

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B23K 15/00

B23K 26/20



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99102726.4

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1129499C

[22] 申请日 1999.3.4 [21] 申请号 99102726.4

[30] 优先权

[32] 1998.3.6 [33] JP [31] 071196/1998

[71] 专利权人 东芝株式会社

地址 日本神奈川

[72] 发明人 田村雅贵 牧野吉延 木村盛一郎

友田宪次 雏田谷博

审查员 吴坤军

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

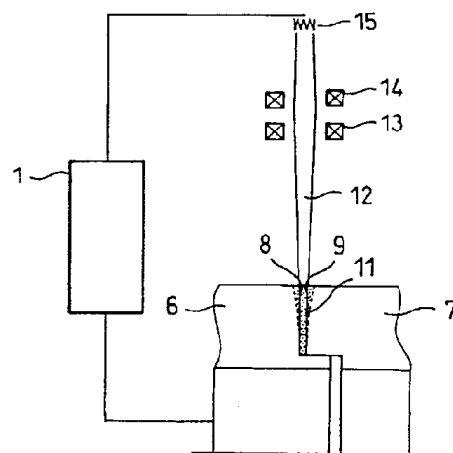
代理人 黄剑锋

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 导体的焊接方法

[57] 摘要

本发明公开一种导体的焊接方法，能使焊接金属中的 Si 或 Mg 的分布保持均匀，防止焊接裂纹产生，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子零件的焊接坡口之间，插入铝合金构成的环状焊填合金，用电子束照射该焊填合金使其熔融，将双方部件焊接成一体。将母材对于焊接金属的稀释率控制为不足 60% 的值，以重量百分比计，将焊接金属中的 Si 量调节为 5.35 ~ 12.0%。



ISSN 1008-4274

1. 导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入铝合金构成的焊填合金，用高能量射束照射该焊填合金，将导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口焊接成一体，其特征在于，使射束中心靠近焊填合金地用高能量射束照射与上述焊接坡口相接的焊填合金的两端缘部，控制母材相对于焊缝金属的稀释率，使该焊缝金属中的 Si 量，以重量百分比计是 5.35~12.0%。

2. 如权利要求 1 所述的导体的焊接方法，其特征在于，母材对于上述焊缝金属的稀释率保持为低于 60%。

3. 如权利要求 1 所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为台阶形状，而且上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该台阶形状的焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口部件焊接起来。

4. 如权利要求 1 所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该三角形状焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的部件焊接起来。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的导体的焊接方法，其特征在于，在上述导体管和 / 或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由铝合金构成的焊填合金。

6. 导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入 Al-Mg 类合金构成的焊填合金，用高能量射束照射该焊填合金，将导体管的焊接坡口和端子部件

的焊接坡口焊接成一体，其特征在于，使射束中心靠近焊填合金地用高能量射束照射与上述焊接坡口相接的焊填合金的两端缘部，焊缝金属中的Mg量调节为，以重量百分比计是0.87~5.0%。

7. 如权利要求6所述的导体的焊接方法，其特征在于，用Al-Mg-Si类合金构成的焊填合金代替Al-Mg类合金构成的该焊填合金，插入上述导体管与端子部件的焊接坡口之间，以重量百分比计，焊缝金属中的Mg量和Si量，分别调节为0.87~2.0%和1.2~4.8%。

8. 如权利要求6或7所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为台阶形状，上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该台阶形状的焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口焊接起来。

9. 如权利要求6或7所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该三角形状的焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，而将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口进行焊接。

10. 如权利要求6或7所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和/或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由Al-Mg类合金或Al-Mg-Si类合金构成的焊填合金。

11. 如权利要求8所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和/或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由Al-Mg类合金或Al-Mg-Si类合金构成的焊填合金。

12. 如权利要求9所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和/或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成

由 Al-Mg 类合金或 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金。

导体的焊接方法

技术领域

本发明涉及用高能量射束焊接组入电开闭器的导体的导体焊接方法。

背景技术

现有技术中，作为此种铝合金构成的导体的焊接法之一，有使用焊填合金（溶加材）的MIG焊接法。该MIG焊接法中，如图7所示，焊丝3由与焊接电源1连接的焊接电流导体2保持，焊接中，电被稳定地供给焊丝3。另外，在焊接中，为了防止焊缝金属的氧化，通过包围焊丝3的管咀5供给非活性气体4。在铝合金构成的导体管6和端子部件7上，预先加工出焊接坡口8、9，保持同心并对接的导体管6和端子部件7由焊缝金属10埋住焊接坡口8、9部地焊接成一体。为了容易地进行焊接坡口8、9的对中心，导体管6和端子部件7用凹窝嵌合住。

