



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203485047 U

(45) 授权公告日 2014.03.19

(21) 申请号 201320453919.7

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013.07.26

(73) 专利权人 广东省电力线路器材厂

地址 510450 广东省广州市白云区唐阁西街  
799 号

(72) 发明人 牟新 肖冰 罗金源 杨志真  
余珂 叶敏 卢照亮

(74) 专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104

代理人 宣国华 侯莉

(51) Int. Cl.

B24D 3/06 (2006.01)

B24D 7/00 (2006.01)

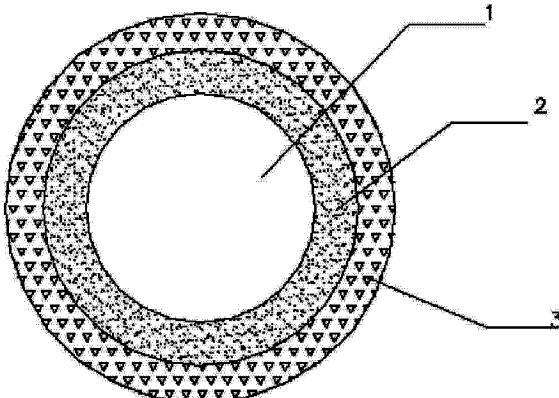
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成  
型结构

(57) 摘要

本实用新型公开了一次成型钎焊超硬磨料工  
具布料工艺中的成型结构，包括基体，在所述基体  
表面布料区设有复合丸粒，所述复合丸粒呈紧密  
排布，所述复合丸粒主要由磨粒、焊料层和石蜡层  
组成，所述焊料层包覆在磨粒的外围形成复合体，  
所述石蜡层则包覆在复合体的表面上形成复合丸  
粒。本实用新型在基体表面的布料区布洒复合丸  
粒，操作简便，布料效率大大提高。焊料与磨料的  
匹配关系可以在布料前确定好，将人工影响降至  
最低，生产一致性好；布料均匀，外观美观；对平  
面工件、回转面工件、异型曲线工件均可布料，对  
工件的适应性好；结合布料设备可以进行连续大  
批量操作，宜于工业化批量生产。



1. 一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,包括基体,其特征在于:在所述基体表面布料区设有复合丸粒,所述复合丸粒呈紧密排布,所述复合丸粒主要由磨粒、焊料层和石蜡层组成,所述焊料层包覆在磨粒的外围形成复合体,所述石蜡层则包覆在复合体的表面上形成复合丸粒。

2. 根据权利要求 1 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述复合丸粒为球体或者近似球体。

3. 根据权利要求 2 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述复合丸粒中磨粒与焊料形成复合体半径 R 的计算公式为:

$$R = \sqrt{1 + \frac{k(1 - \frac{\pi}{4} + h/\tan\theta)}{\pi} \cdot r}$$

其中,k 是焊料熔化的收缩系数,θ 为焊料的润湿角,r 为磨粒的平均粒度半径,h 为磨粒的出露系数。

4. 根据权利要求 3 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述石蜡层厚度 W 的计算公式为:

$$W=L/2-R$$

其中,L 是磨粒中心间距。

5. 根据权利要求 4 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:k 取 1.5 ~ 4.0,h 取 1。

6. 根据权利要求 1~5 任一项所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述复合丸粒采用制粒工艺制备而成。

7. 根据权利要求 6 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述复合丸粒通过粘结剂粘接在基体表面布料区上。

8. 根据权利要求 7 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述粘结剂是体积浓度为 20% ~ 90% 的浓粘结剂。

9. 根据权利要求 8 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述的焊料层为预合金粉末,粒度为 30 ~ 300 目。

10. 根据权利要求 9 所述的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,其特征在于:所述磨粒为金刚石、立方氮化硼、聚晶金刚石、聚晶立方氮化硼、合金碎粒、刚玉或碳化硅。

