在在 204 中施加直流微脉冲之后,在 206 中在关断时间期间关断焊接电流。在关断时间 206 期间,可以不施加电流,或者可以施加非常小的电流。关断时间的持续期可以为 1ms ~ 10ms。

[0030] 步骤 204 和 206 可根据需要被重复以形成焊接接点。焊接强度由每个直流微脉冲 204 和关断时间 206 的总数和持续期确定。在图 2 所示的方法中,直流微脉冲 204 将两个电极之间的局部材料加热到熔融温度,由此形成焊接接点或焊接熔核。

[0031] 图 3 是根据本发明的实施例的用于使用直流微脉冲的电阻点焊的系统的框图。如图 3 所示,装置包含第一电极 302 和第二电极 304。第一电极 302 和第二电极 304 均被示为与焊接控制器 310 通信。

[0032] 第一电极 302 和第二电极 304 将第一材料段块 306 和第二材料段块 308 夹持或保持在一起。电极 302、304 通过预定的力将材料 306 和 308 保持在一起。第一电极 302 和第二电极 304 被配置为向工件施加诸如直流微脉冲的电脉冲。

[0033] 焊接控制器 310 可控制焊接工艺的各种焊接参数。焊接参数包含焊接力、焊接频率（即，焊接脉冲和关断时间的持续期）、总焊接时间（即，焊接脉冲的总数）和焊接电流。焊接控制器 310 可至少部分地基于焊接计划的特定特性操纵各种焊接参数。例如，焊接控制器 310 可至少部分地基于将至少两个材料段块接合在一起的焊接接点的接点设计、至少两个材料段块中的至少一个的规格、至少两个材料段块中的至少一个的涂层、至少两个材料段块中的至少一个的材料化学成分、至少两个材料段块中的至少一个的一种或更多种机械性能、电极对的尺寸或焊接力的大小中的一个控制一个或更多个焊接参数。

[0034] 在一些实施例中，作为焊接控制器 310，可以使用市售的 MFDC 电阻点焊控制器。作为一个例子，焊接控制器 310 可包含 Welding Technology Corporation 的 3000 Series Welding Control。

[0035] 图 4 是表示根据本发明的实施例的 MPDC 工艺、常规的 MFDC 工艺和常规的 AC 工艺的测量的焊接电流波形的例子。左面所示的 y 轴表示以千安培 (kA) 为单位测量的电流。x 轴表示以毫秒 (ms) 为单位测量的焊接时间。根据图 4 所示的实施例，对于微脉冲直流 402、MFDC 焊接设备的直流电流 404 和交流电流 406 表示波形或随时间的电流的测量。

[0036] 如图 4 所示，一种用于电阻点焊的常规的方法向工件施加稳态直流电流 404。稳态直流电流 404 可以为约 5kA（该电流基于接合材料和规格从 1 到大于 20kA 改变），并且持续焊接工艺的持续期。另一用于电阻点焊的常规的方法向工件施加交流电流 406。如图 4 所示，交流电流 406 以约 15ms 的周期周期性在约负七 (-7) kA 和正七 (+7) kA 之间交变（电流基于接合材料和规格从 1 到大于 20kA 改变）。

[0037] 与常规的电阻点焊方法相比，使用直流微脉冲 402 的电阻点焊使用一系列的短直流脉冲或微脉冲。这种短直流脉冲（即，微脉冲）与一般包含超过 40ms 的脉冲尖峰宽度的常规的电流脉冲循环截然不同。如图 4 所示，每个微脉冲持续约 4ms，并且后面跟随持续约 4ms 的关断时间。脉冲电流和随后的关断时间的持续期可仅持续几毫秒，例如，约 1 ~ 10ms。在一个实施例中，直流微脉冲和关断时间分别持续 1ms。在其它的实施例中，直流微脉冲和关断时间分别持续 2ms、3ms、3.5ms、4ms、4.5ms、5ms 或 10ms。