该焊接中，电被供给焊接电流导体2，这时，电流流过焊填合金即焊丝3，焊丝3前端产生的电弧将焊丝3熔融，通过连续地送出焊丝3，生成焊缝金属10，埋住焊接坡口8、9，导体管6与端子部件7接合成一体。

通常，导体管6和端子部件7是采用导电率良好的Al-Mg-Si类合金，但该材料的焊接裂纹感受性高。因此，为了防止焊接裂纹，焊丝3采用焊接性好的Al-Si类合金或Al-Mg类合金。

除了该MIG焊接外，近年来，也采用电子束焊接法（日本特开平3-57575号公报、特开平4-182078号公报等）。该电子束焊接法中，如图8所示，在导体管6和端子部件7上预先形成焊

接坡口 8、9，在该焊接坡口 8、9 之间，根据熔融金属量插入 0.2 至 2.0mm 的环状焊填合金 11。焊接中，电子束 12 将焊填合金 11 熔融，生成焊缝金属 10，埋住焊接坡口 8、9，导体管 6 与端子部件 7 接合成一体。

这时，电子束 12 借助偏转线圈 13 对准焊接坡口宽度地摆动。另外，标记 14 表示使电子束聚集的聚集线圈。该电子束焊接与 MIG 焊接相比，能量密度大，即使焊接深度相同，也能大幅度缩窄焊缝金属 10 的宽度，而且，即使使用相同的焊填合金，也能更多地由母材稀释焊填合金，因此，焊缝金属 10 部的成分可调节为 Si 0.45~5.35%、Mg 0.15~0.87%。

用上述电子束焊接法焊接导体时，母材的稀释率虽然高达 60%（见图 9），但焊接速度也比较高，焊填合金 11 向焊缝金属 10 中的混合不能充分进行，Si 或 Mg 的分布容易不均匀。尤其是在焊缝金属 / 母材界面中 Si 量或 Mg 量显著降低，在该部分可能会引起焊接裂纹。

发明内容

为此，本发明的目的是提供一种焊缝金属中的 Si 或 Mg 的分布均匀且防止焊接裂纹的导体焊接方法。

为了解决上述问题，本发明采取以下技术方案：

导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入铝合金构成的焊填合金，用高能束照射该焊填合金，将导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口焊接成一体，其特征在于，使射束中心靠近焊填合金地用高能束照射与上述焊接坡口相接的焊填合金的两端缘部，控制母材对于焊缝金属的稀释率，使该焊缝金属中的 Si 量，以重量百分比计为 5.35~12.0%。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，母材对于上述焊缝金属

的稀释率保持为低于 60%。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为台阶形状，而且上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该台阶形状的焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口部件焊接起来。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该三角形状焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的部件焊接起来。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，在上述导体管和 / 或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由铝合金构成的焊填合金。

导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入 Al—Mg 类合金构成的焊填合金，用高能量射束照射该焊填合金，将导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口焊接成一体，其特征在于，使射束中心靠近焊填合金地用高能量射束照射与上述焊接坡口相接的焊填合金的两端缘部，并且焊缝金属中的 Mg 量调节为，以重量百分比计是 0.87~5.0%。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，用 Al—Mg—Si 类合金构成的焊填合金代替 Al—Mg 类合金构成的该焊填合金，插入上述导体管与端子部件的焊接坡口之间，以重量百分比计，焊缝金属中的 Mg 量和 Si 量，分别调节为 0.87~2.0% 和 1.2~4.8%。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口

形成为台阶形状，上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该台阶形状的焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口焊接起来。

所述的导体的焊接方法，其特征在于，上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口的该三角形状的焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，而将该导体管的焊接坡口和端子部件的焊接坡口进行焊接。

所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和 / 或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由 Al-Mg 类合金或 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金。

所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和 / 或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由 Al-Mg 类合金或 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金。