## 一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构。

### 背景技术

[0002] 传统的以金刚石工具为代表的超硬工具可以分为电镀工具与烧结工具两大类，它们各有所长。但是由于金刚石表面存在较高的表面能，难与一般金属浸润，磨粒与胎体金属间的界面不存在牢固的冶金结合层。胎体对磨粒的把持力小，极易因胎体磨损而使磨粒脱落，利用率不高；另一方面，由于金刚石颗粒是机械包埋，故其出露的高度较小，切削效率不高。

[0003] 新一代的超硬工具多为利用钎焊工艺的单层钎焊超硬工具，它是利用焊料熔化的方式将超硬磨料与工件基体焊接在一起制作而成。目前常用的钎焊工具有钎焊锯片、钎焊磨轮、钎焊钻头等。钎焊工具由于其具有磨料出露高、高把持强度、锋利度高以及寿命长等优势，在金属材料、硬脆材料等领域的切割、磨削已得到了越来越多的应用，并在许多领域替代了传统的电镀工具。

[0004] 以金刚石和立方氮化硼(CBN)为主制作的钎焊超硬磨料工具被广泛应用于各类金属材料的切割、磨削加工，石材、微晶玻璃、塑料、碳纤维等硬脆材料的切割加工。并且在公路养护、地质钻探、矿山开采、公共安全等领域得到了越来越多的应用，市场需求逐渐增多。

[0005] 由于钎焊超硬磨料技术是近几年才开始深入研究的新兴技术。相关的钎焊工具生产厂家较少，而且对钎焊超硬工具的制备仍处于边研发边生产的阶段。目前，欧美、韩国少数国家以及我国台湾地区掌握了一定的钎焊超硬工具的布料工艺。国内厂家由于研发能力有限，且受利益因素影响难以做持久深入的研究，一般多根据简单数次试验结果便确定某种钎焊工艺，这种做法虽然能生产出基本符合要求的产品，但也暴露出一定的问题，一是由于生产工艺没有精确控制，生产质量难以稳定，产品合格率一直无法快速提高。再者，所确定的生产工艺难具精确化、细分化，对不同加工要求难以做到区别对待。以上两个方法在较大程度上制约了钎焊工具技术在国内的发展，也限制了中国钎焊超硬磨料技术在国际上的影响力。

[0006] 钎焊超硬磨料包括焊前处理、基体布料、加热钎焊三个主要工艺过程。从整个生产流程中可以看出，基体清理、钎焊加热等工序已可以做到标准化作业，可以保证稳定与一致。但基体的布料工艺由于产品种类不同、加工对象不同，往往需要做部分调整，而且还较难控制，这导致了相关钎焊工具质量难以达到稳定提高的目的。因此，决定钎焊超硬磨料工具质量关键的便是半成品的制作，即磨料与焊料的钎焊布料工艺。

[0007] 目前相关生产厂家以及国内高校研究所对钎焊布料工艺做了一定的研究，也有相关研究被报道。总结目前所报道的布料工艺方式，主要有两种：一种是用粉末状焊料进行钎焊，将焊料与钎剂或者粘结剂搅拌成膏状，然后均匀涂于工件基体表面，再布洒磨料，然后再进行火焰钎焊或者真空钎焊。另一种是将片状或者箔状焊片贴于基体表面，再将超硬磨料置于焊片上进行火焰钎焊或者真空钎焊。

[0008] 上述两种方法均存在一定的缺陷。第一种方法焊料的刷涂厚度较难控制,容易造成焊料过少或者过多。而且也难以刷涂均匀,且对于曲面弧度较大工件(异型磨轮)以及边缘锐利工件(如锯片)适应性差,此外粉末状焊料与粘结剂的混合也是较难控制的,这是由于粘结剂一般会有部分挥发,所调制的膏状焊料浓度不断变化,在涂抹工件时容易造成厚度不均匀;而且由于钎焊焊料一般为金属,密度大,容易从粘结剂中析出,形成沉淀块,也影响了膏状焊料的使用。第二种方法对平面工件易于操作,但对于曲面以及回转件则具有较大的困难。这是由于焊片多为箔片,但具有一定的厚度与形状,对于平面工件可以贴紧,但如果焊接表面为曲面(如异型磨轮),贴焊片将成为一件非常困难的事情,实际可操作性不大。