[0038] 直流微脉冲之间的关断时间可以为相当的长度，例如，约 1 ~ 10ms。在一些实施例中，直流微脉冲的长度基本上等于关断时间的长度。在其它的实施例中，直流微脉冲的长度与关断时间的长度不同。作为一个例子，具有 100 个直流微脉冲的焊接可具有约 800ms 的总焊接时间，其中每个直流微脉冲持续 5ms，并且，每个关断时间循环持续 3ms。多个直流微脉冲可以为 3 个或更多个的任何数量，例如，5、10、50、80、100 或更多个的微脉冲。

[0039] 可基于焊接接点设计从电阻点焊器的焊接电流控制器调整每个微脉冲的焊接电流的大小、焊接电流开启和关断时间和微脉冲的总数（或总焊接时间）。直流微脉冲的大小可至少部分地基于要被焊接在一起的材料的性能和规格。例如，直流微脉冲的大小可基于：工件的规格、工件的涂层、工件的材料化学成分、工件的机械性能、电极的尺寸、施加的焊接力和总焊接时间。

[0040] 微脉冲电阻点焊提供优于常规的点焊工艺的几个优点。微脉冲电阻点焊的一个优

点是电极尖端具有更长的有用的寿命。在常规的点焊工艺中,电极会劣化,并且具有小于200次焊接的有用寿命。但是,使用微脉冲电阻点焊,电极寿命可扩展到500或更多次焊接。

[0041] 图5是表示常规的MFDC工艺和根据本发明的实施例的MPDC的测量的焊接电流范围比较的例子的示意图。常规的中频直流电阻点焊工艺由DC曲线502、504表示。根据本发明的一个实施例的微脉冲直流点焊工艺由MPDC曲线506、508表示。使用0.91mm **USIBOR® 1500P**在焊接工艺期间测量常规的和微脉冲直流焊接。在焊接工艺期间,分别具有6.0mm直径的一对圆顶电极用5.0kN的力夹紧.91mm **USIBOR® 1500P**。焊接时间为20个循环。

[0042] 第一对曲线,即DC压印直径502和MPDC压印直径506,示出测试的焊接工艺期间的电极尖端压印的直径。对于这些压印直径曲线,示图的左面的y轴以毫米(mm)为单位表示压印的直径,x轴表示焊接的次数。第二对的曲线,即DC电流504和MPDC电流508,示出在测试的焊接工艺期间测量的电流范围。对于这些电流范围曲线,图右的y轴以kA为单位表示电流,而x轴表示焊接的次数。

[0043] 根据MPDC压印直径506,在500次焊接之后,微脉冲直流焊接保持相对稳定的电极尖端压印尺寸(与5.0mm的原始尖端面直径相比,为约4.5mm),其中电流范围为约2.11kA~约1.72kA。另一方面,在常规的工艺中,如直流压印直径502所示,电极尖端压印仅在200次焊接之后就下降为低于4.0mm。同时,直流工艺的焊接电流范围仅为0.29kA。因此,与其它的常规的电阻点焊工艺相比,MPDC工艺提供更长的有用电极寿命和优异的焊接电流范围。

[0044] 微脉冲电阻焊接的另一优点是具有更大的焊接电流范围。图6是表示常规的MFDC工艺和根据本发明的实施例的MPDC工艺的焊接尺寸和焊接电流比较的示意图。常规的直流电阻点焊工艺由DC曲线604表示。根据本发明的一个实施例的微脉冲直流点焊由MPDC曲线602表示。左面所示的y轴以毫米(mm)为单位表示焊接尺寸(即,焊接熔核或焊接接点的尺寸)。x轴以kA为单位表示焊接电流。常规的和微脉冲直流焊接均在使用0.91mm **USIBOR® 1500P**的焊接工艺期间被测量。在焊接工艺期间,分别具有5.0mm直径的一对圆顶电极用3.0kN的力夹紧.91mm **USIBOR® 1500P**。焊接时间为14个循环。