所述的导体焊接的焊接方法，其特征在于，在上述导体和 / 或端子部件的焊接坡口，用堆焊或熔射预先形成由 Al-Mg 类合金或 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金。

本发明提供的导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入铝合金构成的焊填合金，用电子束或激光照射该焊填合金，将双方部件焊接成一体，其特征在于，将母材相对于焊缝金属的稀释率控制在一定范围内地照射电子束或激光，以重量百分比计，使焊缝金属中的 Si 量为 5.35~12.0%。

该焊接方法中，焊缝金属中的 Si 量增加，所以 Si 的分布不均匀减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，该焊接方法中，母材的稀释率最好保持为小于 60%。

为了保持该稀释率，如果焊填合金的厚度薄，则 Si 量达不到希望值，所以焊填合金的厚度必须大于 0.5mm。

另外，最好上述导体管的焊接坡口形成为台阶形状，上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在双方的该台阶形状焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该双方部件焊接起来。

该方法中，母材的稀释率更加降低，Si 大大增加，所以 Si 的分布不均匀更加减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，最好上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在双方的该三角形状焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，将该双方部件焊接起来。

该方法中，母材的稀释率更加降低，Si 大大增加，所以 Si 的分布不均匀更加减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，本发明的导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入铝合金构成的焊填合金，用电子束或激光照射该焊填合金，将双方部件焊接成一体，其特征在于，使射束中心靠近焊填合金地用电子束或激光照射与上述焊接坡口相接的该焊填合金的两端缘部。

该方法中，母材的稀释率降低，焊缝金属中的 Si 增加，所以 Si 的分布不均匀得到改善，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，本发明的导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入 Al-Mg 类合金构成的焊填合金，用电子束或激光照射该焊填合金，将双方部件焊接成

一体，其特征在于，以重量百分比计，焊缝金属中的Mg量调节为0.87~5.0%。

该焊接方法中，由于焊缝金属中的Mg量增加，所以，Mg的分布不均匀减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，本发明的导体的焊接方法，在铝合金导体管的焊接坡口与铝合金端子部件的焊接坡口之间，插入Al-Mg-Si类合金构成的焊填合金，用电子束或激光照射该焊填合金，将双方部件焊接成一体，其特征在于，以重量百分比计，焊缝金属中的Mg量和Si量，分别调节为0.87~2.0%和1.2~4.8%。

该焊接方法中，由于焊缝金属中的Mg量和Si都增加，所以，Mg的分布不均匀和Si的分布不均匀都减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，最好上述导体管的焊接坡口形成为台阶形状，上述端子部件的焊接坡口形成为台阶形状，在双方的该台阶形状焊接坡口之间，插入与该台阶形状相吻合的焊填合金，将该双方部件焊接起来。

该焊接方法中，母材的稀释率更加降低，Mg和Si大大增加，所以Mg的分布不均匀和Si的分布不均匀更加减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，最好上述导体管的焊接坡口形成为三角形状，上述端子部件的焊接坡口形成为三角形状，在双方的该三角形状焊接坡口之间，插入与该三角形状相吻合的焊填合金，将该双方部件焊接起来。

该焊接方法中，母材的稀释率更加降低，Mg和Si大大增加，所以Mg的分布不均和Si的分布不均匀更加减少，可减少在焊缝金属 / 母材界面上的焊接裂纹。

另外，本发明的导体焊接方法，在上述导体管和 / 或端子部件

的焊接坡口，用堆焊或熔射形成由铝合金构成的焊填合金或 Al-Mg 类合金构成的焊填合金或 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金。

该焊接方法中，焊填合金的断面形状不限于特定的形状，可为自由的形状。焊填合金的断面形状可更接近坡口形状，可以使母材稀释率更加降低。因此，焊缝金属中的 Si 量或 Mg 量可增加，防止焊接裂纹。