[0009] 除了以上两种方法,亦有研究人员提出将磨料与粉末状焊料混合在一起,调制成膏状,涂抹于工件表面,一次成型。这种工艺方法虽然操作起来容易,但是半成品钎焊后,磨料难以有高出露,甚至不出露,而且对于大粒度的磨料更难以混合均匀。这种工艺方法制备的工具实际上丧失了钎焊超硬磨料技术所具有的优势,无法发挥钎焊技术所带来的锋利度高,排屑空间大的革命性效果。

[0010] 综上可知,目前所有的成熟的钎焊工具布料工艺多集中于磨料与焊料的布洒方面,而焊料与磨料的分开布料既对布料精度有很高要求,又因工序较多影响生产效率,因此,为了能够精确控制产品质量,稳定生产工艺,提高生产效率,需要一种新型钎焊超硬磨料布料工艺来解决以上存在的问题。

### 实用新型内容

[0011] 本实用新型的目的在于提供一种能够提高布料效率、生产一致性好、布料均匀、对工件的适应性好且宜于工业化批量生产的一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,经过加热钎焊可制备成钎焊超硬磨料工具。

[0012] 本实用新型的目的通过如下的技术方案来实现:一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构,包括基体,其特征在于:在所述基体表面布料区设有复合丸粒,所述复合丸粒呈紧密排布,所述复合丸粒主要由磨粒、焊料层和石蜡层组成,所述焊料层包覆在磨粒的外围形成复合体,所述石蜡层则包覆在复合体的表面上形成复合丸粒。

[0013] 本实用新型在基体表面的布料区布洒复合丸粒,操作简便,布料效率大大提高。焊料与磨料的匹配关系可以在布料前确定好,将人工影响降至最低,生产一致性好;利用石蜡高温挥发的特点,可以将磨粒按照需要的排布密度进行布料,磨粒中心间距通过石蜡层的厚度进行控制,不会出现排布不均匀的现象,布料均匀,外观美观;对平面工件、回转面工件、异型曲线工件均可布料,对工件的适应性好;结合布料设备可以进行连续大批量操作,宜于工业化批量生产。

[0014] 本实用新型所述复合丸粒为球体或者近似球体。

[0015] 本实用新型所述复合丸粒中磨粒与焊料形成复合体半径 R 的计算公式为:

$$[0016] R = \sqrt{1 + \frac{k(1 - \frac{\pi}{4} + h/\tan\theta)}{\pi} \cdot r}$$

[0017] 其中, k 是焊料熔化的收缩系数,  $\theta$  为焊料的润湿角, r 为磨粒的平均粒度半径, h

为磨粒的出露系数, k 是焊料熔化收缩系数。

[0018] 本实用新型所述石蜡层厚度 W 的计算公式为 :

[0019]  $W=L/2-R$

[0020] L 是磨粒中心间距。

[0021] 考虑到在磨粒上部焊料的流淌性, k 取 1.5 ~ 4.0, h 取 1。

[0022] 本实用新型所述复合丸粒采用制粒工艺制备而成。

[0023] 本实用新型所述复合丸粒通过粘结剂粘接在基体表面布料区上。

[0024] 本实用新型所述粘结剂是体积浓度为 20% ~ 90% 的浓粘结剂。基体粘结剂是一种压敏胶, 在高温中亦可挥发, 而且其在常温中保持粘性, 利于制备过程的进行。由于复合丸粒较大, 粘结剂浓度可比常规浓度稍大。

[0025] 本实用新型所述的焊料层为预合金粉末, 粒度为 30 目 ~ 300 目。

[0026] 本实用新型所述磨粒为金刚石、立方氮化硼(CBN)、聚晶金刚石、聚晶立方氮化硼、合金碎粒、刚玉或碳化硅。

[0027] 与现有技术相比, 本实用新型具有如下显著的效果 :