[0045] 如图6所示,对于+4mm的可靠的焊接尺寸,常规的直流电阻点焊工艺604具有相对较小的焊接电流范围(约4.6kA~5.75kA)。另一方面,使用直流微脉冲的电阻点焊的焊接电流范围几乎加倍,为约4.75kA~6.75kA。

[0046] 使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统,与常规的电阻点焊方法相比,由于更宽的焊接电流范围,因此还可产生更大的焊接接点尺寸。与诸如MFDC的常规的焊接工艺相比,MPDC焊接电流范围宽得多。因此,可使用高得多的焊接电流制造焊接接点。使用直流微脉冲的电阻点焊制成的焊接熔核尺寸远大于通过常规的焊接工艺制作的焊接熔核尺寸。如图6所示,在相同的条件下,常规的焊接技术可产生不大于5mm的焊接尺寸,而MPDC工艺产生5~7mm的焊接尺寸。因此,与常规的焊接方法相比,使用直流微脉冲实现的更大的焊接接点导致更大的焊接接点强度。在一个方案中,由于没有观察到界面断裂模式,因此,MPDC方法的剥离样品的断裂模式是更有利的。

[0047] 与常规的焊接方法相比,MPDC方法可在焊接熔核中产生更精细的微结构。图7A

和图 7B 是分别通过常规的 DC 工艺和根据本发明的实施例的 MPDC 工艺形成的焊接熔核的微结构的示意图。图 7A 示出通过常规的 DC 焊接制造的焊接熔核的微结构。图 7B 示出对于 0.91mm **USIBOR® 1500P** 通过 MPDC 工艺制造的焊接熔核。如图 7A 和图 7B 所示,MPDC 方法产生“干净的”焊接熔核微结构,这增强焊接接点完整性。在一些实施例中,MPDC 方法产生没有氧化的 Al/Si 夹杂的焊接熔核,这可产生更强的焊接接点。

[0048] MPDC 方法会以窄的焊接电流尖峰在接合表面上击破高电阻界面接触层,这使得该方法特别适于具有不同的涂层(例如,氧化铝涂层、热浸镀锌涂层)的接合板金属材料或氧化钢表面。

[0049] 使用 MPDC 的电阻点焊可在各种工业上具有广泛的应用,这些工业包括:汽车工业、器具制造工业、航空器制造工业、农机制造工业和其它制造和/或制作工业。使用直流微脉冲的电阻点焊的方法和系统的一个优点是可焊接的材料广度。可有效地通过使用 MPDC 电阻点焊焊接不能通过使用常规的 DC 焊接工艺焊接的一些材料。

[0050] 出于解释本发明的原理及其实际应用的目的提供了本发明的某些示例性实施例的以上的详细的描述,由此使得本领域技术人员能够对于各种实施例并通过适于设想的特定的使用的各种变更方式理解本发明。该描述不是穷尽的或者不是要将本发明限于公开的确切的实施例。虽然以上详细公开了几个实施例,但是,其它的实施例是可能的,并且本发明人希望使它们包含于本说明书和所附的权利要求的范围内。说明书描述了特定的例子,以实现可以以另一方式实现的更一般的目标。对于本领域技术人员来说,变更方式和等同物是十分明显的,并且包含于所附的权利要求和它们的适当的等同物的精神和范围内。本公开意图是示例性的,并且,权利要求是要覆盖本领域技术人员可预想的任何变更方式或替代方案。

[0051] 只有使用文字“用于...的装置”的权利要求要根据 35 USC 112 第 6 段被解释。并且,来自说明书的限制均不要被加入任何权利要求中,除非在权利要求中明确包含这些限制。