该焊填合金的形成可用各种方法实施。可以采用火焰熔射法、高速火焰熔射法、大气等离子熔射法、减压等离子熔射法等，可形成所需形状的焊填合金。

附图的简要说明

图 1 是表示本发明焊接方法中所用装置构造的模式图。

图 2 是表示用本发明的焊接方法得到的母材稀释率的图。

图 3 是表示本发明中的焊接坡口和焊填合金的断面图。

图 4 是表示本发明中的焊接坡口和焊填合金的断面图。

图 5 是表示用本发明方法得到的母材的熔融状态的模式图。

图 6 是表示本发明中焊填合金的形成方法的模式图。

图 7 是表示现有的导体的 MIG 焊接方法的模式图。

图 8 是表示现有的导体的电子束焊接方法的模式图。

图 9 是表示用现有焊接方法得到的母材稀释率的图。

具体的实施方式

以下参照附图，详细说明本发明的实施例：

（实施例 1）

图 1 表示焊接施工中所用装置的构造。该装置备有焊接电源 1，在该焊接电源 1 上连接着灯丝 15。电子束 12 通过该灯丝 15 照射。由 Al-Mg-Si 类合金构成的导体管 6 及端子部件 7 上形成焊接坡口 8、9，把环状焊填合金 11 插入直线状焊接坡口 8、9 之间，

偏转线圈 13 一边使电子束 12 振摆，一边将焊填合金 11 熔融而焊接。

该焊接中，限制对于焊缝金属 10 的母材的稀释率。焊填合金 11 的板厚在 0.5mm 以下时稀释率大于 60%，板厚大于 0.5mm 时，可得到所希望的低稀释率（见图 2）。表 1 中表示使焊填合金 11 的板厚变化进行焊接时的、焊缝金属 10 中的 Si 和 Mg 的成分变化程度。为了比较，该表 1 中也表示了用现有方法得到的结果。

表 1

焊接法	焊填合金的板厚(mm)	各材料成分（%）					
		焊填合金		母材		焊缝金属	
		Si	Mg	Si	Mg	Si	Mg
本发明(电子束焊接法)	0.5	12.0	0.05	0.4-0.8	0.8-1.2	2.50	0.40
	1.0					5.52	0.30
	2.0					7.02	0.18
	3.0					7.44	0.15
现有例(电子束焊接法)	0.1	7.52	0.01	0.2-0.6	0.45-0.9	0.45-0.84	0.43-0.57
	0.3					0.95-1.31	0.40-0.81
	0.6					1.71-2.02	0.36-0.72
	0.9					2.46-2.74	0.31-0.63
	1.2					3.21-3.45	0.27-0.53
	1.5					3.97-4.16	0.22-0.44

与现有技术的方法相比，Si 量增加，以重量百分比计，提高 5.35~1.2%。由于 Si 量的增加，Si 的分布不均匀减少，焊缝金属 / 母材界面中的焊接裂纹减少。另外，在焊接部也未产生任

何缺陷。

（实施例 2）

为了比实施例 1 更抑制母材的稀释率，形成图 3 所示台阶形焊接坡口 16、17 和图 4 所示三角形焊接坡口 18、19，把与台阶形状相吻合的焊填合金 20 和与三角形状相吻合的焊填合金 21 分别插入焊接坡口 16、17 之间和焊接坡口 18、19 之间，一边使电子束 12 振摆，一边熔融焊填合金 20 和焊填合金 21 进行焊接。

与采用环状焊填合金 11 的实施例 1 相比，采用与台阶状焊接坡口 16、17 相吻合的焊填合金 20 以及采用与三角状焊接坡口 18、19 相吻合的焊填合金 21 的焊接，母材的稀释率更加降低，Si 量更增加，Si 的分布更均匀。

另外，对于在环状焊填合金 11 中较难的焊缝金属 10 的小焊接，也能确保充分量的 Si。

（实施例 3）

为了抑制母材的稀释率，本发明者研究出了焊接焊填合金的与焊接坡口相接的两端缘的方法。图 5 中表示将电子束 12 照射到焊填合金 11 的两端缘上得到的焊接部。在导体管 6 和端子部件 7 上，预先形成与环状焊填合金 11 相吻合的直线状焊接坡口 8、9。电子束 12 先靠近焊填合金地将束中心照射到与焊接坡口 8 相接的焊填合金 11 的端缘，抑制母材（导体管 6）的熔融。接着，电子束 12 靠近焊填合金地将束中心照射与焊接坡口 9 相接的焊填合金 11 的端缘，抑制母材（端子部件 7）的熔融。