[0028] (1) 本实用新型在基体表面的布料区布洒复合丸粒, 操作简便, 布料效率大大提高。

[0029] (2) 本实用新型焊料与磨粒的匹配关系可以在布料前确定好, 将人工影响降至最低, 生产一致性好。

[0030] (3) 本实用新型利用石蜡高温挥发的特点, 可以将磨粒按照需要的排布密度进行布料, 磨粒中心间距通过石蜡层的厚度进行控制, 不会出现排布不均匀的现象, 布料均匀, 外观美观。

[0031] (4) 本实用新型对平面工件、回转面工件、异型曲线工件均可布料, 对工件的适应性好。

[0032] (5) 由于布料时无需人工或者机械控制布洒, 更具有高效、经济性的优点。

[0033] (6) 本实用新型经过钎焊加热后可制备成钎焊金刚石锯片、钎焊金刚石钻头、钎焊金刚石磨轮、钎焊串珠绳锯、异型金刚石工具、钎焊 CBN 工具、合金碎粒、刚玉或碳化硅等工具。这些超硬磨料工具可应用于石材加工、金属或非金属加工、矿山开采等领域。

## 附图说明

[0034] 下面结合附图和具体实施例对本实用新型作进一步的详细说明。

[0035] 图 1 是本实用新型实施例 1 复合丸粒的剖面图 ;

[0036] 图 2 是焊料面积计算原理示意图。

## 具体实施方式

[0037] 实施例 1

[0038] 本实用新型一种一次成型钎焊超硬磨料工具布料工艺中的成型结构, 需要制备外径 105mm 的常规钎焊金刚石锯片的布料工艺, 要求磨粒的粒度为 50/60 目, 磨粒间距 1.2mm, 该布料工艺中的成型结构包括基体, 在基体表面布料区设有复合丸粒, 复合丸粒呈紧密排布, 如图 1 所示, 复合丸粒主要由磨粒 1、焊料层 2 和石蜡层 3 组成, 焊料层包覆在磨粒的外周形成复合体, 石蜡层则包覆在复合体的表面上形成球体或者近似球体的复合丸粒。

[0039] 复合丸粒采用制粒工艺制备而成,包括以下步骤:

[0040] ①将磨粒放置在一个沿复杂曲线旋转的空壳内;

[0041] ②向空壳内通入气流将磨粒吹起,同时在空壳内一侧喷混含有制粒剂的焊料,由于具有一定的粘性,磨粒吸附焊料并不断滚动,经过一段时间后便会展形成一定焊料厚度包裹在磨粒外围形成复合体;

[0042] ③用网筛筛选出所需粒度的复合体;

[0043] ④将复合体放置在一个沿复杂曲线旋转的空壳内;

[0044] ⑤向空壳内通入气流将复合体吹起,同时在空壳内一侧喷混含有制粒剂的石蜡,复合体吸附石蜡并不断滚动,使石蜡包裹在复合体外围形成复合丸粒;复合丸粒最终形状是球体或者近似球体。

[0045] ⑥制备完毕,用网筛筛选出所需粒度的复合丸粒备用。

[0046] 根据磨粒粒度以及工具表面的分布密度等参数确定焊料的用量,然后将磨粒与焊料制备成一体进行一次布料成功,从而达到产品质量可控,效率大幅提高的目的,将人工影响降至最低。焊料包裹磨粒形成的复合体半径  $R$  是由两者的匹配关系决定的。在制备复合体时,磨粒的粒度决定了所需焊料的厚度,即复合体的半径。在计算时由于磨粒粒度基本一致,可将其近似于球体。按照钎焊性能的要求,当焊料熔化后对磨粒的包埋厚度在 30% 以上即可达到使用要求,在此处由于焊料的流淌性以及焊料的初始状态影响,按焊料熔化后包埋厚度 50% 来计算,即  $h=1$ 。如图 2 所示。