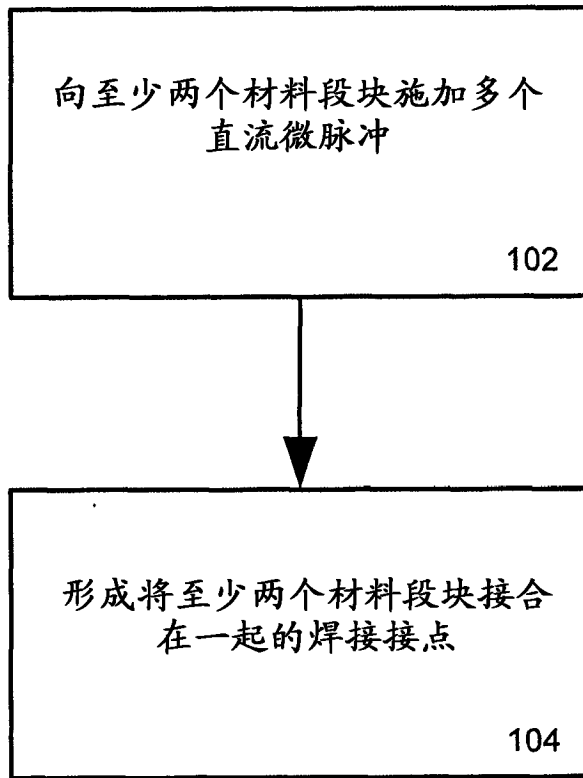


图 1

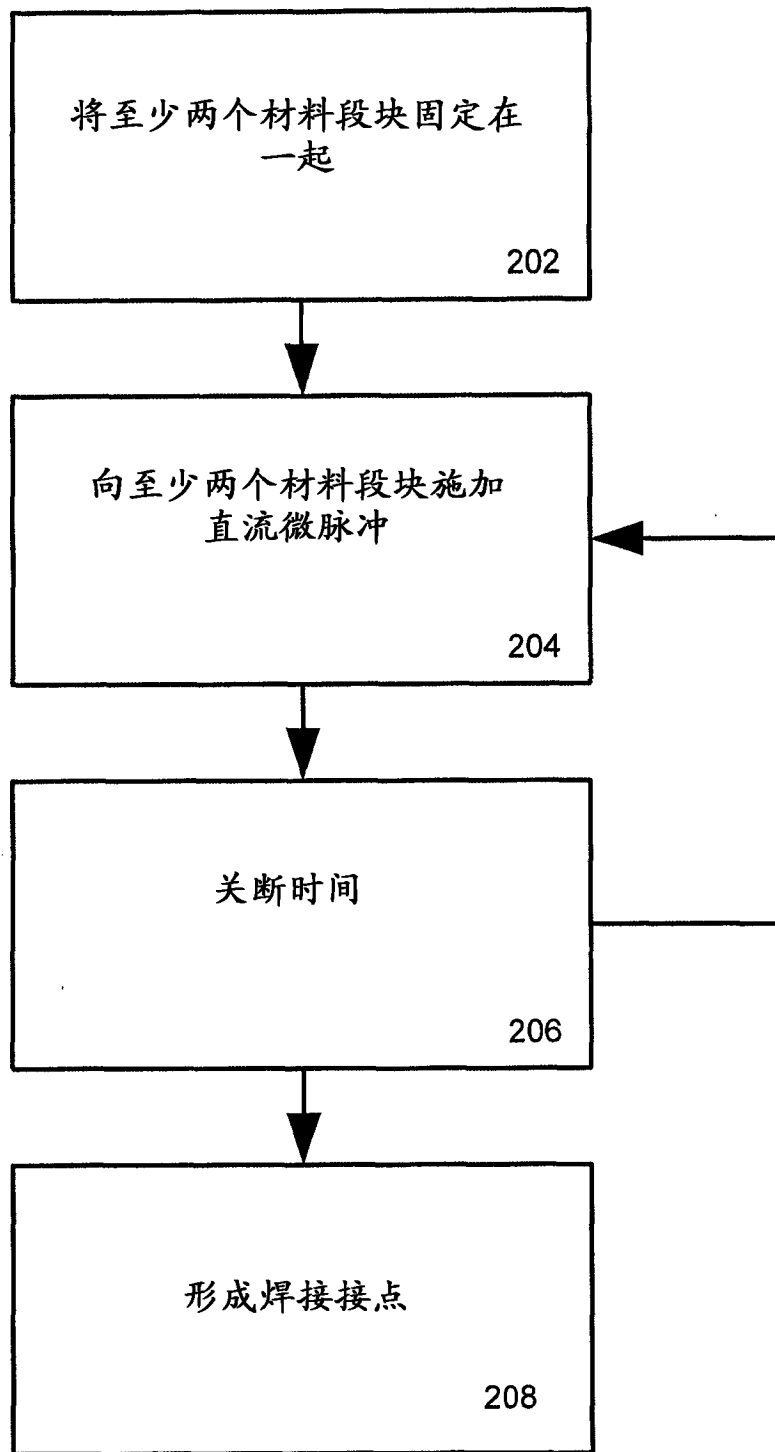