该方法中，母材的稀释率也降低。结果，焊缝金属 10 中的 Si 量增加，Si 的分布改善，减少焊接裂纹。

（实施例 4）

采用实施例 1 的装置，把 Al—Mg 类合金构成的焊填合金 11 插入导体管 6 的焊接坡口 8 与端子部件 7 的焊接坡口 9 之间，一

边使电子束振摆，一边熔融焊填合金 11，进行焊接。焊缝金属 10 中的 Mg 量以重量百分比计调节为 0.87 至 5.0%。

另外，把由 Al-Mg-Si 类合金构成的焊填合金 11 插入导体管 6 的焊接坡口 8 与端子部件 7 的焊接坡口 9 之间，一边使电子束 12 振摆，一边熔融焊填合金 11，进行焊接。焊缝金属 10 中的 Mg 量以百分比计，均调节为 0.87 至 2.0%，Si 量调节为 1.2 至 4.8%。

Mg 的单独添加、以及 Mg 和 Si 的添加，可以使焊缝金属 10 中的 Mg 量、以及 Mg 量和 Si 量增加，可有效防止焊接裂纹。

（实施例 5）

另外，也作了对添加材进行种种改变的研究和改变高能束照射位置的研究。还研究了在预先形成的焊接坡口上用堆焊或熔射法形成焊填合金的方法。图 6 表示用大气等离子熔射法形成的焊填合金之一例。从焊枪 22 产生电弧 23，加热作为焊填合金的粉末 24，用熔射在端子部件 7 的焊接坡口 9 处形成焊填金属 25。

该方法中，由于用熔射形成焊填合金，所以，焊接坡口 9 的形状可自由决定。当然，也适用于实施例 1、2、3 的焊接方法中采用的焊接坡口。

采用该方法，焊填合金 11 可以更接近坡口形状，更降低母材的稀释率。例如，与具有相同断面积的环状焊填合金 11 相比，可以使焊缝金属 10 中的 Si 量增加，有效防止焊接裂纹。

本发明的效果：

上面所述本发明中，用高能束集中地使焊填合金熔融，把母材对于焊缝金属的稀释率限制在一定的范围内，所以，可使焊缝金属中的 Si 或 Mg 的分布均匀。因此，本发明的焊接方法，可防止在铝制导体的接合部产生焊接裂纹。