[0047] 由于磨粒为球形,在各个方向均一致,因此用面积法来计算。磨粒半径为  $r$ ,则钎焊后焊料的面积  $S$  为:

$$[0048] S = r^2 \left(1 - \frac{\pi}{4} + \frac{h}{\tan \theta}\right)$$

[0049] 考虑到焊料钎焊后的收缩系数  $k$ ,则磨粒外面包裹焊料的厚度面积即  $ks$ ,则有:

$$[0050] \pi(R^2 - r^2) = kr^2 \left(1 - \frac{\pi}{4} + \frac{h}{\tan \theta}\right)$$

[0051] 整理得:

$$[0052] R = \sqrt{1 + \frac{k(1 - \frac{\pi}{4} + h/\tan \theta)}{\pi}} \cdot r$$

[0053] 石蜡层厚度  $W$  是由磨粒的中心间距  $L$  决定的。由于不同类型的钎焊工具对地貌要求不一,因此需要制备不同磨粒间距的工具地貌。为了获得不同的间距,利用石蜡的高温挥发特性来得到的。当  $L$  确定后,石蜡层的厚度  $W$  便可由下列公式确定:

$$[0054] W=L/2-R$$

[0055] 在本实施例中,复合丸粒中金刚石粒度 50/60 目;焊料为预合金粉末,具体采用镍基焊料,其成分为镍—铬—铁—硅,含量百分比为:镍 84% ~ 85%,铬 4% ~ 5%,铁 6.5% ~ 7.5%,硅 4% ~ 5%。焊料粒度为 200 目。

[0056] 已知复合体半径  $R$  的计算公式为:

$$[0057] R = \sqrt{1 + \frac{k(1 - \frac{\pi}{4} + h/\tan \theta)}{\pi}} \cdot r$$

[0058] 其中,  $k$  是焊料熔化的收缩系数;  $\theta$  为焊料的润湿角,  $\theta$  取 40 度;  $r$  为磨粒的平均粒度半径;  $h$  为磨粒的出露系数,  $h=1$ ;  $k$  是焊料熔化收缩系数,  $k$  取 2.0; 得到复合丸粒半径为 0.206mm, 即球径 0.41mm。

[0059] 通过石蜡层厚度  $W$  计算公式得到: 石蜡层厚度为 0.2mm。

[0060] 钎焊金刚石锯片的制作过程如下:

[0061] (1) 选择锯片基体材料为 65Mn, 利用冲压模具冲压基体, 并对基体外端倒圆角; 清理锯片基体表面, 确保无油脂、杂质;

[0062] (2) 在锯片外端刀头处刷涂宽度为 0.5mm 的浓粘结剂(体积浓度为 60%)。粘结剂为压敏胶。

[0063] (3) 在由步骤(3)所得的锯片外端刀头处布洒复合丸粒, 复合丸粒紧密排布粘接在锯片外端刀头处上, 获得成型结构;

[0064] (4) 清理成型结构表面, 备好待焊。

[0065] (5) 将成型结构放进真空炉中钎焊。钎焊温度选择 1030 度, 保温 20 分钟。得到钎焊金刚石锯片。

[0066] 实施例 2

[0067] 本实施例与实施例 1 的不同之处在于: 制备铜基焊料钎焊异型曲面手扶磨轮 F20。制作过程如下:

[0068] (1) 按要求加工异型曲面手扶磨轮 F20 基体。

[0069] (2) 清理磨轮表面, 确保无油脂、杂质。

[0070] (3) 在磨轮回转外表面均匀刷涂一层压敏胶(体积浓度为 80%)。

[0071] (4) 在由步骤(3)所得的磨轮回转外表面布洒复合丸粒, 复合丸粒紧密排布粘接在磨轮回转外表面上, 获得成型结构; 复合丸粒中金刚石粒度为 30/35 目, 铜基焊料粒度 200 目, 其成分为铜 - 锡 - 钛, 含量百分比为: 铜 60% ~ 65%, 锡 20% ~ 27%, 钛 16% ~ 26%。铜基焊料润湿角  $\theta$  取 15 度, 焊料收缩比  $k$  取 2.5, 通过复合体半径  $R$  的计算公式和石蜡层厚度  $W$  的计算公式得到复合体半径  $R$  为 0.61mm, 石蜡层厚度为 0.14mm。