图 2

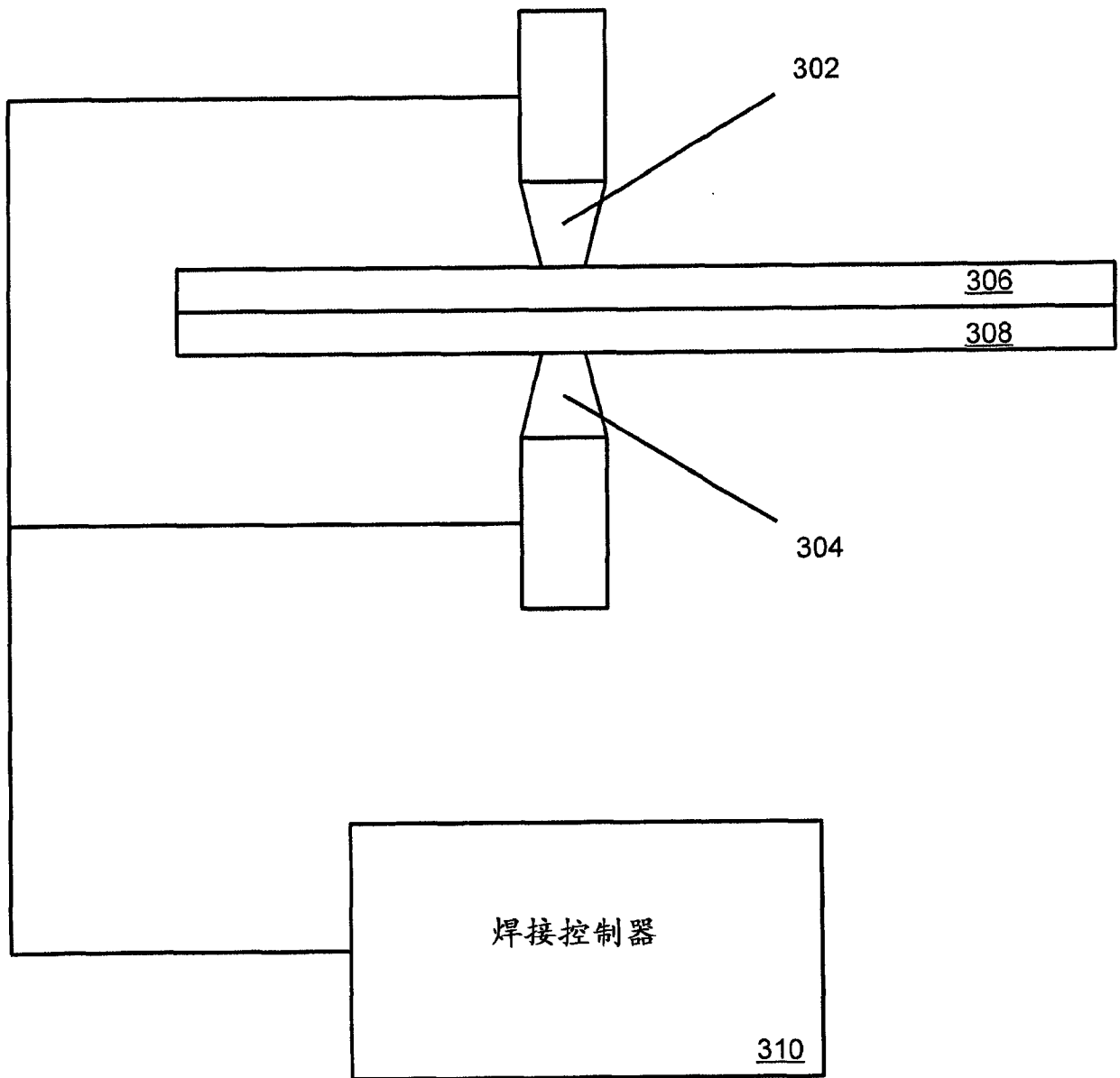