图1

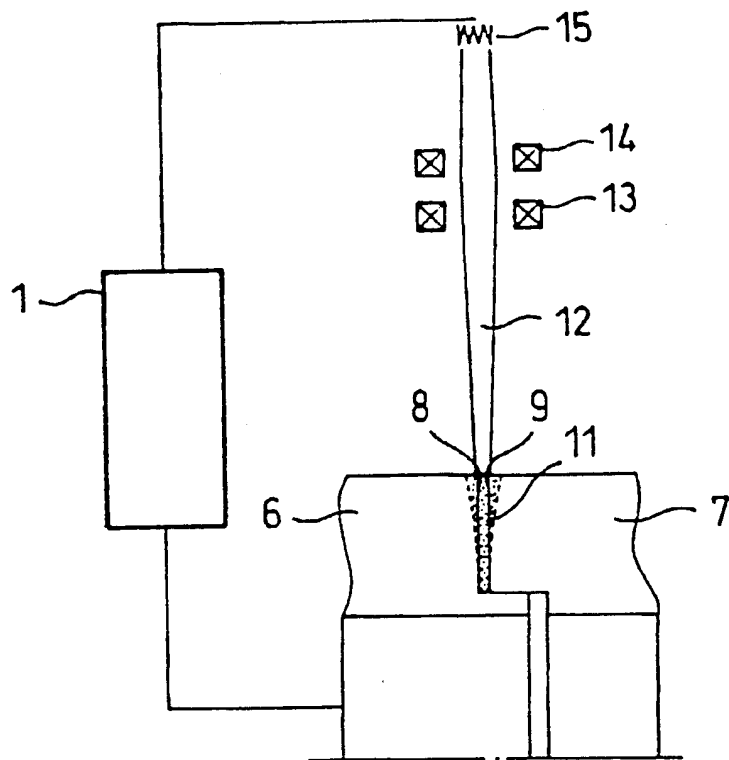


图2

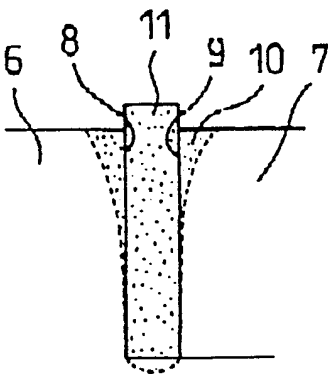


图3

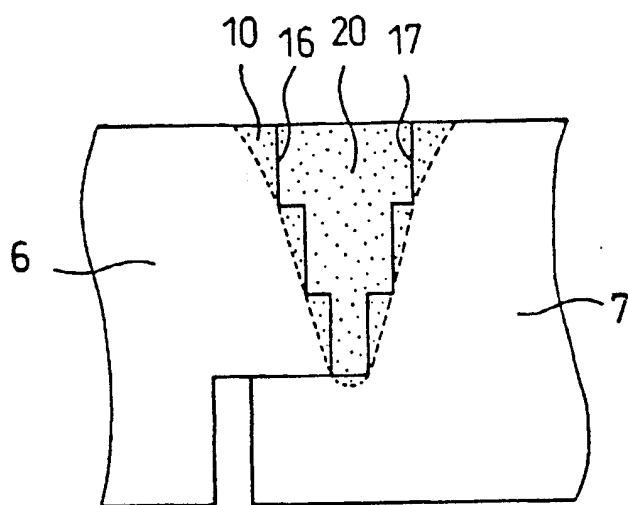


图4

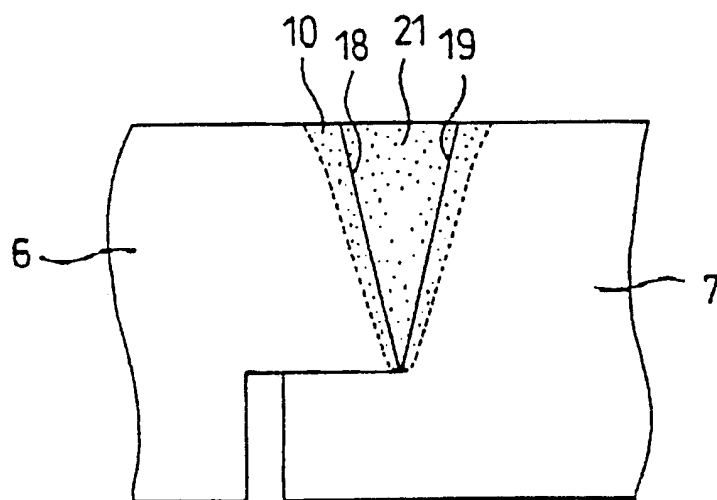