[0072] (5) 清理成型结构表面, 备好待焊。

[0073] (6) 将成型结构放进真空炉中钎焊。钎焊温度为 930 度, 保温时间 15 分钟。得到异型曲面手扶磨轮 F20。

[0074] 考虑到在磨粒上部焊料的流淌性, 复合体半径  $R$  的计算公式中  $k$  取 1.5 ~ 4.0; 磨粒为金刚石、立方氮化硼(CBN)、聚晶金刚石、聚晶立方氮化硼、合金碎粒、刚玉或碳化硅等; 焊料层为预合金粉末, 粒度为 30 目 ~ 300 目; 粘结剂是体积浓度为 20% ~ 90% 的浓粘结剂, 粘结剂浓度可比常规浓度稍大;

[0075] 本实用新型经过钎焊加热后可制备成钎焊金刚石锯片、钎焊金刚石钻头、钎焊金刚石磨轮、钎焊串珠绳锯、异型金刚石工具、钎焊 CBN 工具、合金碎粒等超硬工具。该超硬磨料工具可应用于石材加工、金属或非金属加工、矿山开采等领域。

[0076] 本实用新型的实施方式不限于此, 按照本实用新型的上述内容, 利用本领域的普通技术知识和惯用手段, 在不脱离本实用新型上述基本技术思想前提下, 本实用新型还可以做出其它多种形式的修改、替换或变更, 均落在本实用新型权利保护范围之内。

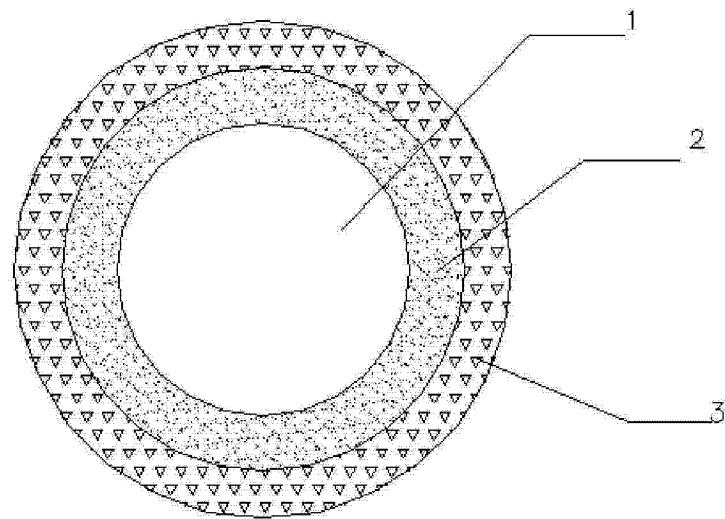


图 1

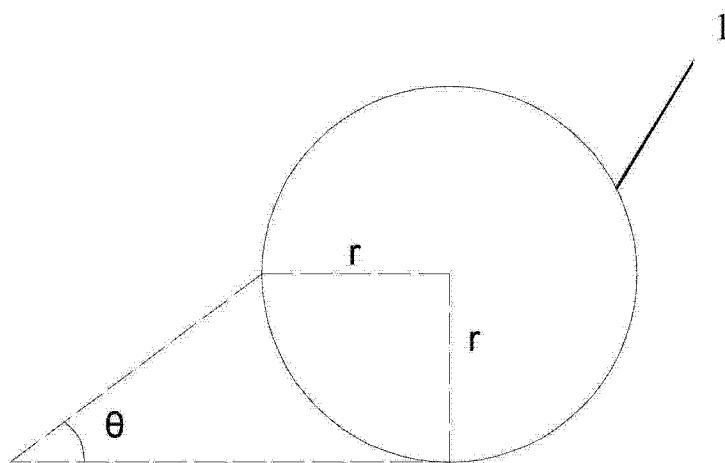


图 2