图 3

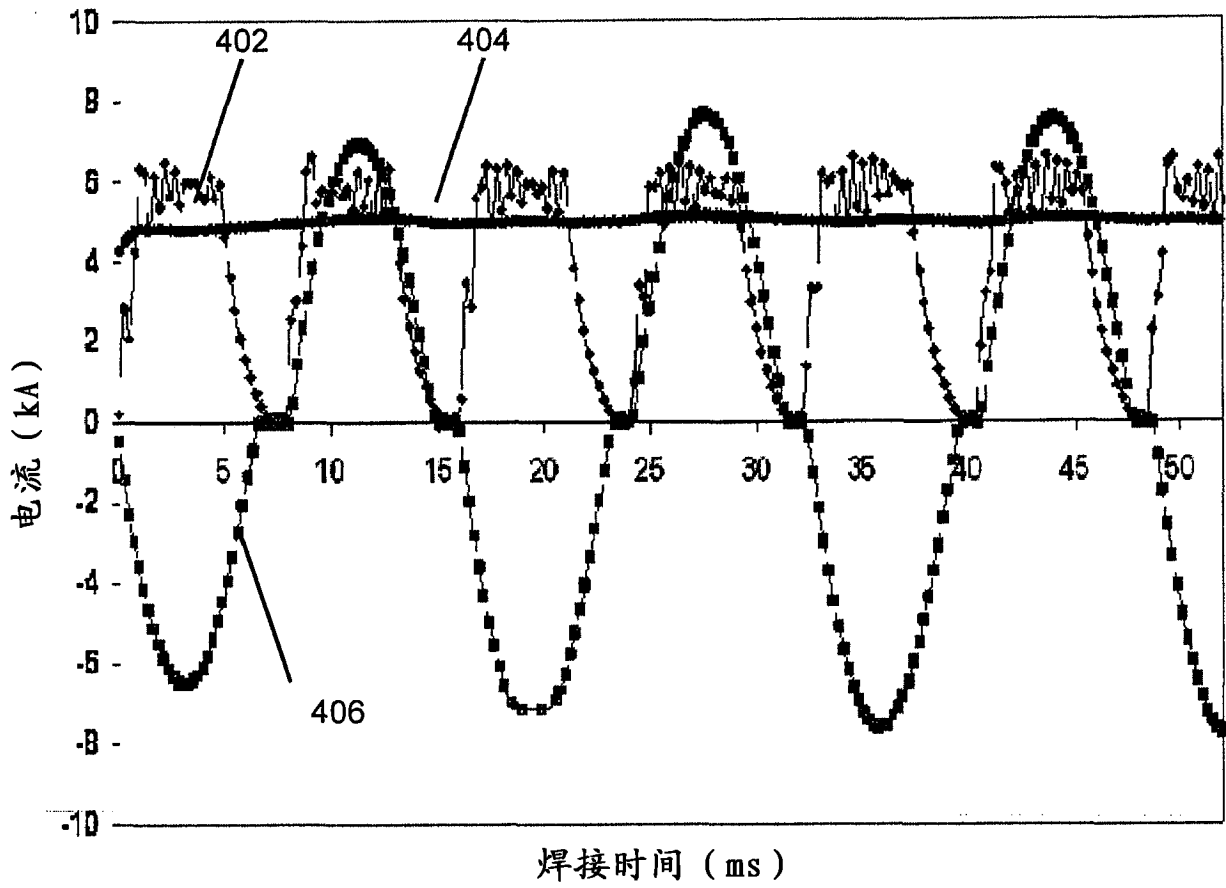


图 4