图5

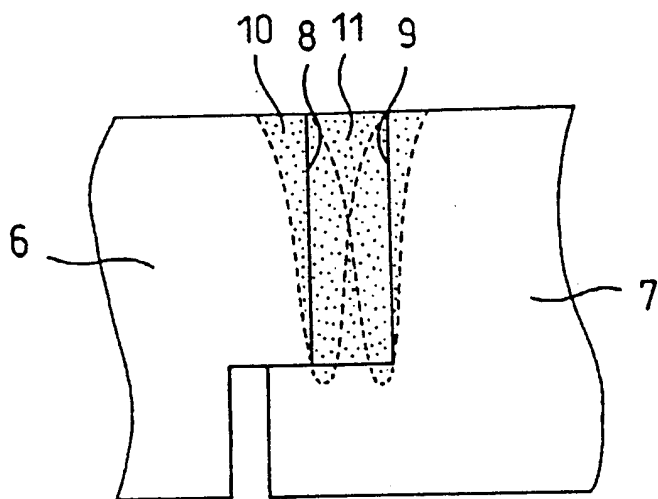


图6

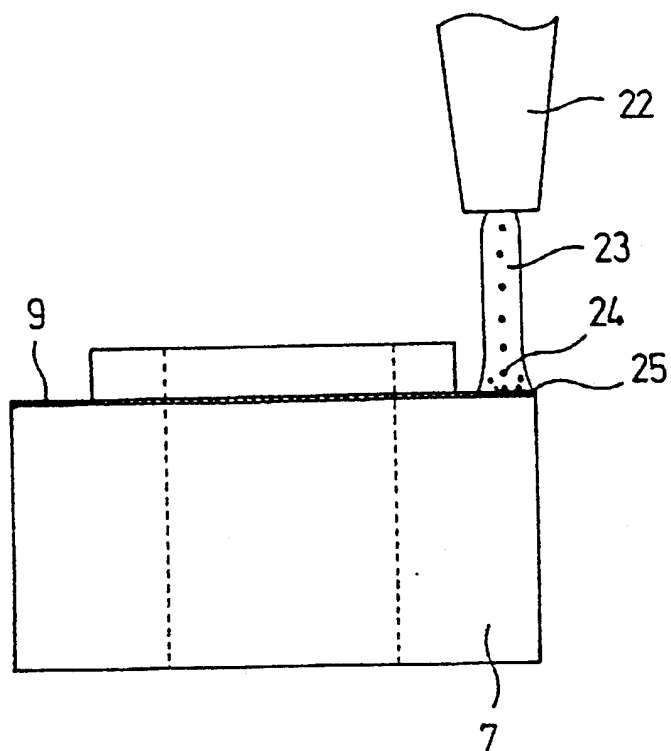


图7

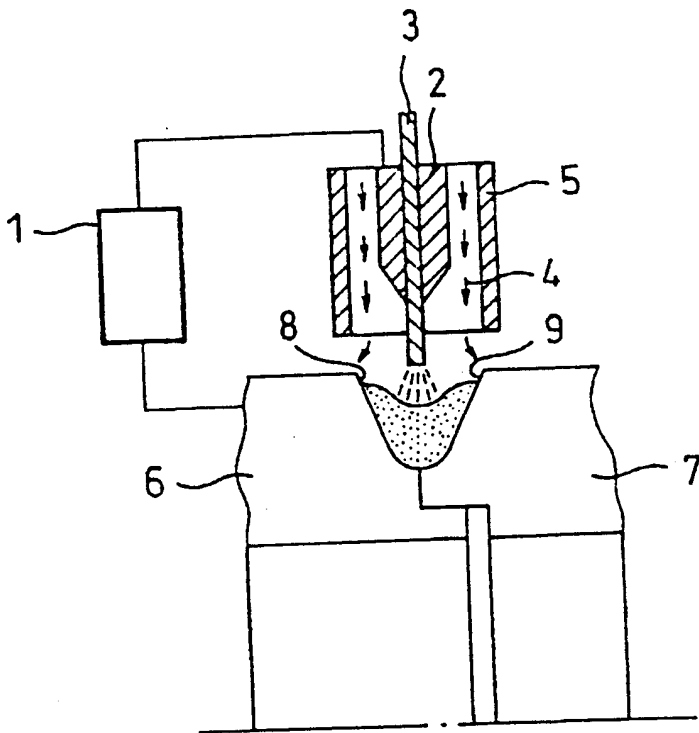


图8

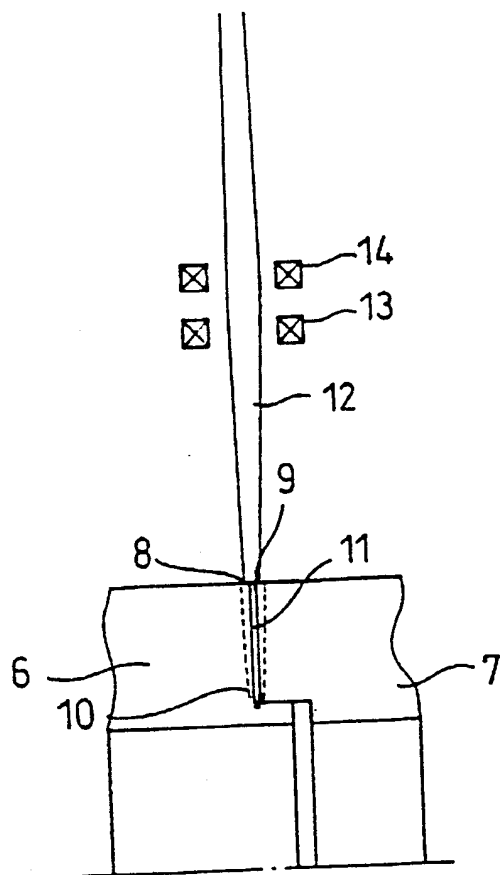


图9