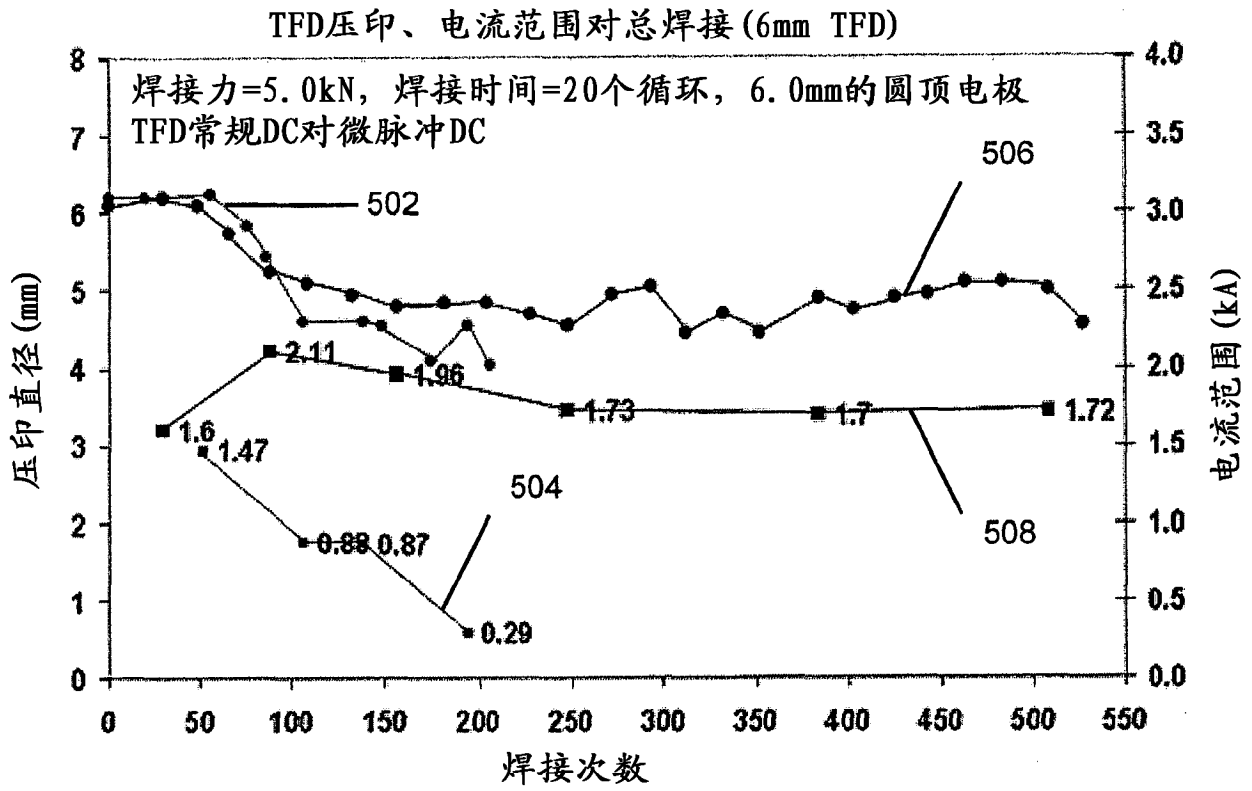


图 5

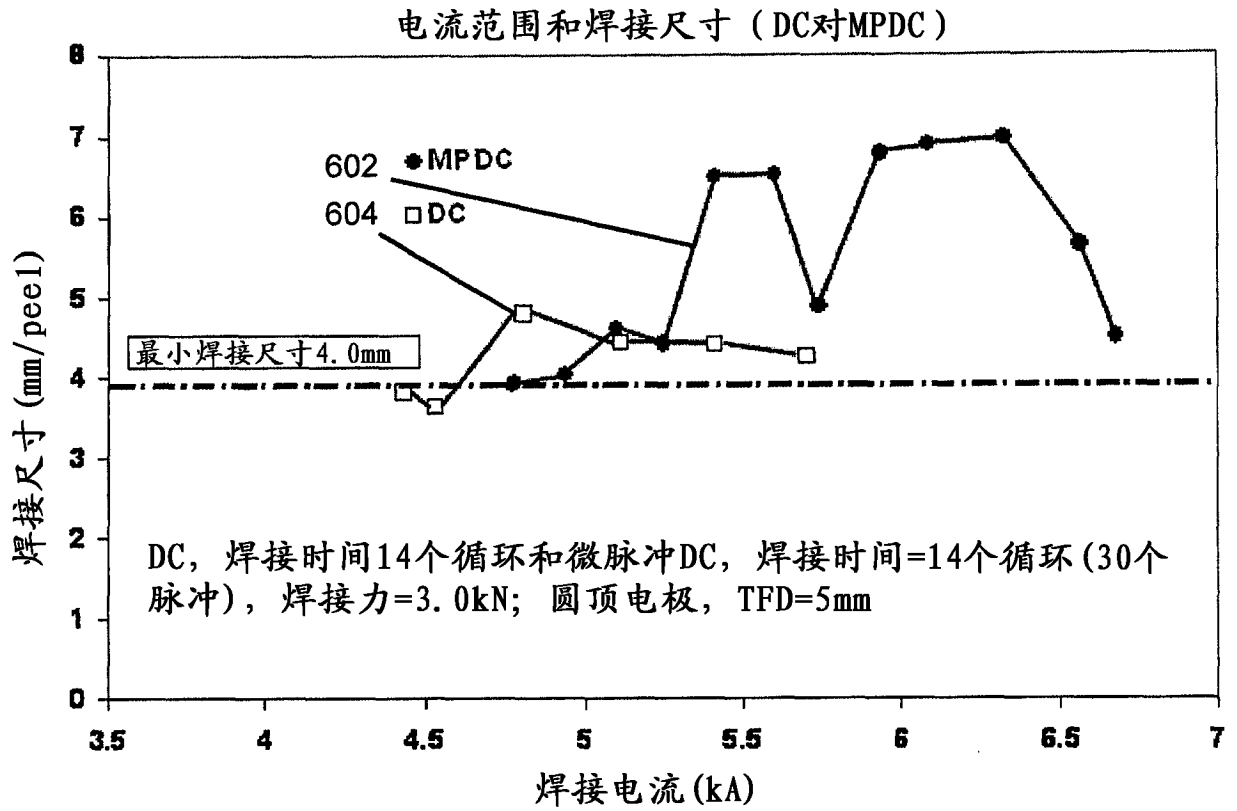


图 6

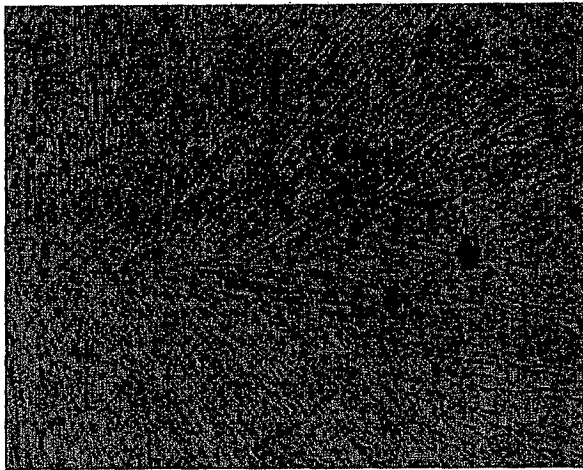


图 7A



图 7B